

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 693.6

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ УЛАШТУВАННЯ ТОНКОШАРОВОГО ШТУКАТУРНОГО ПОКРИТТЯ

Л.В. Кривенко

Вступ

В статті подані результати експериментальних досліджень впливу технологічних факторів на якість влаштування тонкошарового штукатурного покриття із застосуванням розчинів на основі механоактивованого карбонатного наповнювача.

Технологічний процес оздоблення поверхонь тонкошаровою штукатуркою є результатом багатьох по суті, але взаємопов'язаних між собою факторів. Для того, щоб активно впливати на технологічний процес в заданому напрямку, необхідно розглянути, яку роль і який вплив на даний процес здійснює кожен фактор окремо.

На даному етапі була поставлена задача – визначити вплив найбільш значимих факторів технології тонкошарової штукатурки, що зводилась до отримання покриття товщиною до 10 мм з високими фізико-механічними властивостями.

Було проведено серію натурних досліджень, характерних для змінних параметрів технологічного процесу улаштування тонкошарового штукатурного покриття.

Основними факторами, що впливають на технологію улаштування тонкошарового штукатурного покриття, є: склад суміші (у нашому випадку, це розроблений та досліджений автором склад суміші на основі механоактивованого карбонатного наповнювача), рухливість суміші; тиск повітря на виході з форсунки; кут нахилу осі факела розпилення розчину до оздоблюваної поверхні; швидкість переміщення сопла [1,2].

Дослідження технологічних параметрів тонкошарової штукатурки

Склад розчину такий: цемент: 3,74 %; вапно: 6,7 %; кварцовий пісок: 59 %; механоактивовані карбонатні наповнювач: 19,72 %; вода: 15,6 %; 20 % ПВАД: 5 % від маси сухих мінеральних компонентів.

Дослідження проводились із застосуванням експериментально-статистичного моделювання. Кодові та натуральні значення встановлені на основі проведення пошукових експериментів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Рівні факторів та інтервали варіювання

Фактори	Рівні факторів			Інтервал варіювання
	-1	0	+1	
1	2	3	4	5
x ₁ - рухливість, см (A)	12	13	14	1
x ₂ - відстань від сопла, см (L)	20	40	60	20
x ₃ - тиск повітря, МПа (p)	0,12	0,14	0,16	0,02
x ₄ - швидкість переміщення, м/с (v)	0,4	0,6	0,8	0,2
x ₅ – тонкість помолу карбонатного наповнювача, % (T)	7,6	7,8	8	0,2

Слід зауважити, що п'ятий параметр – тонкість помолу карбонатного наповнювача використовується не як параметр оптимізації, а призначений для надання отриманим рівнянням регресії універсальності для різної тонкості помолу карбонатного наповнювача.

Дослідження впливу перерахованих вище факторів на товщину штукатурного шару нанесеного на глиняну та силікатну цеглу, ширину смуги штукатурки, нанесеної на глиняну та силікатну цеглу, адгезію до основи з глиняної та силікатної цегли при проведенні однофакторних експериментів пов'язане із значними труднощами і об'ємами робіт. Тому доцільно провести

багатофакторний експеримент для отримання рівнянь регресії для функцій відгуку t_1 , t_2 , l_1 , l_2 , $R_{ад1}$, $R_{ад2}$ за допомогою планування багатофакторного експерименту вигляду 2^5 методом Бокса-Уілсона [3,4]. Отримані в результаті експерименту рівняння регресії наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Рівняння регресії оптимізуючих параметрів

