

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, биотехнология, ресурсосбережения, малые населенные пункты, биоинженерные пруды.

**Швед Олекса Мирославович**, аспірант, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: [oleksa.shved@gmail.com](mailto:oleksa.shved@gmail.com).

**Червецова Вероніка Геннадіївна**, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: [chervetsova@mail.ru](mailto:chervetsova@mail.ru).

**Петріна Романа Омелянівна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: [rpetrina@i.ua](mailto:rpetrina@i.ua).

**Новиков Володимир Павлович**, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: [vnovikov@polynet.lviv.ua](mailto:vnovikov@polynet.lviv.ua).

**Швед Олекса Мирославович**, аспірант, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: [oleksa.shved@gmail.com](mailto:oleksa.shved@gmail.com).

логії, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

**Червецова Вероніка Геннадіївна**, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

**Петріна Романа Омелянівна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

**Новиков Володимир Павлович**, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

**Shved Oleksa**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [oleksa.shved@gmail.com](mailto:oleksa.shved@gmail.com).

**Chervetsova Veronika**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [chervetsova@mail.ru](mailto:chervetsova@mail.ru).

**Petrina Romana**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [rpetrina@i.ua](mailto:rpetrina@i.ua).

**Novikov Volodymyr**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [vnovikov@polynet.lviv.ua](mailto:vnovikov@polynet.lviv.ua).

УДК 666.9.035

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.43747

**Флейшер Г. Ю.,  
Токарчук В. В.,  
Свідерський В. А.**

## ВПЛИВ ГІДРОФОБІЗУЮЧИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТІВ

Досліджено вплив олеїнової кислоти на фізико-механічні властивості товарного цементу, клінкеру і доменного шлаку та властивості цементів на їх основі. Виявлені позитивні та негативні сторони застосування олеїнової кислоти як гідрофобізуючої добавки і запропоновано застосування двокомпонентної добавки на її основі в якості гідрофобізатора.

**Ключові слова:** товарний цемент, клінкер, доменний шлак, гідрофобізуюча добавка, міцність, вологопоглинання.

### 1. Вступ

Гідрофільність цементу, тобто здатність його і в порошкоподібному стані, і в стані цементного каменю добре змочуватися водою, призводить до багатьох небажаних наслідків. Наприклад, при помелі клінкеру адсорбована волога сприяє налипанню найдрібніших частинок на помольні тіла, що ускладнює роботу млина. Під час транспортування та зберігання цемент поглинає вологу з навколишнього середовища і внаслідок цього втрачає міцність. В процесі виготовлення бетонних та розчинних сумішей цемент іммобілізує значний надлишок води, що збільшує поруватість цементного каменю та шкідливо впливає на його міцність та стійкість. Нарешті, при тривалій дії води на тверді цементні матеріали їх експлуатаційні властивості можуть суттєво погіршитися [1]. Тому з метою обмеження негативного впливу води на всіх етапах виготовлення та застосування цементу використовують спеціальний вид цементу — гідрофобний.

На сьогоднішній день в літературі та практиці зустрічаються досить суперечливі дані щодо можливості використання певних органічних речовин в якості гідрофобізуючих

добавок. В першу чергу це стосується органічних жирних кислот та різноманітних відходів промисловості. Актуальною задачею в такому випадку є багатостороннє дослідження механізму впливу вже існуючих добавок та пошук альтернативних варіантів серед відходів, особливо харчової промисловості, численна кількість яких представлені жирами, жирними кислотами та їх похідними.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Гідрофобний цемент отримують введенням гідрофобізуючих добавок при помелі цементного клінкеру. Крім того, товарному цементу можна надати гідрофобних властивостей шляхом його повторного помелу в млинах в присутності гідрофобізатора.

До гідрофобізуючих добавок належать речовини, які містять полярні молекули, і здатні при адсорбції на поверхні цементних зерен до взаємодії з іонами кальцію та магнію. В результаті такої взаємодії утворюються кальцієві та магнієві гідрофобні солі, орієнтовані полярними частинами до зерен цементу, а вуглеводневими радикалами в поровий розчин.

При правильному виборі гідрофобізуючої добавки отриманий гідрофобний цемент має невелику гігроскопічність, не змочується водою та здатен тривалий час зберігатися навіть у вологому середовищі без втрати активності. Це пояснюється тим, що орієнтовані на поверхні вуглеводневі радикали гідрофобізаторів утворюють захисний шар.

