

УДК 666.772.1:698.9.03

Гузій С.Г., канд. техн. наук, с.н.с.
Кривенко П.В, доктор техн. наук, професор,
директор НДІВМ ім. В.Д. Глуховського, м. Київ,
Константиновський Б.Я., канд. техн. наук,
доцент, Киричок В.І., студент КНУБА, м. Київ

ВПЛИВ СКЛАДУ ГЕОЦЕМЕНТУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

По даним аналітичних оглядів в Україні зношеність металевих конструкцій досягає 65-75% внаслідок дії корозійних процесів. Зазвичай корозійні процеси в металевих конструкціях протікають по електрохімічному механізму, тобто в умовах перемінних температурно-вологісних полів. Поверхня середньовуглецевих будівельних сталей кородує за рахунок дії короткозамкнених гальванічних елементів (КГЕ), які утворюються із-за неоднорідності металевої та рідкої фаз і прояву фізичних умов. Утворення електродних потенціалів в даних КГЕ проходить із-за різних структурних складових і концентрації потенціалів, які визначають кількість іонів в різних ділянках прилеглого до поверхні металу шару електроліту (водного розчину, що містить кислоти, луги або солі). На величину електродного потенціалу впливають концентрація агресивних газів (зокрема кисню), стан щільності окислів (товщина, суцільність, хімічний склад) і т.п. Видимі продукти атмосферної корозії складаються з гідратованих оксидів заліза (іржа), продуктів газової корозії – окалини, що істотно впливає на характер руйнування металевої поверхні [1, 2].

Основним напрямом підвищення довговічності металевих конструкцій, що виявляється в їх стійкості до агресивних факторів зовнішнього середовища, є використання вторинного захисту за допомогою покриттів і захисних композицій, розроблених відповідно до СНиП 2.03.11-85. Але вторинні методи захисту, які отримані на основі органічних в'язучих [2-4], неспроможні забезпечити захист як внутрішніх, так і зовнішніх металевих поверхонь конструкцій, що експлуатуються за умов підвищених температур і наявності вологих агресивних газових середовищ, наприклад, металеві димові труби, вагонетки для сушки цегли-сирцю та інші. Як альтернатива заміни останніх - використання захисних композицій на основі геоцементів [5-13].

Метою даної роботи є дослідження впливу складу геоцементу та температури обробки на властивості захисних покриттів, стійких до дії термовологих агресивних газових середовищ [12, 13].

В роботі досліджено вплив основних структуроутворюючих оксидів геоцементів, активованих в полі динамічної кавітації [14, 15], на фізико-механічні властивості захисних покриттів за допомогою повного трьох факторного тривірневого методу експерименту [16].

В якості варійованих факторів вибрано: кількість молей K_2O (X_1), кількість молекул SiO_2 (X_2) і H_2O (X_3) у складі структурної формули геоцементу виду $(nK_2O+mNa_2O) Al_2O_3$ (3,5-4,5) SiO_2 (10,5-14,5) H_2O . У якості вихідних параметрів обрано зміну міцності при стиску та усадки/розширення в діапазоні температур 60-900°C. Зміна варійованих факторів наведена в табл. 2.1. Результати оптимізації приведені в табл. 2.

У результаті оптимізації складів геоцементів отримані адекватні по критерію Фішера рівняння регресії (1-10) і побудовані ізопараметричні діаграми зміни міцності при стиску зразків геоцементів в діапазоні температур 60-900°C (рис. 1), усадки/розширення зразків геоцементів в діапазоні температур 300-900°C (рис. 2).

