

13. Орлова, Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ [Текст] / Е. Ю. Орлова. — Л.: Химия, 1981. — 312 с.
14. Уэйлес, С. Фазовые равновесия в химической технологии [Текст] / С. Уэйлес. — М.: Мир, 1989. — 304 с.

МОДЕЛЮВАННЯ АДІАБАТИЧНОГО МОНОІТРУВАННЯ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДІВ СЛАБКОЮ АЗОТНОЮ КИСЛОТОЮ

Розроблена вдосконалена математична модель процесу адіабатичного нітрування у вигляді системи диференціальних рівнянь. На моделі показана можливість використання слабкої HNO_3 для проведення адіабатичного нітрування бензолу і толуолу. Проведення процесу відгону надлишку вуглеводню під вакуумом за рахунок теплоти нітрування дозволяє видалити з маси більшу частину бензолу і толуолу (від 50 до 90 %).

Ключові слова: адіабатичне нітрування, бензол, толуол, математична модель, слабка азотна кислота, тиск, дистиллят.

Красильникова Анна Александровна, аспірант, Інститут хімічних технологій Восточноукраїнського національного університету ім. В. Дала, Рубіжне, Україна, e-mail: krasina@list.ru.

Кондратов Сергей Алексеевич, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики та комп'ютерної технології, Інститут хімічних технологій Восточноукраїнського національного університету ім. В. Дала, Рубіжне, Україна, e-mail: kondratovsa@gmail.com.

Красильникова Анна Олександрівна, аспірант, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Дала, Рубіжне, Україна.

Кондратов Сергій Олексійович, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики та комп'ютерних технологій, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Дала, Рубіжне, Україна.

Krasyl'nikova Anna, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: krasina@list.ru.

Kondratov Serhii, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: kondratovsa@gmail.com

УДК 606:628.35

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.43695

Швед О. М.,
Червцова В. Г.,
Петріна Р. О.,
Новіков В. П.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БІОТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МАЛИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

У даній роботі розглянуто варіанти сучасних біотехнологій очищення побутових стічних вод, що можуть бути застосовані у масштабах малих міст та селищ міського типу з продуктивністю за стічними водами від 100 до 10 000 м³/добу. Обрано технології, що здатні забезпечити необхідний, згідно норм, ступінь очищення і визначено найбільш економічні.

Ключові слова: очищення стічних вод, біотехнологія, ресурсозбереження, малі населені пункти, біоінженерні ставки.

1. Вступ

В процесі своєї діяльності людство безперервно виробляє велику кількість твердих, рідких та газоподібних побічних продуктів, які прийнято називати відходами. Побічні продукти господарсько-побутової діяльності людини виводяться з місць їх походження системами спільної каналізації, в результаті чого утворюється гетерогенна суміш води, численних хімічних речовин та мікроорганізмів — стічні води. Перед поверненням цих вод в природні водні об'єкти необхідно забезпечити знешкодження шкідливих для довкілля речовин та мікроорганізмів, а також видалення надлишкової кількості поживних речовин, та, при можливості, забезпечити їх повторне використання.

Забезпечення належної практики очищення стічних вод є однією з ключових передумов для збалансованого розвитку будь-якого суспільства. Питання захисту навколишнього середовища від забруднення стічними водами сьогодні особливо актуальне для України. У разі, якщо не змінити недосконалі методи управління економікою та неефективні технології захисту довкілля, які Україна успадкувала від радянського режиму, країна впевнено наблизиться до екологічної катастрофи.

2. Аналіз літературних даних про стан галузі водоочищення та постановка проблеми

Особливо критичною є ситуація з очищенням стічних вод малих (до 50 тис. жителів) населених пунктів. Це пов'язано з тим, що для малих міст та селищ міського типу часто характерний брак фінансово-економічних ресурсів, і тому питання захисту довкілля у них часто ігноруються [1]. У більшості населених пунктів даного масштабу в Україні очисні споруди працюють неефективно, а в деяких не працюють узагалі. При цьому варто зазначити, що малі міста є найчисельнішою за кількісним складом групою міст, і в них проживає близько 13 % населення України [2].

Раціональним шляхом вирішення проблем захисту і відновлення довкілля є впровадження у практику водоочищення ресурсозберігаючих біотехнологій [3]. Залежно від сучасного стану кожного проблемного очисного об'єкту можлива або його технологічна реконструкція, або демонтаж та будівництво нового. В обох випадках нові технології повинні забезпечувати необхідний рівень очищення та характеризуватись мінімальною затратою матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів [4]. Нові споруди також повинні витримувати добові

коливання витрати стічних вод та річні коливання температур, а також бути простими в обслуговуванні та довговічними.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — сучасні біотехнології очищення стічних вод, що можуть бути застосовані в масштабі малих населених пунктів з централізованою системою водовідведення та еквівалентним числом жителів від 500 до 50 000 (від 100 м³ до 10 000 м³ стічних вод на добу).