Однак властивість цементу не змочуватися не повинна перешкоджати виготовленню бетонних (розчинових) сумішей звичайним шляхом. Зачинення цементу можливе лише тоді, коли в процесі перемішування він змочується водою. Для нормального змішування необхідно, щоб гідрофобна оболонка не була суцільною і щоб вона легко руйнувалася в процесі виготовлення бетонної (розчинової) суміші. Потрібно, щоб захисна плівка на зернах цементу мала «сітчасту» будову, тоді достатньо незначних порушень її цілісності, щоб почалася гідратація цементу.

Речовинами, придатними до застосування у складі гідрофобних цементів, вважаються нафтові мила, кислоти олеїнова [2] та олеїно-рицинова, стеаринова, пентахлорфенол, різноманітні смоли, віск, мила, відходи рафінування продовольчих жирів та масел тощо [3]. Запропоновано застосовувати ряд рослинних олій [4].

### 3. Об'єкт, цілі та задачі дослідження

Об'єктами даного дослідження є досить суперечливий (з точки зору доцільності застосування) гідрофобізатор як олеїнова кислота та гідрофобна композиція, представлена олеїною кислотою та одним з відходів харчової промисловості.

Мета даної роботи полягає у дослідженні впливу олеїнової кислоти та дослідної гідрофобної композиції на фізико-механічні показники товарного цементу, клінкеру і портландцементу на його основі та доменного шлаку і шлакопортландцементу на його основі. Основними критеріями ефективності були збільшення гідрофобних властивостей при збереженні нормального набору міцності цементами.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі основні дослідження:

- 1) визначити, наскільки ефективними гідрофобізуючими добавками є олеїнова кислота та гідрофобна композиція, шляхом визначення вологопоглинання оброблених ними цементів та активних мінеральних добавок;
- 2) визначити вплив цих добавок на одну з найважливіших властивостей цементів — міцність, а також нормальну густину, терміни тужавлення і вплив на швидкість помелу клінкеру та активної мінеральної добавки.

### 4. Матеріали та методи дослідження

Для дослідження застосовувалися: цементний клінкер, доменний шлак Алчевського металургійного комбінату, портландцемент типу I марки 500 ПАТ Івано-Франківськ-цемент, технічна олеїнова кислота, добавка Д-149-2. Д-149-2 є продуктом переробки відпрацьованої соняшникової олії і складається з діетаноламиду жирних кислот, метилового ефіру, солей жирних кислот, діетаноламіну та гліцерину.

Для визначення ефективності дії олеїнової кислоти як гідрофобізуючої добавки було проведено ряд досліджень: — олеїнова кислота в концентраціях 0,2, 0,6 та 1,0 мас. % змішувалася в лабораторному кульовому

млині з товарним цементом протягом 7 хв, після чого для гідрофобного цементу визначалися нормальна густина, терміни тужавлення, міцність на стиск, гідрофобність за показниками вологопоглинання; — олеїнова кислота в концентраціях 0,055, 0,105 та 0,155 мас. % вводилася окремо до клінкеру та доменного шлаку під час помелу їх в лабораторному кульовому млині; одночасно з помелом проводився ситовий аналіз; для клінкеру та шлаку окремо досліджувалася кінетика вологопоглинання; — з отриманих клінкеру та шлаку готувався портландцемент та шлакопортландцемент, для яких визначалися нормальна густина, терміни тужавлення та міцність на стиск.

З метою визначення ефективності дії композиції на основі Д-149-2 і олеїнової кислоти були проведені наступні дослідження:

- композиція (олеїнова кислота:Д-149-2 = 1 : 1) в концентраціях 0,055, 0,105 та 0,155 мас. % вводилася в кульовий млин при помелі клінкеру та шлаку; одночасно проводився ситовий аналіз, а для клінкеру та шлаку окремо досліджувалася кінетика вологопоглинання;
- з клінкеру та шлаку готувалися портландцемент та шлакопортландцемент, для яких визначалися нормальна густина, терміни тужавлення, міцність на стиск та показники вологопоглинання.

З клінкеру готувався портландцемент з наступним співвідношенням компонентів, (мас. %): клінкер — 95, гіпсовий камінь — 5. З шлаку готувався шлакопортландцемент з наступним співвідношенням компонентів, (мас. %): клінкер — 47,5, гіпсовий камінь — 2,5, доменний шлак — 50,0.