№	Досліджувані параметри	Рівняння регресії
1	Товщина штукатурного шару нанесеного на глиняну цеглу	$t_1 = -64,22 - 0,2833A - 0,1364L + 16,68p + 10,71v - 2,672T + 0,01462A^2 - 0,00018L^2 + 102,7p^2 - 14,17v^2 + 1,601T^2$
2	Товщина штукатурного шару нанесеного на силікатну цеглу	$t_2 = -53,68 + 0,05872A - 0,1153L + 11,7p + 30,39v - 1,46T + 0,02888A^2 + 0,000171L^2 + 171,4p^2 - 31,15v^2 + 1,053T^2$
3	Ширина смуги штукатурки нанесеної на глиняну цеглу	$l_1 = -1199,65 - 12,88A + 0,5197L + 828,6p - 28,26v + 308,7T - 0,0365AL - 36,5Ap + 2,496AT + 2,075Lp + 0,0156Lv - 0,00312LT + 187,2pv + 2,964vT + 0,168A^2 + 0,000288L^2 - 1763p^2 + 4,641v^2 - 22,04T^2$
4	Ширина смуги штукатурки нанесеної на силікатну цеглу	$l_2 = -1957,9 + 1,294A + 0,06992L - 53,76p + 25,94v + 510,9T - 0,0296AL - 3,9Ap - 2,012Av - 0,2964AT + 2,66Lp + 0,01638Lv - 0,00702LT + 11,7pv - 14,82pT - 1,482vT + 0,1363A^2 - 0,00167L^2 + 186,3p^2 + 4,95v^2 - 32,76T^2$
5	Адгезія до основи з глиняної цегли	$R_{ад1} = -24,34 + 2,372A - 0,0186L - 6,142p - 0,8281v - 0,1863T + 0,001106AL + 0,01404Ap - 0,00577Av + 0,007644AT - 0,00382Lp + 0,000164Lv + 0,1638pv - 0,039pT + 0,03198vT - 0,09296A^2 + 2,3 \cdot 10^{-5}L^2 + 27,83p^2 + 0,5628v^2 + 0,1901T^2$
6	Адгезія до основи з силікатної цегли	$R_{ад2} = -24,08 + 3,367A - 0,00565L + 18,23p - 0,1105v - 0,1674T - 1,385Ap - 0,00281Av + 0,01997AT + 0,03338Lp - 0,00133Lv + 0,000686LT - 0,3432pv + 0,5772pT + 0,00624vT - 0,1226A^2 + 0,9039p^2 + 0,1436v^2 + 0,009039T^2$

Отримані рівняння регресії (табл. 2) дозволяють провести параметричну оптимізацію величин товщини штукатурного шару, нанесеного на глиняну t_1 та силікатну t_2 цеглу, ширини смуги штукатурки, нанесеної на глиняну l_1 та силікатну l_2 цеглу, адгезії до основи з глиняної $R_{ад1}$ та силікатної $R_{ад2}$ цегли із забезпеченням оптимальних їх значень.

Експерименти показали, що залежності значень товщини штукатурного шару, нанесеного на глиняну t_1 та силікатну t_2 цеглу, ширини смуги штукатурки, нанесеної на глиняну l_1 та силікатну l_2 цеглу, адгезії до основи з глиняної $R_{ад1}$ та силікатної $R_{ад2}$ цегли залежать від таких параметрів: рухливості A , відстані від сопла L , тиску повітря p , швидкості перемішування v , тонкості помолу карбонатного наповнювача T і носять квадратичний характер, а також для цільових функцій l_1 , l_2 , $R_{ад1}$, $R_{ад2}$ мають місце ефекти взаємодій факторів 1-го порядку.

За допомогою пакета прикладних програм MathCAD було проведено оптимізацію значень товщини штукатурного шару, нанесеного на глиняну t_1 та силікатну t_2 цеглу, ширини смуги штукатурки, нанесеної на глиняну l_1 та силікатну l_2 цеглу, адгезії до основи з глиняної $R_{ад1}$ та силікатної $R_{ад2}$ цегли шляхом забезпечення їх оптимальних значень $t_i=7...10$ мм, $l_i=30$ см, $R_{адi}=1$ МПа.