Таблиця 1 - Фактори варіювання

Фактори, вигляд		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
натуральний	кодований	нижній -1	середній 0	верхній +1	
K_2O , моль	X_1	0.25	0.30	0.35	0.05
Кількість молекул SiO_2	X_2	3.5	4.0	4.5	0.5
Кількість молекул H_2O	X_3	10.5	12.5	14.5	2.0

Таблиця 2 - Матриця експерименту

Матриця плану в натуральних величинах			Міцність при стиску, МПа, після термообробки, °С					Усадка/розширення, %, після термообробки, °С			
K ₂ O	SiO ₂	H ₂ O	60	300	600	700	900	300	600	700	900
0,35	4,5	14,5	10,72	22,58	4,34	6,9	5,38	-4,4	-3,50	3,13	10,4
0,25	4,5	14,5	15,02	10,42	3,3	7,51	2,25	-1,79	-6,27	1,25	1,18
0,35	3,5	14,5	4,83	16,94	6,35	2,33	14,2	-1,39	-4,89	-4,89	-1,08
0,25	3,5	14,5	8,16	6,48	0,6	2,1	10,5	-2,03	-3,32	-7,31	-8,25
0,35	4,5	10,5	4,05	0,42	1,64	2,79	3,20	3,76	6,83	3,76	4,0
0,25	4,5	10,5	30,95	20,59	5,97	1,78	6,08	0,57	9,25	13,7	13,7
0,35	3,5	10,5	8,95	1,41	0,4	1,21	1,27	-3,40	0,58	5,9	4,20
0,25	3,5	10,5	31,26	8,54	0,8	13,5	5,58	-2,09	-2,5	-3,34	-5,67
0,35	4	12,5	18,51	8,95	4,3	11,8	11,8	-5,6	-9,93	1,56	5,4
0,25	4	12,5	32,13	8,15	2,4	14,2	3,64	-2,08	-5,95	-0,80	4,86
0,3	4,5	12,5	5,92	10,93	0,9	7,77	0,36	-2,25	-3,58	5,39	17,1
0,3	3,5	12,5	7,47	2,14	0,8	8,38	15,2	-0,76	-5,36	-2,37	-4,74
0,3	4	14,5	3,1	11,15	11,4	8,68	0,19	-2,31	-8,71	4,09	29,9
0,3	4	10,5	16,59	10,4	0,6	4,95	0,83	-2,65	-4,20	7,59	20,5
0,3	4	12,5	20,18	9,38	0,84	7,78	2,74	-2,57	-7,45	2,40	6,70
0,25	3,5	12,5	16,7	3,07	0,64	7,41	1,32	1,1	-6,19	-3,59	-3,35
0,25	4	14,5	8,54	8,95	0,65	7,24	1,45	-2,1	-17,2	-6,05	1,55
0,25	4,5	12,5	23,63	11,43	0,23	5,65	1,55	-3,65	-4,33	8,16	14,7
0,25	4	10,5	35,21	11,97	0,7	4,25	0,51	-1,24	3,44	13,7	21,3
0,3	4,5	14,5	6,45	10,65	6,37	4,39	1,92	-2,24	-9,34	2,0	8,46
0,3	3,5	10,5	14,1	7,64	0,23	3,92	4,49	-1,07	-3,15	5,33	0,25
0,3	3,5	14,5	0,81	1,12	0,94	0,96	3,63	-4,27	-8,61	1,74	-1,71
0,3	4,5	10,5	13,26	5,1	1,40	4,07	4,07	-4,07	-4,98	8,9	10,1
0,35	3,5	12,5	7,46	5,71	0,95	0,63	0,63	-4,59	-6,46	0,4	-2,3
0,35	4	14,5	5,25	16,31	9,12	0,81	7,3	-3,39	-12,6	-2,66	1,61
0,35	4,5	12,5	16,31	0,76	1,19	1,46	7,1	-4,81	-2,11	6,83	5,22
0,35	4	10,5	11,2	2,31	0,42	2,67	1,24	-6,38	-2,48	15,1	9,03

Міцність при стиску, МПа, по ГОСТ 310.4-81 зразків-кубів гецементів розмірами 2x2x2 см після температурної обробки, °С (темно-синій колір знаків найбільш значущих чинників):

60° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}}=7,55 < F_{\text{tabular}}=19,3$):

$$Y=16,56-7,05X_1+0,6X_2-5X_3+10,45X_{11}-8,18X_{22}-5,03X_{33}-0,69X_1X_2+5,2X_1X_3+2,25X_2X_3; \quad (1)$$

300° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}}=18,06 < F_{\text{tabular}}=19,3$):

$$Y=8-0,39X_1+2,94X_2+2,62X_3+0,87X_{11}-1,15X_{22}+3,09X_{33}-1,42X_1X_2+6,24X_1X_3-0,19X_2X_3; \quad (2)$$

600° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}}=12,13 < F_{\text{tabular}}=19,3$):

$$Y=2,37+0,43X_1+0,72X_2+1,66X_3+0,1X_{11}-2,26X_{22}+2,89X_{33}-1,08X_1X_2+1,44X_1X_3-0,72X_2X_3; \quad (3)$$

700° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}}=18,59 < F_{\text{tabular}}=19,3$):

$$Y=8,9-1,41X_1-0,08X_2+0,33X_3+2,46X_{11}-2,47X_{22}-3,73X_{33}+1,56X_1X_2+1,36X_1X_3+2,52X_2X_3; \quad (4)$$

900° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}}=16,87 < F_{\text{tabular}}=19,3$):

$$Y=2,46+0,2X_1-2,95X_2+1,56X_3+1,71X_{11}+4,66X_{22}-2,61X_{33}+0,11X_1X_2+1,75X_1X_3-2,44X_2X_3; \quad (5)$$

На зміну міцності при стиску (при твердненні зразків гецементів при 60°С) найбільш вагомо впливає фактор X_2 та сумісна дія факторів X_1X_3 і X_2X_3 . Підвищення температури обробки до 300°С дещо змінює вплив факторів варіювання на міцність матеріалу при стиску. Найбільш вагомо на міцносні показники впливають фактори X_2 і X_3 , а також сумісна дія факторів X_1X_3 .

При температурі обробки 600°C на показники міцності зразків гецементів найбільш вагомо впливають всі фактори варіювання та сумісна дія факторів X_1X_3 . Термообробка зразків гецементів при 700°C призвело до домінуючого впливу на міцність при стиску фактору X_3 та сумісної дії факторів X_1X_2 , X_1X_3 і X_2X_3 ; при температурі випалювання 900°C на міцність при стиску впливають фактори X_1 і X_3 , а також сумісна дія факторів X_1X_2 і X_1X_3 .

Усадка/розширення, %, по ГОСТ 30515-97 зразків-кубів гецементів розмірами 2x2x2 см після температурної обробки, °C (темно-синій колір знаків найбільш значущих чинників):

300° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}} = 15,49 < F_{\text{tabular}} = 19,3$):

$$U = -2,63 - 0,36X_1 + 0,56X_2 - 0,81X_3 - 0,83X_{11} + 1,5X_{22} + 0,53X_{33} + 0,16X_1X_2 - 0,48X_1X_3 - 1,57X_2X_3; \quad (6)$$

600° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}} = 13,92 < F_{\text{tabular}} = 19,3$):

$$U = -7,74 - 0,21X_1 + 1,82X_2 - 3,67X_3 + 0,69X_{11} + 4,16X_{22} + 2,18X_{33} - 0,15X_1X_2 + 0,07X_1X_3 - 2,45X_2X_3; \quad (7)$$

700° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}} = 17,6 < F_{\text{tabular}} = 19,3$):

$$U = 2,16 + 0,6X_1 + 3,92X_2 - 3,13X_3 - 2,36X_{11} - 1,23X_{22} + 3,1X_{33} - 2,47X_1X_2 + 0,63X_1X_3 + 0,21X_2X_3; \quad (8)$$

900° (по критерію Фішера $F_{\text{calculation}} = 17,97 < F_{\text{tabular}} = 19,3$):

$$U = 9,85 + 1,71X_1 + 6,19X_2 - 0,46X_3 - 9,18X_{11} - 8,13X_{22} + 10,89X_{33} - 2,19X_1X_2 + 2,03X_1X_3 + 0,22X_2X_3 \quad (10).$$

При температурній обробці зразків гецементів в інтервалі температур 300-600°C найбільш на деформації усадки впливає фактор X_2 та сумісна дія факторів X_1X_2 і X_1X_3 . В діапазоні температур 700-900°C на усадку та розширення гецементів впливають фактори X_1 і X_2 та сумісна дія факторів X_1X_3 і X_2X_3 . У результаті дії температур зразки гецементів дегідратують, втрачають масу та спікаються. Так, при температурах обробки 300 і 900°C на цей процес найбільш вагомо впливають фактори X_1 і X_2 та сумісна дія факторів X_1X_2 і X_2X_3 . При температурах 600 і 700°C, коли проходять інтенсивні процеси аморфізації та перекристалізації структур, на втрату маси впливають фактори X_1 і X_3 , та сумісна дія факторів X_1X_2 , X_1X_3 і X_2X_3 .