Мета роботи — аналіз сучасних технологій очищення стічних вод для малих населених пунктів та вибір найбільш економічного варіанту.

Для досягнення визначеної мети були поставлені наступні задачі:

- обрати традиційні та альтернативні біотехнології, котрі можуть бути застосовані для очищення стічних вод малих населених пунктів;
- дослідити наявні технології на предмет енергоефективності, ресурсозбереження та економічності;
- запропонувати найбільш економічний варіант очисної технології.

4. Класифікація біотехнологій очищення побутових стічних вод

Очищення побутових стічних вод в очисних системах зазвичай відбувається за рахунок проходження фізичних, хімічних та біологічних процесів. Типова система очищення стічних вод складається з стадій попереднього, первинного, вторинного та, деколи, третинного очищення.

Принцип роботи більшості споруд попереднього та первинного очищення оснований на використанні фізичних (механічних) процесів і тому різновиди даних систем принципово не відрізняються між собою за величиною капітальних та експлуатаційних витрат. В свою чергу системи вторинного очищення можна розділити на дві принципово різні групи: традиційні (високотехнологічні) та альтернативні (близькі до природних), які суттєво відрізняються вартістю спорудження і експлуатації.

Вторинне очищення полягає у видаленні залишкових завислих речовин, розчинених органічних сполук та біогенних елементів зі стічних вод, що відбувається завдяки процесам мікробної трансформації та асиміляції. Це біологічний процес, проходження якого забезпечують бактерії, археї та гриби, розвиток яких штучно стимулюють у спеціальних ємностях або влаштованих у ґрунті заглибленнях, які можуть бути обладнані засобами для перемішування, аерації або додатковими поверхнями для іммобілізації та розвитку біомаси [5].

Основні традиційні (високотехнологічні) біотехнології, що можуть бути застосовані для вторинного очищення стічних вод малих населених пунктів:

- аеробні системи з суспендованими мікроорганізмами, також відомі як системи з активним мулом (аераційні басейни з рециркуляцією мулу — аеротенки [6]; реактори циклічної дії — SBR [7]; мембранні біореактори — MBR [8]; циркуляційні окиснювальні канали — oxidation ditches [9]);
- аеробні системи з іммобілізованими мікроорганізмами (крапельні біофільтри — TF; дискові біофільтри — RBC) [10].

Альтернативні (близькі до природних) біотехнології, що можуть бути застосовані для вторинного очищення стічних вод малих населених пунктів:

- біологічні ставки — waste stabilization ponds [11];
- аеровані ставки — aerated ponds (lagoons) [12];
- біоінженерні ставки — constructed wetlands [5, 13].

5. Аналіз традиційних та альтернативних технологій очищення побутових стічних вод для малих населених пунктів

Серед традиційних технологій очищення стічних вод в Україні найбільш поширеною є технологія очищення в аеротенках (рис. 1). Аеротенки — це, зазвичай, прямокутні багатоканальні реактори, що містять високі концентрації аеробних мікроорганізмів у вигляді суспендованих флокул (активний мул) і обладнані системою безперервної аерації та рециркуляції мулу. У аеротенках з продовженою аерацією розвиваються бактерії, які здатні ефективно усувати органічні речовини, а також окиснювати амонійний азот до нітратів.

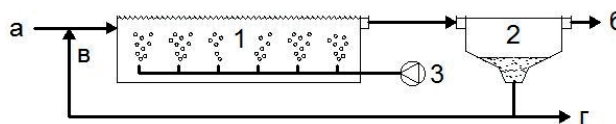


Рис. 1. Схема очищення стічних вод активним мулом в аеротенках: 1 — аеротенка; 2 — вторинний відстійник; 3 — повітродувна станція; а — стічні води зі стадії первинного очищення; б — очищені стічні води; в — зворотній активний мул; г — надлишковий мул (на утилізацію)

Для повного усунення азоту зі стічних вод після нітрифікації необхідно забезпечити проходження анаеробної денітрифікації шляхом встановлення додаткових ємностей або утворення спеціальних зон в існуючих. Усунення фосфору можна забезпечити шляхом хімічного осадження або мікробної асиміляції. Існують різноманітні варіанти технологічних схем даного процесу: LE, MLE, Bardenpho, Phoredox, A²/O, UCT, MUCT, JNB, AxSF [6, 14].