Нормальна густина, терміни тужавлення [5] та міцність на стиск [6] визначалися за стандартними методиками.

Вологопоглинання цементів проводилося аналогічно стандартній методиці визначення ефективності гідрофобізуючих добавок для бетонів. З метою забезпечення однаковості умов проведення досліду зразки цементів з добавками формувалися при однаковому водо-цементному відношенні [7].

Початкові розміри зерен клінкеру та шлаку до помелу знаходилися в межах 0,00–0,63 мм. Помел матеріалів проводився до повного проходження крізь сито № 008.

Дослідження кінетики вологопоглинання проводилося при 100 % вологості [8]. Рекомендований час витримки 3–6 місяців. Якщо через 3–6 місяців вологопоглинання обробленого цементу буде в 2–4 рази менше за вологопоглинання звичайного цементу, то оброблений матеріал можна вважати гідрофобним.

### 5. Результати впливу олеїнової кислоти та модифікованої олеїнової кислоти

**5.1. Олеїнова кислота.** Дослідні дані свідчать про те, що олеїнова кислота є ефективною гідрофобізуючою добавкою, оскільки показники вологопоглинання гідрофобного цементу (рис. 1) в 3–4 рази менші за показники звичайного портландцементу.

Варто зазначити, що збільшення вмісту кислоти незначно впливає на збільшення гідрофобності. В такому випадку концентрацію 0,2 мас. % можна вважати оптимальною, тобто такою, за якої відбувається ефективна гідрофобізація поверхні зерен цементу.

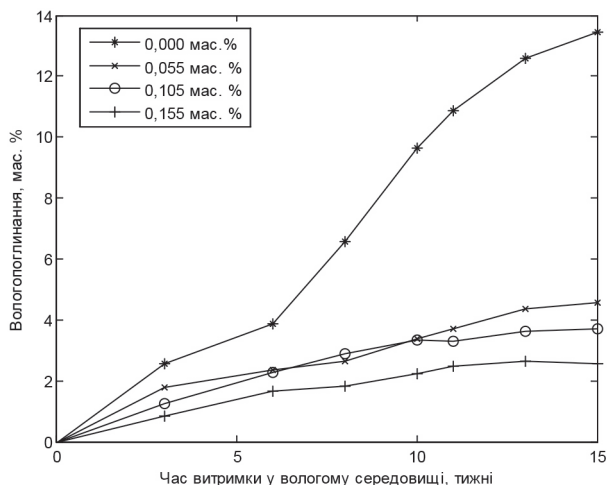


Рис. 1. Кінетика вологопоглинання товарного цементу з олеїною кислотою

Однак, надаючи цементу гідрофобних властивостей, олеїнова кислота гальмує наростання міцності цементу, залежно від концентрації в 1,2–2,0 рази (табл. 1).

Таблиця 1  
Фізико-механічні властивості товарного цементу з додавкою олеїнової кислоти

Концентрація, мас. %	Нормальна густина, %	Терміни тужавлення, год-хв		Міцність на стиск, МПа, у віці, діб		
		початок	кінець	2	7	28
0,0	28,0	0-35	3-35	20,6	31,0	36,8
0,2	28,5	0-50	4-05	15,8	24,9	23,5
0,6	29,0	0-50	4-00	13,4	20,3	21,3
1,0	29,5	0-55	4-35	10,0	14,6	20,6

Враховуючи негативний вплив кислоти на тверднення товарного цементу була здійснена спроба вводити кислоту при помелі клінкеру та активних мінеральних добавок. Оскільки збільшення вмісту кислоти понад 0,2 мас. % не призводить до значного покращення гідрофобних властивостей, було обрано ряд концентрацій менше 0,2 мас. %.

Слід зазначити, що олеїнова кислота та композиція з неї вводилися в концентраціях 0,055, 0,105 та 0,155 в клінкер або шлак при помелі, з яких потім готували відповідні цементи. Тому в подальшому концентрації добавок зазначаються не від маси цементу, а від маси клінкеру або шлаку в цементі.

Швидкість помелу клінкеру кислота прискорює лише при концентраціях порядку 0,155 мас. %, а швидкість помелу шлаку кислота, навпаки, гальмує (табл. 2). Однак, кінцеве значення залишку матеріалу на ситі № 008 можна вважати приблизно однаковим.