Як було зазначено вище, на міцність при стиску при температурі тверднення гецементів 60°C великий вплив має фактор X_2 , тобто кількість молекул кремнезему в складі гецементу. Цілковим логічним є той факт, що максимальною міцністю – 31 МПа характеризується гецементна композиція при факторах варіювання $X_1=0,25$, $X_2=4,5$ і $X_3=10,5$. Ізолінії максимальної міцності розташовуються по боковим граням кубового простору при одночасовому збільшенні кількості молекул SiO_2 та зменшенні молекул H_2O і молей K_2O у складах гецементів (рис. 1, поз. а).

Термообробка зразків гецементів при температурі 300°C сприяє зміщенню максимальних значень міцності у верхню бокову грань кубового простору при одночасовому збільшенні кількості молей K_2O та молекул H_2O у складі гецементів. Максимальною міцністю при стиску – 21 МПа характеризується гецемент складу $(0,25\text{K}_2\text{O} + 0,75\text{Na}_2\text{O}) \times \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{SiO}_2 \times 10,5\text{H}_2\text{O}$ (рис. 1, поз. б).

Подальше підвищення температури обробки (600°C) призводить до спаду міцності штучного каменю за рахунок проходження процесів дегідратації та перекристалізації новоутворень штучного каменю [9, 18].

Максимальною міцністю при стиску – 11 МПа характеризується гецемент складу $(0,3\text{K}_2\text{O} + 0,7\text{Na}_2\text{O}) \times \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \times 14,5\text{H}_2\text{O}$ (рис. 1, поз. в). Характер змін ізоліній міцності аналогічний вище наведеному (рис. 1, поз. б).

При термообробці гецементних композицій при температурі 700°C (рис. 1, поз. г) на зміну міцності при стиску впливає збільшення кількості молей K_2O (X_1) від 0,3 до 0,35 та кількості молекул води від 12,5 до 14,5 (X_3) у складі гецементів. Ізолінії максимальної міцності – 8,7 МПа розташовуються у верхньому правому куті факторного кубового простору і характерні для гецементу складу $(0,35\text{K}_2\text{O} + 0,65\text{Na}_2\text{O}) \times \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \times 12,5\text{H}_2\text{O}$.

Підвищення температури випалу до 900°C сприяє проходженню процесів спікання алюмосилікатної матриці. Ізолінії максимальних значень міцності знаходяться по верхнім правим кутам кубового факторного простору при одно часовому зменшенні та збільшенні кількості молекул SiO_2 від середніх до крайніх значень, та збільшенні кількості молей K_2O від 0,25 до 0,35 і кількості молекул H_2O від 10,5 до 14,5 у складі гецементів (рис. 1, поз. д). Максимальною міцністю при стиску – 15 МПа характеризується гецемент складу $(0,3\text{K}_2\text{O} + 0,7\text{Na}_2\text{O}) \times \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3,5\text{SiO}_2 \times 12,5\text{H}_2\text{O}$.