На рис. 1-3 показано поверхні відгуків критеріїв оптимізації та їх двовимірні перерізи залежності значень величин товщини штукатурного шару, нанесеного на глиняну t_1 та силікатну t_2 цеглу, ширини смуги штукатурки, нанесеної на глиняну l_1 та силікатну l_2 цеглу, адгезії до основи з глиняної $R_{ад1}$ та силікатної $R_{ад2}$ цегли від окремих дійсних значень параметрів оптимізації: рухливості A , відстані від сопла L , тиску повітря p , швидкості перемішування v при тонкості помолу карбонатного наповнювача $T = 7,8$ %.

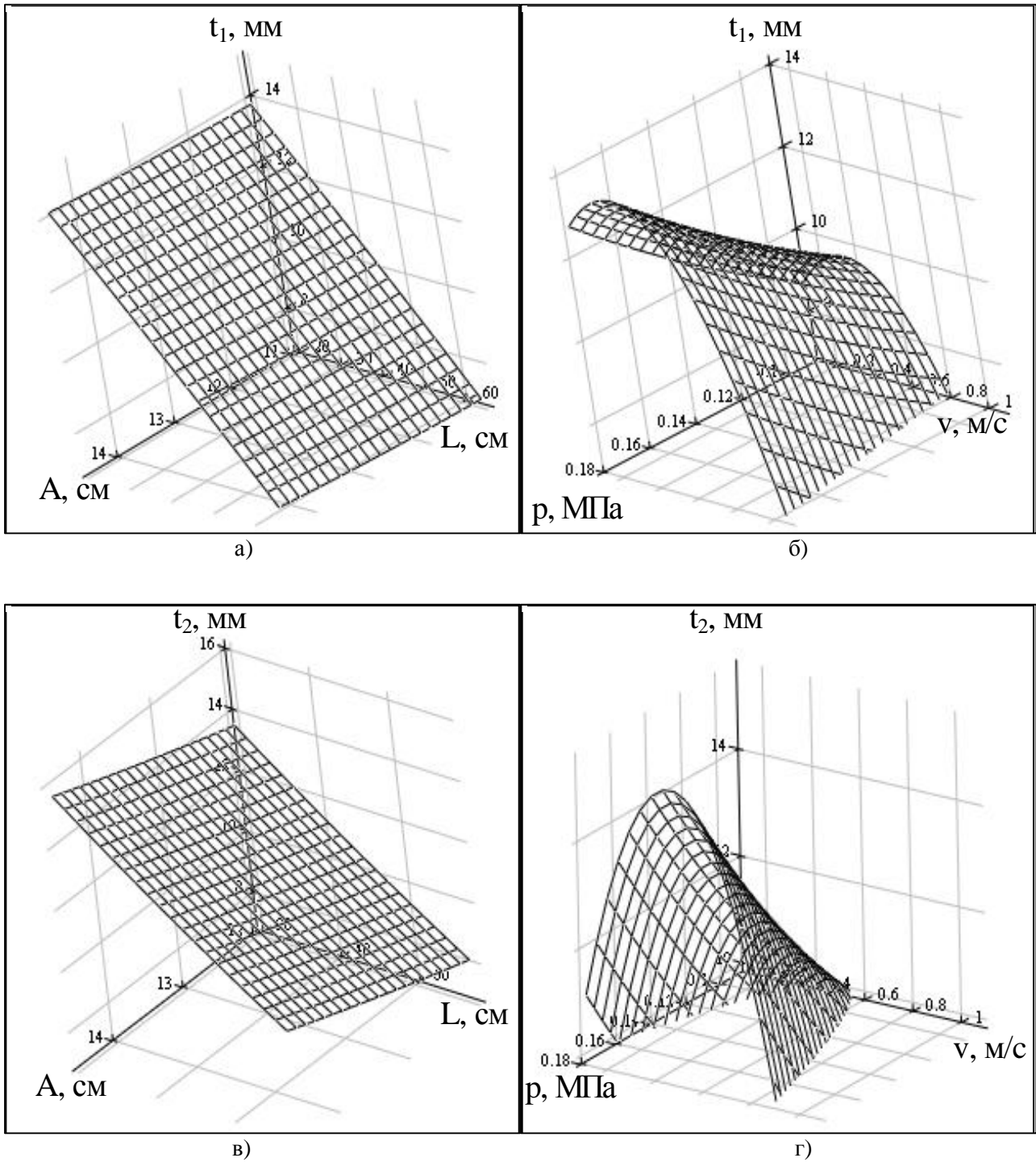


Рис. 1. Поверхні відгуків та їх двовимірні перерізи залежності значень величини товщини штукатурного шару, нанесеного на глиняну t_1 та силікатну t_2 цеглу в площині дійсних значень параметрів оптимізації:

- а) $t_1 = f(A, L)$;
- б) $t_1 = f(p, v)$;
- в) $t_2 = f(A, L)$;
- г) $t_2 = f(p, v)$