Широко поширені у світовій практиці водоочищення також однореакторні системи очищення за технологією активного мулу — реактори циклічної дії (Sequencing Batch Reactors) та мембранні біореактори (Membrane Bioreactors), а також проточні реактори замкнутої форми — циркуляційні окиснювальні канали (Oxidation Ditches) [7–9].

До іншого типу споруд очищення відносять системи з іммобілізованою біомасою (біоплівкою). До цього типу належать крапельні біофільтри (Trickling Filters) та дискові біофільтри (Rotating Biological Contactors) [10, 15]. Крапельні біофільтри — це, зазвичай, циліндричні ємності, заповнені природним або штучним матеріалом з великою питомою площею поверхні, на якому розвиваються аеробні та анаеробні мікроорганізми і який зрошується стічними водами (рис. 2, А). Дискові біофільтри складаються з серії обертальних круглих дисків (діаметром до 3 м) розміщених вертикально на горизонтальному валу та занурених (на 35–40 %) в лоток зі стічними водами (рис. 2, В).

Біологічне очищення стічних вод може здійснюватися також в умовах близьких до природних. Однею

з конструктивно найпростіших технологій, що може бути застосована для вторинного очищення стічних вод є технологія біологічних ставків (рис. 3) [11]. Біологічні (стабілізаційні) ставки — це, зазвичай, штучно створені прямокутні водойми (без вищої водної рослинності) поєднані в каскад з трьох рівнів: анаеробний ставок (глибиною 2–5 м), факультативно-анаеробний ставок (глибиною 1–2,5 м), аеробний ставок (глибиною 0,5–1,5 м) [12]. Проектуються дані споруди не менш як з двох паралельних ліній. Мінімальна температура для експлуатації 8 °С [15].

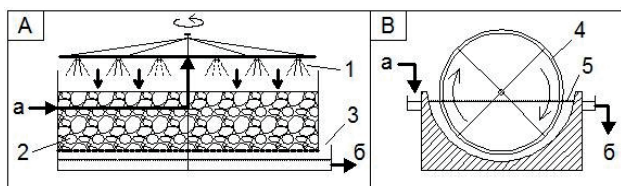


Рис. 2. Принципова схема аеробних біофільтрів: А — крапельний біофільтр; 1 — зрошувач; 2 — завантаження; 3 — отвір для вентиляції; В — дисковий біофільтр; 4 — блок дисків; 5 — рівень стічних вод; а — стічні води; б — очищені стічні води

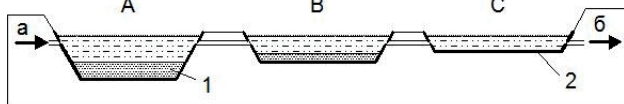


Рис. 3. Схема каскаду біологічних ставків: А — анаеробний ставок; В — факультативно-анаеробний ставок; С — аеробний ставок; 1 — мул (осад); 2 — протифільтраційний екран; а — стічні води; б — очищені стічні води

Біологічні ставки також можуть обладнуватись аераційними пристроями (зазвичай механічними аераторами), що дозволяє підвищити ефективність очищення та забезпечити експлуатацію при низьких температурах [12, 15].

Серед близьких до природних технологій очищення стічних вод, які можуть бути застосовані в масштабі населених пунктів з населенням до 50 тис. осіб варто виділити біоінженерні ставки з горизонтальним підповерхневим потоком стічних вод (БС ГПП) [5]. БС ГПП складаються з котловану, що покритий водонепроникним матеріалом; шару фільтрувального матеріалу (гравій, щебінь, пісок); вищих водних рослин (ВВР); та стічних вод що рухаються переважно у горизонтальному напрямку нижче поверхні фільтрувального шару (рис. 4). Біоінженерні ставки в Україні це часто називають біоінженерними спорудами або спорудами біоплато [16]. БС з горизонтальним підповерхневим потоком є одними з найбільш поширених у світі систем очищення стічних вод, що базуються на природних процесах [17].

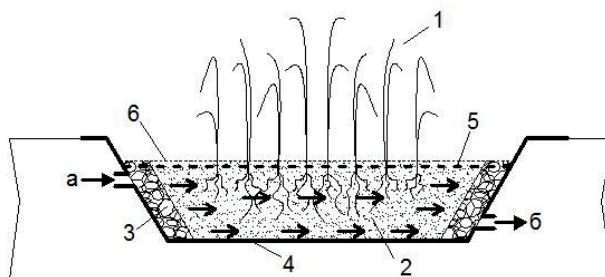


Рис. 4. Біоінженерний ставок з горизонтальним підповерхневим потоком: 1 — вищі водні рослини; 2 — фільтрувальний шар; 3 — обсыпка щебенем великого діаметру; 4 — протифільтраційний екран; 5 — рівень стічних вод; 6 — рівень поверхні фільтрувального шару; а — стічні води; б — очищені стічні води

Техніко-економічні характеристики аналізованих систем наведено в табл. 1.