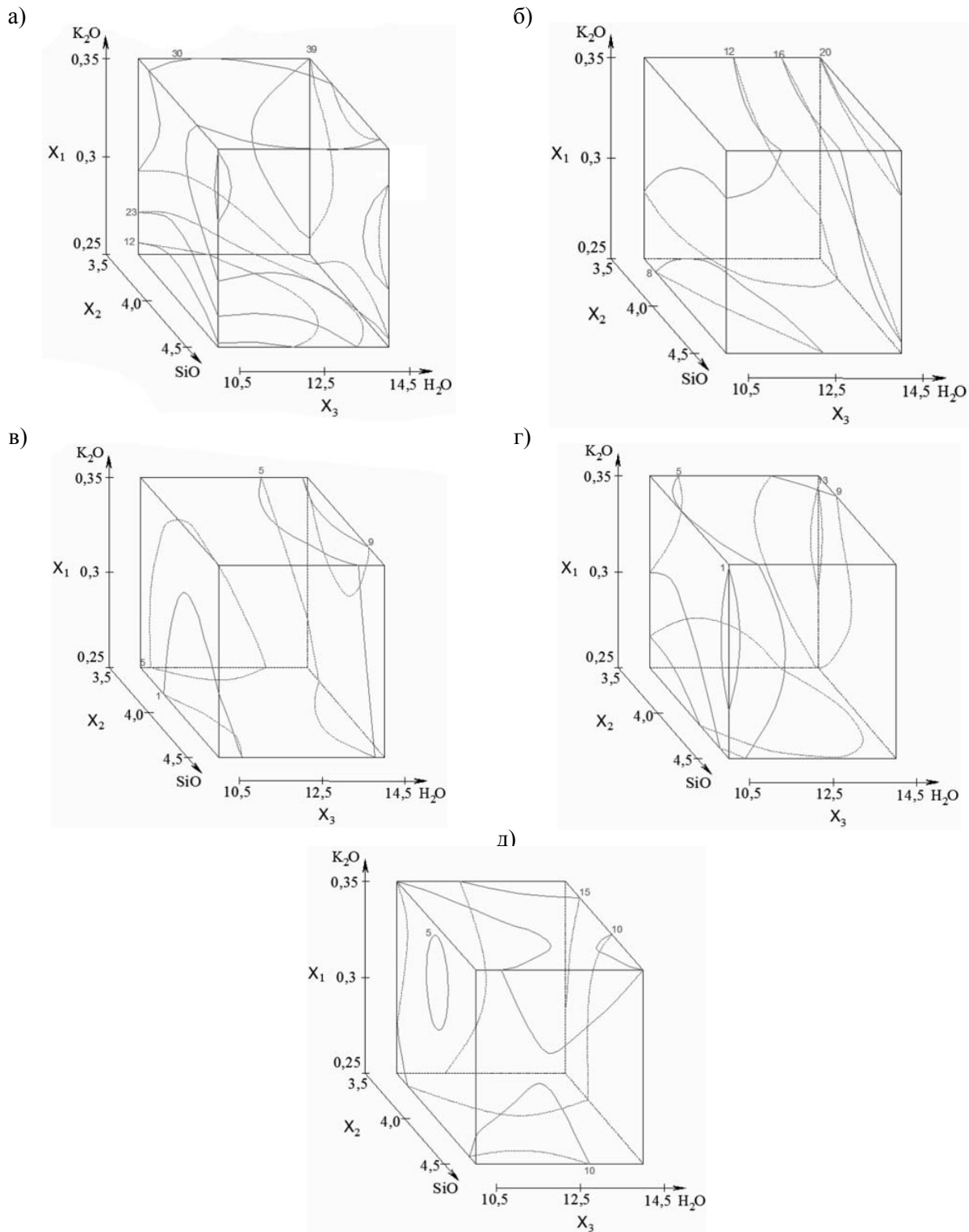


Рисунок 1 - Вплив варійованих факторів на міцність при стиску, МПа, після термообробки геоцементу при температурах, °С: а -60; б – 300; в – 600; г – 700; д – 900

Важливим показником з точки зору сумісної роботи покриття з металевою основою є показники деформацій усадки/розширення (рис. 2). По отриманим експериментальним даним слідує, що при температурі нагріву до 300°C для системи “геоцементне покриття – металева основа” характерні деформації усадки геоцементів в межах від 0,76 до 5,6%. Але для композицій, які вміщують 0,25 і 0,35 молів K_2O при 4,5 молекулах SiO_2 і 10,5 молекулах H_2O характерні деформації розширення від 0,57 до 3,76% (табл. 2.2). Ізолінії мінімальних значень усадки – 0,76-

1,1% знаходяться на верхній передній грані кубового простору (рис. 2, поз. а) і характерні для композицій, які вміщують від 3,5 до 4,5 молекул SiO_2 і від 10,5 до 12,5 молекул H_2O у складі геоцементів.