Вологопоглинання клінкеру олеїнова кислота зменшує досить ефективно і по мірі збільшення концентрації кислоти вологопоглинання зменшується приблизно однаково (рис. 2). Чого не можна сказати про доменний шлак (рис. 3).

Вологопоглинання шлаку саме по собі значно менше за вологопоглинання клінкеру і після 3 тижнів витримки у вологому середовищі майже припиняється. Олеїнова

кислота в такому випадку помітно не збільшує гідрофобність шлаку.

Таблиця 2

Дисперсність клінкеру та шлаку, розмелених з олеїною кислотою

Концентрація олеїнової кислоти, мас. %	Залишок клінкеру на ситі № 008, мас. %, після хв. помелу		Залишок клінкеру на ситі № 008, мас. %, після хв. помелу		
	20	40	30	60	80
0,000	18,0	2,0	35,0	5,0	1,5
0,055	19,0	0,0	41,0	5,0	2,3
0,105	19,0	0,0	45,0	6,0	2,0
0,155	13,0	0,0	45,0	7,0	2,0

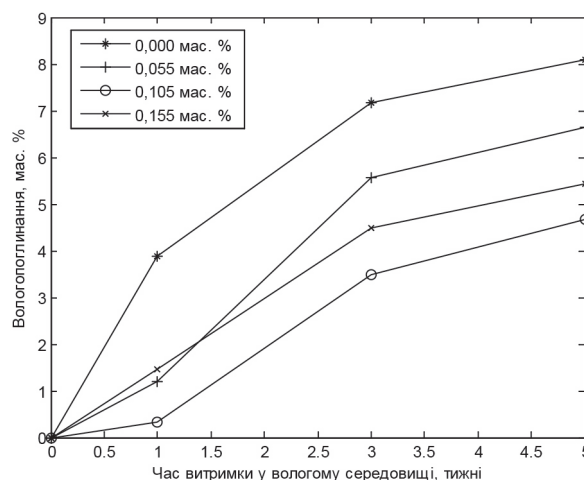


Рис. 2. Кінетика вологопоглинання клінкеру, розмеленого з олеїною кислотою

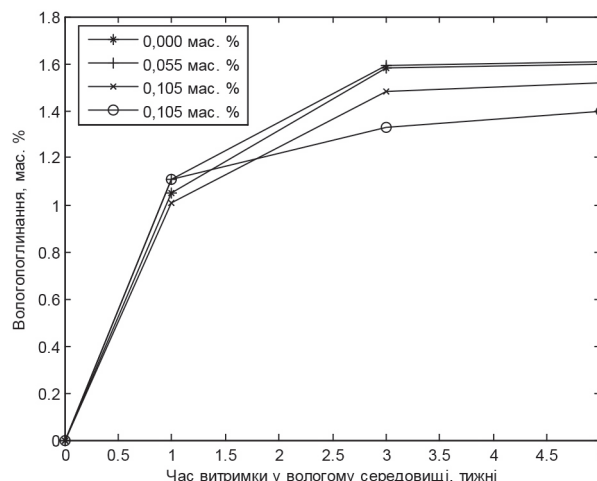


Рис. 3. Кінетика вологопоглинання шлаку, розмеленого з олеїною кислотою

Щодо показників міцності, можна констатувати (табл. 3, 4), що навіть при невисоких концентраціях кислота сповільнює терміни тужавлення та гальмує розвиток міцності цементу.

Причому на портландцемент кислота має значно більший вплив, ніж на шлакопортландцемент. Це можна пояснити не лише більшими концентраціями кислоти в портландцементі, а й тим, що в портландцементі

кислота обволікає зерна клінкеру, створюючи гідрофобну плівку, яка перешкоджає доступу води до зерен цементу. В шлакопортландцементі, навпаки, зерна цементу вільні від такої гідрофобної плівки, що сприяє нормальному наростанню міцності за рахунок гідратації клінкерної частини.