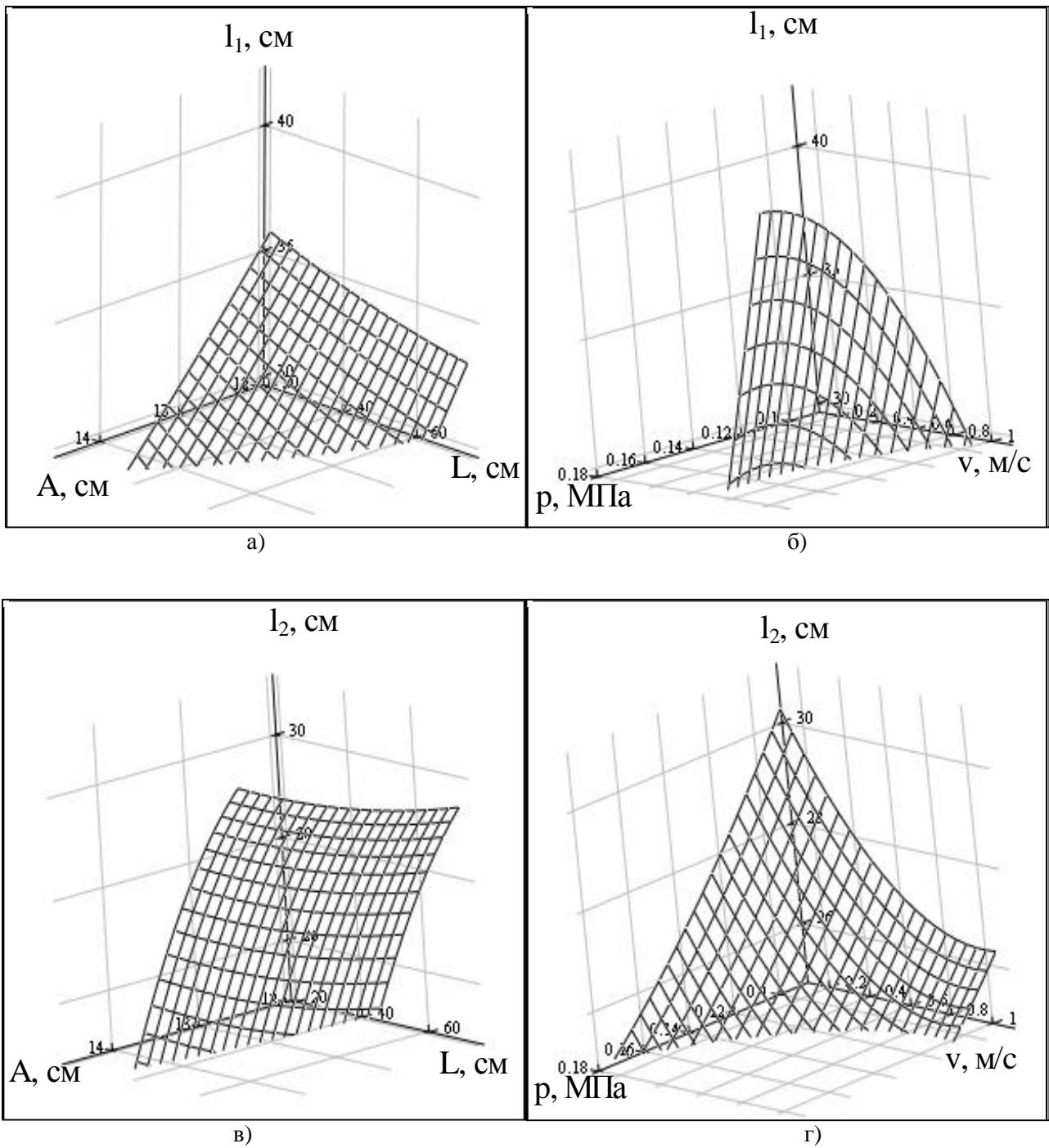


Рис. 2. Поверхні відгуків та їх двовимірні перерізи залежності значень величини ширини смуги штукатурки, нанесеної на глиняну l_1 та силікатну l_2 цеглу в площині дійсних значень параметрів оптимізації:

а) $l_1 = f(A, L)$;

б) $l_1 = f(p, v)$;

в) $l_2 = f(A, L)$;