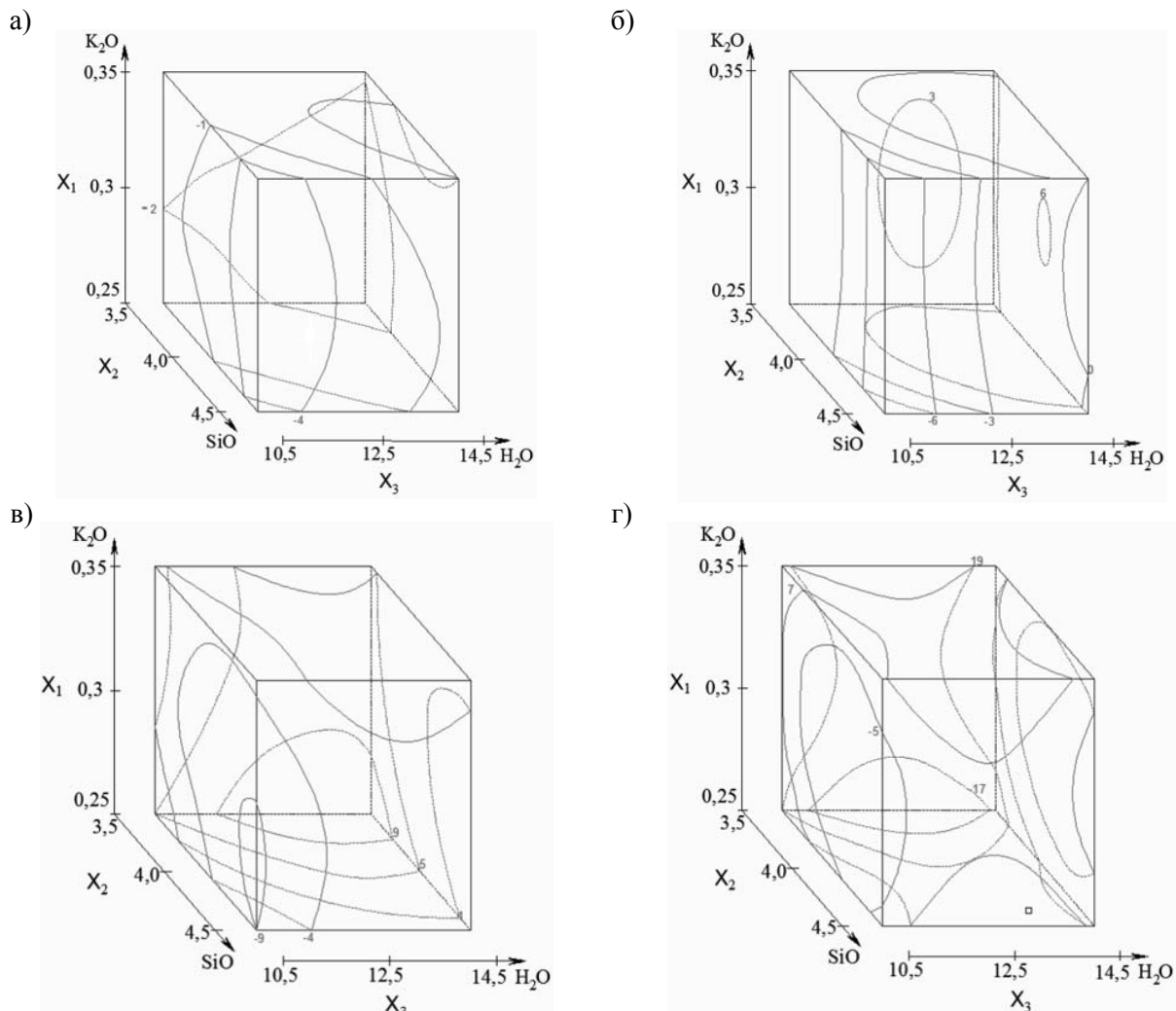


Рисунок 2 - Вплив варійованих факторів на зміну усадки/розширення, %, після термообробки геоцементів при температурах, °C: а - 300; б - 600; в - 700; г - 900