Таблиця 3

Фізико-механічні властивості цементу на основі клінкеру, розмеленого з добавкою олеїнової кислоти

Концентрація, мас. %	Нормальна густина, %	Терміни тужавлення, год-хв		Міцність на стиск, МПа, у віці, діб		
		початок	кінець	2	7	28
0,000	25,0	1-10	3-20	9,5	24,1	38,3
0,055	26,0	1-35	3-50	5,5	24,0	30,5
0,105	27,0	1-55	4-20	4,3	24,3	25,8
0,155	28,0	2-15	4-50	2,5	16,3	27,0

Таблиця 4

Фізико-механічні властивості шлакопортландцементу на основі шлаку, розмеленого з добавкою олеїнової кислоти

Концентрація олеїнової кислоти, мас. %	Нормальна густина, %	Терміни тужавлення, год-хв		Міцність на стиск, МПа, у віці, діб	
		початок	кінець	7	28
0,000	28,0	0-45	1-35	15,9	56,9
0,055	28,5	0-40	1-30	14,4	45,8
0,105	29,5	0-50	1-30	14,3	41,2
0,155	30,5	0-55	1-45	12,3	41,5

В усіх трьох випадках (з товарним цементом, клінкером і шлаком) олеїнова кислота в різній мірі, але сприяє збільшенню терміну зберігання порошкових матеріалів, однак при цьому гальмується наростання міцності, що особливо помітно для цементу та клінкеру. При чому міцність знижується не лише в ранні строки, але й марочна міцність сильно спадає. Тому була здійснена спроба зберегти позитивний вплив олеїнової кислоти і одночасно усунути її негативний вплив на міцність цементу. Для цього до складу олеїнової кислоти вводилися гідрофобно-пластифікуючі добавки.

**5.2. Гідрофобна композиція.** Раніше авторами статті були досліджені та описані гідрофобно-пластифікуючі добавки на основі продуктів переробки відпрацьованої соняшникової олії [9, 10]. Головним недоліком цих добавок є те, що для їх розведення та отримання розчину необхідна велика кількість води — мінімум в три рази більша кількості самої добавки. Тому добавки на основі відходів доцільно розводити не водою, а органічним розчинником, тобто олеїновою кислотою. Серед дослідженого ряду композицій найефективнішою виявилася композиція на основі добавки Д-149-2 та олеїнової кислоти із співвідношенням компонентів 1:1.

На відміну від чистої кислоти, композиція прискорює помел клінкеру та не впливає на швидкість помелу шлаку (табл. 5). Як і в попередньому випадку кінцеві величини залишків на ситі можна вважати приблизно однаковими.

З точки зору ефективності гідрофобізації клінкеру, гідрофобна композиція діє аналогічно чистій кислоті (рис. 4).

Таблиця 5

Дисперсність клінкеру та шлаку, розмелених з композицією Д-149-2 : олеїнова кислота

Концентрація, мас. %	Залишок клінкеру на ситі № 008, мас. %, після хв. помелу		Залишок клінкеру на ситі № 008, мас. %, після хв. помелу		
	20	40	30	60	80
0,000	15,0	0,7	35,0	5,0	1,7
0,055	11,0	0,5	35,0	4,0	1,5
0,105	7,0	0,0	40,0	5,0	1,0
0,155	6,0	0,0	39,0	4,0	1,6

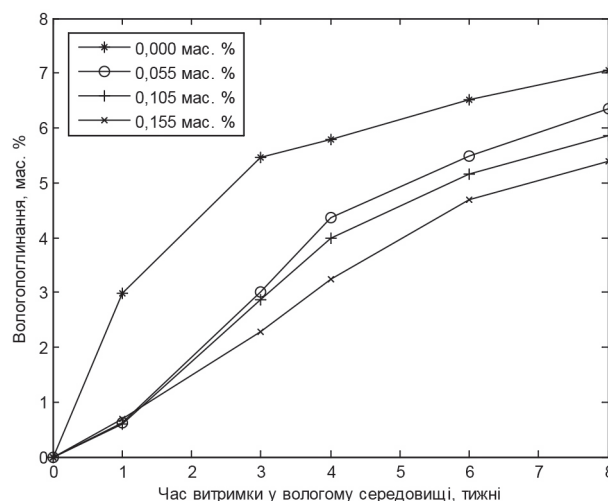


Рис. 4. Кінетика вологопоглинання клінкеру, розмеленого з композицією Д-149-2 : олеїнова кислота

Інакші результати спостерігаються для шлаку (рис. 5). І так невелике вологопоглинання шлаку зменшується в 4 рази. Причому збільшення концентрації добавки взагалі не впливає на зміну гідрофобних властивостей.