Порівняльна характеристика досліджуваних систем наведена в табл. 2.

Таблиця 1

Основні техніко-економічні характеристики досліджуваних систем очищення з розрахунку на одного жителя (згідно з даними [11])

Система	Необхідна площа, м ² /жит	Енергія для аерації, кВт·год/(жит·рік)	Надлишок мулу, л/(жит·рік)	Витрати	
				Капітальні, дол. США/жит	Операційні, дол. США/(жит·рік)
Аеротенки	0,12–0,25	18–26	1100–3000	40–65	4,0–8,0
Крапельний біофільтр	0,15–0,3	0	360–1100	50–60	4,0–6,0
Барабанний біофільтр	0,1–0,2	0	330–1500	50–60	4,0–6,0
Аеровані ставки	0,25–0,5	11–18	30–220	20–35	2,0–3,5
Біологічні ставки	3,5–5,0	0	55–160	20–40	1,0–2,0
Біоінженерні ставки	3,0–5,0	0	—	20–30	1,0–1,5

Примітка: жит — теоретичний житель (одна особа)

Таблиця 2

Переваги та недоліки біотехнологій очищення побутових стічних вод для застосування в умовах малих населених пунктів України

Технологія очищення	Переваги	Недоліки
Активний мул	Висока ефективність усунення органічних речовин та (за певних умов) біогенних елементів	Дуже великі капітальні та операційні витрати; потреба у висококваліфікованому персоналі; утворення великої кількості надлишкового мулу, що потребує додаткового очищення; низька ефективність усунення патогенних мікроорганізмів; необхідність в додаткових хімічних реагентах
Аеробні біофільтри	Ефективно усувають органічні речовини; досить компактні	Великі капітальні затрати; потреба у кваліфікованому персоналі; постійна потреба в електроенергії та регулярному обслуговуванні; надлишковий мул; проблеми з комахами та запахами

Закінчення табл. 2

Технологія очищення	Переваги	Недоліки
Аеровані ставки	Досить низькі капітальні витрати	Досить великі затрати електроенергії; утворення надлишкового мулу; потребують обслуговування навченим персоналом; потребують створення широких санітарних зон
Біологічні ставки	Дуже низькі капітальні та операційні витрати; не потребують електроенергії	Не працюють при температурах нижче 8 °С; потребують великих земельних площ та створення широких санітарних зон
Біоінженерні ставки	Низькі капітальні та операційні витрати; не потребують електроенергії	Потребують великих земельних площ

Хоча за конструкцією усі вище перераховані технології суттєво відрізняються, проте в їх основі лежать одні і ті ж біологічні процеси, а саме процеси мікробної асиміляції та трансформації забруднень.

6. Висновки

У результаті проведеного аналізу визначено технології, які можуть бути застосовані для очищення стічних вод малих населених пунктів (з населенням до 50 тис. жителів): активний мул, аеробні біофільтри, аеровані ставки, біологічні ставки, біоінженерні ставки.

Встановлено, що технологія очищення активним мулом, яка сьогодні найпоширеніша на українських каналізаційних очисних спорудах, є найбільш енергоємною, високовартісною та складною в обслуговуванні серед усіх проаналізованих.

При реконструкції та будівництві очисних споруд потужністю до 10 000 м³/добу слід, в першу чергу, розглядати можливість впровадження альтернативних біотехнологій. І дуже важливо забезпечити відповідність рівня кваліфікації обслуговуючого персоналу складності технічної системи.

Головним обмеженням для застосування близьких до природних технологій очищення є наявність вільних земельних площ. Для проходження біологічних процесів і ефективного очищення необхідно забезпечити перебування стічних вод в контакт з мікроорганізмами протягом певного часу, а це вимагає досить великих розмірів системи.

Визначено, що оптимальною технологією очищення стічних вод малих міст та селищ міського типу з урахуванням економічних та кліматичних умов України є технологія біоінженерних ставків.