Подальше підвищення температури до 600°C призводить до підвищення значень усадки та розширення. Максимальні значення усадки (-9,93%) характерні для композицій при $X_1=0,35$, $X_2=4$ і $X_3=12,5$; а значення розширення (9,25%) характерні для композицій при $X_1=0,25$, $X_2=4,5$ і $X_3=10,5$. Ізолнії максимальних значень усадки та розширення знаходяться на передній грані та правій боковій грані кубового факторного простору (рис. 2, поз. б). Підвищення температури випалу до 700°C призводить до збільшення значень деформацій розширення майже для всіх розглянутих складів геоцементів.

Ізолнії максимальних значень деформацій розширення знаходяться як на передній, так і на задній гранях кубового факторного простору (рис. 2, поз. в). Максимальним розширенням - 13,7% відзначається геоцемент складу $(0,25\text{K}_2\text{O}+0,75\text{Na}_2\text{O})\times\text{Al}_2\text{O}_3$, $4,5\text{SiO}_2\times 10,5\text{H}_2\text{O}$. Дана картина розташування максимальних значень ізолній деформацій розширення характерна для геоцементів і за умов термообробки при температурі 900°C (рис. 2, поз. г). Максимальним значенням деформацій розширення - 29,9% характеризується геоцементна композиція складу $(0,3\text{K}_2\text{O}+0,7\text{Na}_2\text{O})\times\text{Al}_2\text{O}_3$, $4\text{SiO}_2\times 14,5\text{H}_2\text{O}$.

Враховуючи вище зазначене, можна сказати, що більш доцільним є робота геоцементного покриття сумісно з металевим підкладом за наступних умов експлуатації: при температурі 300°C - бажана усадка геоцементу (до -3,4%), а в діапазоні температур 600-900°C - невелике розширення (від 0,58 до 4,2%). Таким умовам задовольняє геоцемент складу $(0,35\text{K}_2\text{O}+0,65\text{Na}_2\text{O})\times\text{Al}_2\text{O}_3$, $3,5\text{SiO}_2\times 10,5\text{H}_2\text{O}$.

Висновки:

1. У результаті оптимізації виявлено оптимальний склад геоцементу - $(0,35K_2O+0,65Na_2O) \times Al_2O_3 \cdot 3,5SiO_2 \times 10,5H_2O$, який характеризується розтічністю 161-173 мм протягом 1 години, максимальною адгезією – 0 балів до металевої основи в діапазоні температур 60-900°C [17], міцністю при стиску в цьому ж діапазоні температур від 0,4 до 8,95 МПа та деформаціями усадки/розширення при температурі 300°C – до -3,4%, а в діапазоні температур 600-900°C – від 0,58 до 4,2% за рахунок синтезу с структурі геоцементу цеолітоподібних новоутворень структурних типів D(4-6)R і S4R, які визначають його стійкість до дії кислих середовищ [10, 18].
2. При нагріванні захищених металевих поверхонь до температур 300°C визначена сумісність роботи захисних покриттів з металевим підкладом. Значення змін лінійних розширень покриття та основи відбуваються по лінійній залежності [12, 19].