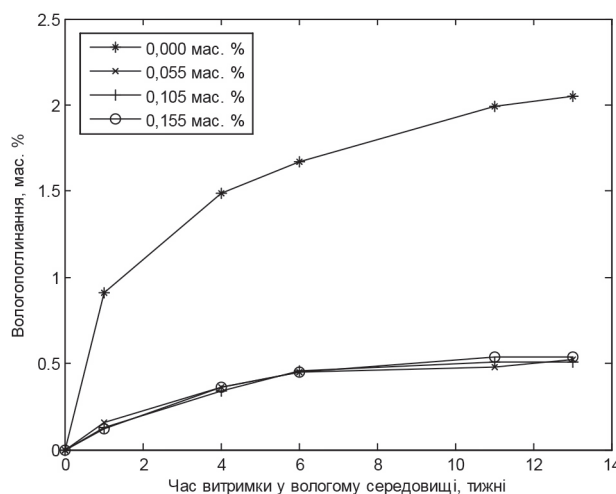


Рис. 5. Кінетика вологопоглинання шлаку, розмеленого з композицією Д-149-2 : олеїнова кислота

Зміна водопоглинання для портландцементу та шлакопортландцементу має протилежний характер (табл. 6). Водопоглинання портландцементу зменшується, оскільки захисна плівка гідрофобної композиції перешкоджає

доступу води до цементу. Водопоглинання шлакопортландцементу після 2 діб тверднення приблизно однакове, а в подальшому, навпаки, збільшується. Можна зробити висновок, що гідрофобна композиція реагує з продуктами гідратації цементу і після перших днів тверднення її захисний шар зникає (що підтверджує підвищені показники міцності цементів з композицією).

Таблиця 6

Водопоглинання портландцементу та шлакопортландцементу з композицією Д-149-2 : олеїнова кислота

Концентрація, мас. %	В/Ц, %	Водопоглинання портландцемент, мас. %, у віці, діб			В/Ц, %	Водопоглинання шлакопортландцемент, мас. %, у віці, діб		
		2	7	28		2	7	28
0,000	28,0	17,1	15,4	12,1	23,5	18,2	15,2	13,6
0,055	28,0	15,8	13,6	10,0	23,5	18,3	17,3	14,8
0,105	28,0	14,5	12,7	9,6	23,5	18,5	17,1	15,2
0,155	28,0	14,1	11,9	8,7	23,5	18,8	17,6	15,6

Гідрофобна композиція, введена при помелі клінкеру, впливає аналогічно олеїновій кислоті, що особливо помітно на 2-гу добу тверднення. На 7-му добу задовільні результати отримано для цементу з вмістом композиції 0,055 мас. % (табл. 7).

Таблиця 7

Фізико-механічні властивості цементу на основі клінкеру з композицією Д-149-2 : олеїнова кислота

Концентрація, мас. %	Нормальна густина, %	Терміни тужавлення, год-хв		Міцність на стиск, МПа, у віці, діб		
		початок	кінець	2	7	28
0,000	23,0	1-00	3-40	6,8	30,1	38,1
0,055	23,0	1-15	5-05	3,9	30,4	37,6
0,105	23,5	0-50	5-00	3,6	28,4	32,8
0,155	24,0	0-45	4-45	2,1	22,0	28,0

У випадку доменного шлаку результати кращі. Міцність шлакопортландцементу на 2 та 7 добу зменшується, але в меншій мірі, ніж у портландцементу, а на 28 добу, навпаки, міцність шлакопортландцементу з добавками вища, за міцність останнього без добавок (табл. 8).

Таблиця 8

Фізико-механічні властивості цементу на основі клінкеру з композицією Д-149-2 : олеїнова кислота

Концентрація, мас. %	Нормальна густина, %	Терміни тужавлення, год-хв		Міцність на стиск, МПа, у віці, діб		
		початок	кінець	2	7	28
0,000	27,0	1-35	3-25	6,9	15,9	33,8
0,055	27,0	1-00	3-10	4,7	13,9	38,8
0,105	26,5	0-50	3-00	4,6	13,8	37,5
0,155	26,5	0-45	3-05	4,5	13,0	34,3

Варто також зазначити, що на відміну від олеїнової кислоти, яка або не впливає на терміни тужавлення (для шлакопортландцементу), або їх сповільнює (для то-

варного цементу та клінкеру), гідрофобна композиція в ряді випадків прискорює тужавлення.