г) $l_2 = f(p, v)$

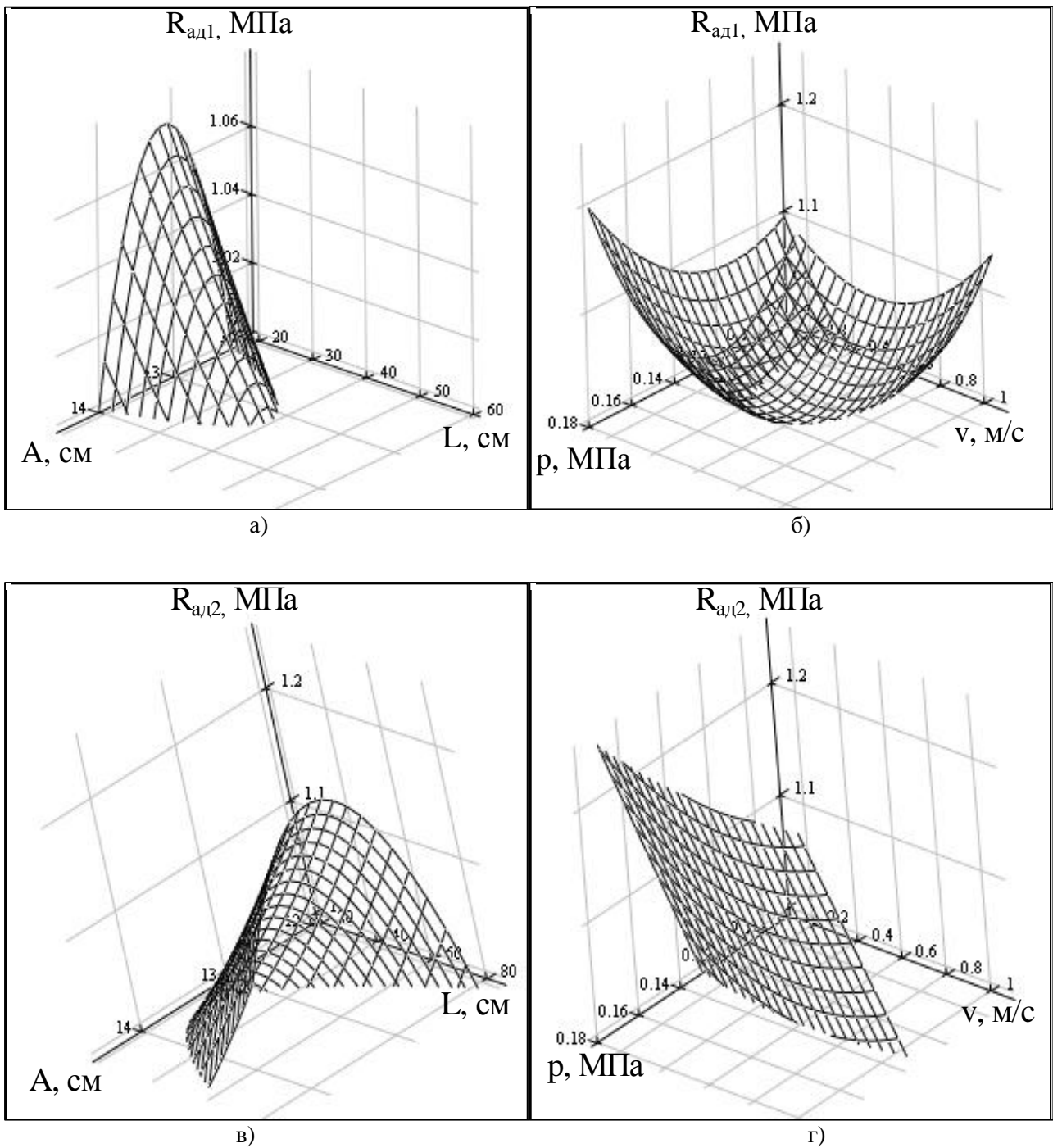


Рис. 3. Поверхні відгуків та їх двовимірні перерізи залежності значень величини адгезії до основи з глиняної $R_{ад1}$ та силікатної $R_{ад2}$ цегли в площині дійсних значень параметрів оптимізації:

- а) $R_{ад1} = f(A, L)$;
- б) $R_{ад1} = f(p, v)$;
- в) $R_{ад2} = f(A, L)$;
- г) $R_{ад2} = f(p, v)$

В результаті проведення параметричної оптимізації отримані такі оптимальні значення параметрів технологічних параметрів тонкошарової штукатурки, які наведені в табл.3.

Таблиця 3

Області оптимальних значень технологічних параметрів тонкошарової штукатурки

Параметр	Область оптимальних значень	
	для глиняної цегли	для силікатної цегли
Рухливість А, см	13,1...13,5	13...14,15
Відстань від сопла L, см	57...66	≥39
Тиск повітря р, МПа	≥0,144	≥0,14
Швидкість переміщення v, м/с	≥0,82	≥0,78
Тонкість помолу карбонатного наповнювача Т, %	≥7,8	≥7,79

Висновки

1. За допомогою математичного методу планування експерименту, досліджено і встановлено оптимальні параметри улаштування тонкошарового штукатурного покриття. Отримані поліноміальні моделі для визначення товщини і ширини смуги нанесеного розчину в залежності від технологічних параметрів штукатурного процесу і матеріалу поверхні основи.
2. Отримано області оптимальних значень технологічних параметрів тонкошарової штукатурки: для глиняної цегли $A=13,22...13,78$ см, $L \leq 40$ см, $p=1,39...1,55$ кг/см², $v \leq 6$ м/хв, $T \geq 7,8$ %; для силікатної цегли $A=13,18...13,89$ см, $L \leq 33$ см, $p=1,44...1,52$ кг/см², $v \leq 4,6$ м/хв, $T \geq 7,81$ %.

Використана література

1. Ивлиев А.А., Кальгин А.А., Скок О.М. Отделочные работы. – М.: Профобриздат, 2002. – 488 с.
2. Остапенко Т.Є. Технологія опоряджувальних робіт. – К.: Вища освіта, 2003. – 384 с.
3. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Наука, 1976. - 280 с.
4. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 114 с.

Кривенко Лілія Василівна – асистент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.