ЛІТЕРАТУРА

1. Розенфельд И.Л. Атмосферная коррозия металлов. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 372 с.
2. Улиг Г.Г., Ревы Р.У. Коррозия и борьба с ней. – Л.: Химия, 1989.- 425 с.
3. А.Г. Воронков, В.П. Ярцев Эпоксидные полимеррастворы для ремонта и защиты строительных изделий и конструкций. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2006. – 92 с.
4. Сафрончик В.И. Защита от коррозии строительных конструкций и технологического оборудования. – Л.: Стройиздат, 1988. – 255 с.
5. Krivenko, P.V. Fireproof coatings on the basis of alkaline aluminum silicate systems / Krivenko, P.V., Pushkareva, Y.K., Sukhanovich, M.V., Guziy, S.G. // Ceramic Engineering and Science Proceedings. - 29(10). - 2009. - P. 129-142.
6. Кривенко П.В. Защита металлоконструкций от агрессивных внешних сред композициями на основе геоцементов / П.В. Кривенко, С.Г. Гузий // Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Сейсмостійкість будівель та споруд / Вісник ОДАБА. - Вип. №33. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2009. – С. 228-234.
7. Антикоррозионные геоцементные композиции для защиты металлоконструкций / Кривенко П.В., Гузий С.Г., Лукаш Грич, Петр Фабиан // Вестник ОГАСА. - Вып. №35. – Одесса: “Город мастеров”, 2009. – С. 200-206.
8. Гузий С.Г. Защитные геоцементные покрытия протекторного типа для металлических конструкций // Журнал “Технологии бетонов” - №11-12. - 2010. – 38-39.
9. Гузий С.Г. Щелочные алюмосиликатные композиции для защиты строительных конструкций от агрессивных воздействий урбанистической среды / Гузий С.Г., Суханевич М.В. // Сборник трудов 6-й Междунар. научн.-техн. конф. «AquaStop-2010» Гидроизоляционные, кровельные и теплоизоляционные материалы, 14-15 апреля 2010 г., ЛЕНЭКСПО, Санкт-Петербург, Россия. – С. 56-64.
10. Geocement-based Coatings for Effective Protection of Metal Structures against Aggressive Environments / P.V. Krivenko, S.G. Guziy, L. Gric, P. Fabian // First International on Advances Chemically-activated Materials (CAM' 2010 - China), May 9-12, 2010, Jinan, Shandong, China. - P. 206-215.
11. Experience from Use of Corrosion Resistant Geocement-based Coatings / S.Guzii, J.Sussmilh, L.Grich, P. Fabian // Non-Traditional cement & Concrete IV. Proc. of the Intern. Symp. Brno University of Technology, Brno, June 27-30, 2011. - P. 383-391.
12. Гузий С.Г. Физико-химические особенности структурообразования в минеральных геополимерных покрытиях, стойких к воздействию коррозионных газовых сред // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – Вип. 38. – 2010. – С. 17-23.
13. Гузий С.Г. Антикоррозийный захист сушильних вагонеток композиціями на основі геоцементу / С.Г. Гузий , Б.Я. Константиновський // Будівельні матеріали, виробы та санітарна

техніка: наук.-техн. зб. - №42 - 2011.- С. 72-76.

14. Промтов М.А. Машины и аппараты с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые среды: учебное пособие. / М.А. Промтов. – М.: Издательство Машиностроение-1, 2004. – 136 с

15. Гузій С.Г. Исследования физических свойств щелочных алюмосиликатных суспензий после кавитационной обработки / С.Г. Гузій, С.А. Теренчук // Вестник НТУ “ХПИ”. Сб. научн. тр. Тематический выпуск “Химия, химическая технология та екологія”. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2010. - №65. – С. 119-126.

16. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.

17. Guzii S.G. Influence of the alkaline modifier and of the basic forming oxides geopolymer hydronepheline-analcime- faujasite composition on rheological and adhesive properties / S.G. Guzii, V.I. Kuruchok // Proc. 11 th International Scientific Conference VSU, 2-3 June 2011, Sofia, Bulgaria – Vol. 2 - V-179-186.

18. Гузій С.Г. Математична модель корозійної стійкості геополімерних покриттів протекторного типу, призначених для захисту будівельних сталей від атмосферної корозії / С.Г. Гузій, С.А. Теренчук, С.В. Бондаренко, В.І. Киричок, Ю.В. Нестеренко // “Строительные материалы и изделия”. - №6(65). – 2010. – С. 15-19.

19. Гузій С.Г. Вплив технологічних добавок на механічні та деформативні властивості геоцементних антикорозійних покриттів для сталевих будівельних конструкцій / С.Г. Гузій, Л. Гріч // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП. – 2011 - Вип. 22. - С. 49-56.