## 6. Обговорення результатів дослідження впливу олеїнової кислоти та модифікованої олеїнової кислоти

Дослідження впливу олеїнової кислоти виявило, що дана добавка є ефективною гідрофобізуючою добавкою для товарних цементів та клінкерів, що підтверджують дані рис. 1 та 2. Вологопоглинання оброблених цементів та клінкеру, як і вимагається в методиці [8], зменшується залежно від концентрації в 2–4 рази. Для доменного шлаку такого ефекту не спостерігається. При цьому як зазначається в деяких літературних джерелах [2], олеїнова кислота суттєво гальмує наростання міцності цементів. Причому можна помітити, що міцність клінкеру знижується приблизно так само, як знижується міцність товарного цементу (табл. 1, 3), хоча вміст кислоти різний. Отже, при помелі олеїнова кислота, адсорбуючись на новоутворених активних цементних зерен клінкеру, кріпиться до них сильніше, і під час гідратації такий захисний шар руйнується важче. В товарному цементі активні центри поверхні зерен частково погашені за рахунок фізичної адсорбції вологи та деяких газів з повітря. Тому залишається менша кількість центрів для адсорбції олеїнової кислоти і такий захисний шар під час гідратації руйнується легше. Тому з точки зору ефекту гідрофобізації добавки краще вводити при помелі клінкеру.

Гідрофобна композиція, розроблена з метою усунення негативного впливу олеїнової кислоти на міцність цементів, показала гарні результати. Гідрофобізуючий вплив на клінкер не зменшився, а на шлак — збільшився. Це можна пояснити характером взаємодії добавок зі шлаком і клінкером. Олеїнова кислота взаємодіє з іонами кальцію та магнію на поверхні клінкеру, за рахунок чого відбувається фіксація її молекул на поверхні. А через значний вміст склофаз в доменному шлаці та наявність на поверхні іонів кисню, алюмінію та силіцію адсорбція кислоти ускладнена. Молекули таких компонентів гідрофобної композиції як олеїнова кислота, солі жирних кислот та гліцерин здатні взаємодіяти з іонами кальцію та магнію, а атоми азоту діетаноламідів жирних кислот та діетаноламіну здатні вступати в донорно-акцепторні зв'язки з атомами алюмінію, яких сумарно в шлаці більше за кальцій та магній. Тому гідрофобна композиція в цілому адсорбується на зернах шлаку краще.

При цьому все ж таки спостерігається гальмування набору міцності в ранні строки, що можна пояснити процесом руйнування захисного шару на зернах порошків. А вже після 7-ї доби тверднення з певними допущеннями можна вважати, що захисний шар зруйновано і процесу гідратації ніщо не заважає.

Отримані дані підтверджують, що олеїнову кислоту не можна однозначно вважати ефективною гідрофобізуючою добавкою, оскільки в процесі приготування цементного тіста традиційним шляхом захисний шар молекул кислоти навколо зерен цементу клінкеру та шлаку не руйнується, або руйнується не в достатній мірі. Гідрофобна добавка, навпаки, ефективно фіксується на поверхні зерен порошків і при цьому руйнується частково під замішування тіста та остаточно під час

гідратації. Тому, дана композиція може застосовуватися для виготовлення гідрофобних цементів, а подальші дослідження варто спрямувати на усунення спаду міцності в ранній період тверднення.

## 7. Висновки

З вище приведених даних можна зробити наступні висновки:

1. Доведено, що олеїнова кислота ефективно зменшує вологопоглинання товарного цементу та клінкеру і практично не впливає на збільшення гідрофобності доменного шлаку. При цьому відбувається гальмування міцності товарного цементу, портландцементу та шлако-портландцементу в усі терміни тверднення.

2. Виявлено, що гідрофобна композиція ефективно зменшує вологопоглинання і клінкеру, і шлаку. При цьому гальмування набору міцності спостерігається лише на 2-гу добу тверднення. В подальшому міцність рівна або більша за міцність цементу без добавок.

3. Показано, що гідрофобна композиція на основі олеїнової кислоти та одного з відходів харчової промисловості є ефективною гідрофобізуючою добавкою і може застосовуватися при виготовленні гідрофобного цементу та для збільшення тривалості зберігання активних мінеральних добавок.