Література

1. Бодік, І. Стійка санітарія в Центральній та Східній Європі – відповідаючи потребам малих та середніх населених пунктів [Текст] / під ред. І. Бодік, П. Ріддерстоппе. – Nitra: Global Water Partnership Central and Eastern Europe, 2007. – 90 с.
2. Дерун, Т. М. Проблеми розвитку малих міст в умовах соціально-економічної трансформації українського суспільства [Електронний ресурс] / Т. М. Дерун // Державне управління: теорія та практика. – 2009. – № 2(10). – Режим доступу: http://www.academy.gov.ua/ej/ej10/doc_pdf/Derun.pdf
3. Vallero, D. A. Environmental Biotechnology: A Biosystems Approach [Text] / D. A. Vallero. – Burlington, USA: Elsevier Academic Press, 2010. – 742 p. doi:10.1016/B978-0-12-375089-1.10023-6
4. Balkema, A. J. Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems [Text] / A. J. Balkema, H. A. Preissig, R. Otterpohl, F. J. D. Lambert // Urban Water. – 2002. – Vol. 4, № 2. – P. 153–161. doi:10.1016/s1462-0758(02)00014-6
5. Kadlec, R. H. Treatment wetlands. Second edition [Text] / R. H. Kadlec, S. D. Wallace. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. – 1016 p. doi:10.1201/9781420012514

6. Kayser, R. Activated Sludge Process [Text] / R. Kayser // Biotechnology Set. – Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001. – P. 253–283. doi:10.1002/9783527620999.ch131
7. Mace, S. Utilization of SBR Technology for Wastewater Treatment: An Overview [Text] / S. Mace, J. Mata-Alvarez // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2002. – Vol. 41, № 23. – P. 5539–5553. doi:10.1021/ie0201821
8. Melin, T. Membrane bioreactor technology for wastewater treatment and reuse [Text] / T. Melin, B. Jefferson, D. Bixio, C. Thoeys, W. De Wilde, J. De Koning, J. van der Graaf, T. Wintgens // Desalination. – 2006. – Vol. 187, № 1–3. – P. 271–282. doi:10.1016/j.desal.2005.04.086
9. Самохвалова, А. И. Усовершенствование конструкции циркуляционных окислительных каналов [Текст] / А. И. Самохвалова, В. А. Юрченко, В. Г. Зайцева, А. С. Куксова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 1/10(67). – С. 17–20. doi:10.15587/1729-4061.2014.20073
10. Von Sperling, M. Biological wastewater treatment series. Vol 5: Activated sludge and aerobic biofilm reactors [Text] / M. von Sperling. – London: IWA Publishing, 2007. – 328 p.
11. Von Sperling, M. Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions [Text] / M. von Sperling, C. A. D. L. Chernicharo. – London: IWA Publishing, 2005. – Vol. 1. – 835 p.
12. Tilley, E. Compendium of Sanitation Systems and Technologies [Electronic resource] / E. Tilley, L. Ulrich, C. Lüthi, P. Reymond, C. Zurbrügg. – 2nd Revised Edition. – Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2014. – 176 p. – Available at: http://www.eawag.ch/organisation/abteilungen/sandec/publikationen/publications_sesp/downloads_sesp/compendium_high.pdf
13. Vymazal, J. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review [Text] / J. Vymazal // Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference. – Jaipur: Ministry of Environment and Forests, Government of India, 2008. – P. 965–980.
14. Василенко, О. А. Впровадження технології біологічної очистки стічних вод від сполук азоту і фосфору на міських очисних спорудах [Текст] / О. А. Василенко, О. В. Поліщук, Л. О. Василенко // Екологічна безпека та природокористування. – 2014. – № 15. – С. 90–101.
15. Ковальчук, В. А. Очистка стічних вод [Текст] / В. А. Ковальчук. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 622 с.
16. Стольберг, Ф. В. Очищення стічних вод малих населених пунктів [Текст] / Ф. В. Стольберг, В. М. Ладиженський // Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». – 2003. – № 51. – С. 118–122.
17. García, J. Contaminant Removal Processes in Subsurface-Flow Constructed Wetlands: A Review [Text] / J. García, D. P. L. Rousseau, J. Morató, E. Lesage, V. Matamoros, J. M. Bayona // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. – 2010. – Vol. 40, № 7. – P. 561–661. doi:10.1080/10643380802471076

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В данной работе рассмотрены варианты современных технологий очистки бытовых сточных вод, которые могут быть применены в масштабах малых городов и поселков городского типа с производительностью по сточным водам от 100 до 10 000 м³/сутки. Были избраны технологии, способные обеспечить необходимую, согласно нормам, степень очистки, и определены наиболее экономичные.

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.

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.

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.

Новіков 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.

Швед Олекса Мирославович, аспірант, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: 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 Емельянівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

Новіков 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.

Chervetsova Veronika, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: chervetsova@mail.ru.

Petrina Romana, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: rpetrina@i.ua.

Novikov Volodymyr, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: 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 сьогодні 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.