## Література

1. Специальные цементы. Часть 3 [Электронный ресурс] / ООО Строй-Бетон. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.ibeton.ru/a152.php>. — 24.04.2015.
2. Griffin, D. F. Interim report on hydrophobic cement [Electronic resource] / D. F. Griffin, W. R. Lorman. — Arlington 12: Armed services technical information agency, 1957. — 17 p. — Available at: \www/URL: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/221778.pdf>. — 27.04.2015.
3. Вавржин, Ф. Химические добавки в строительстве [Текст] / Франтишек Вавржин, Радко Крчма. — М.: Издательство литературы по строительству, 1964. — 288 с.
4. Justnes, H. Vegetable oils as water repellents for mortars [Electronic resource] / H. Justnes, T. A. Ostron, N. Barnils Vila // Proceedings of the 1st international conference of Asian Concrete Federation. — Thailand, 2004. — Available at: \www/URL: [http://www.researchgate.net/publication/264849005\\_VEGETABLE\\_OILS\\_AS\\_WATER\\_REPELLENTS\\_FOR\\_MORTARS](http://www.researchgate.net/publication/264849005_VEGETABLE_OILS_AS_WATER_REPELLENTS_FOR_MORTARS). — 29.04.2015.
5. ДСТУ EN 196-3:2007 (EN 196-3:2005, IDT). Методи випробування цементу. Частина 3. Визначення строків тужавіння та рівномірності зміни об'єму [Текст]. — Київ: МінБуд України, 2007. — 9 с.
6. ДСТУ EN 196-1:2007 (EN 196-1:2005, IDT). Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності [Текст]. — Київ: МінБуд України, 2007. — 25 с.
7. ГОСТ 30459-96. Добавки для бетонов. Методы определения эффективности / Библиотека ГОСТов и нормативов. — Режим доступа: \www/URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5203/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5203/index.php). — 30.04.2015.
8. Рояк, С. М. Специальные цементы [Текст]: учеб. пособие для вузов / С. М. Рояк, Г. С. Рояк. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1983. — 279 с.
9. Свидерский, В. А. Использование отработанного растительного масла в качестве пластифицирующей добавки [Текст] / В. А. Свидерский, В. В. Токарчук, А. Ю. Флейшер // Международный журнал по вяжущим, керамике, стеклу и эмалям «Техника и технология силикатов». — 2014. — Т. 21, № 3. — С. 18–26.
10. Fleysher, A. U. Influence of the processed sunflower oil on the cement properties [Electronic resource] / A. U. Fleysher, V. V. Tokarchuk, V. A. Sviderskiy // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — Vol. 71. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/71/1/012021>

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОВ

Исследовано влияние олеиновой кислоты на физико-механические свойства товарного цемента, клинкера и доменного шлака и свойства цементов на их основе. Обнаружены положительные и отрицательные стороны применения олеиновой кислоты в качестве гидрофобизирующей добавки и предложено применение двоконпонентной добавки на ее основе в качестве гидрофобизатора.

**Ключевые слова:** товарный цемент, клинкер, доменный шлак, гидрофобизирующая добавка, прочность, влагопоглощение.

*Флейшер Ганна Юрїївна, аспірант, кафедра хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: [watrushkoo@mail.ru](mailto:watrushkoo@mail.ru).*

*Токарчук Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: [tokarchuk.volodya@yandex.ua](mailto:tokarchuk.volodya@yandex.ua).*

*Свідерський Валентин Анатолійович, доктор технічних наук, професор, кафедра хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: [xtkm@kpi.ua](mailto:xtkm@kpi.ua).*

*Флейшер Анна Юрьевна, аспирант, кафедра химической технологии композиционных материалов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Токарчук Владимир Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра химической технологии композиционных материалов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Свидерский Валентин Анатольевич, доктор технических наук, профессор, кафедра химической технологии композиционных материалов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.*

*Fleysher Anna, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [watrushkoo@mail.ru](mailto:watrushkoo@mail.ru).*

*Tokarchuk Volodymyr, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [tokarchuk.volodya@yandex.ua](mailto:tokarchuk.volodya@yandex.ua).*

*Sviderskiy Valentin, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [xtkm@kpi.ua](mailto:xtkm@kpi.ua).*