

М.В. Дегтяр, В.М. Беляєва

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

## ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ДОЗ КОАГУЛЯНТУ ПРИ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТУ ПОЛІГОНІВ

В статті проведений аналіз передумов утворення екологічно -небезпечних стічних вод , які утворюються при експлуатації полігонів твердих побутових відходів. В роботі запропоновано використання активованого розчину коагулянту сульфату алюмінію, який піддається магнітно-електричній активації. Такий підхід, як очікується, дозволить інтенсифікувати процес очищення фільтрату та знизити витрати реагенту на 25-30% без погіршення якості очищення.

**Ключові слова:** доза, коагулянт, фільтрат, ефективність, оцінка, завислі речовини, кольоровість, відходи, активація

### Постановка проблеми.

Згідно даних Міністерства охорони довкілля [1], в Україні щорічно утворюється пів мільярда тон відходів (рис.1), понад 90% з яких потрапляють на

полігони зберігання твердих побутових відходів (ТПВ). При цьому сміттєпереробні заводи наразі знаходяться на стадії проектування.

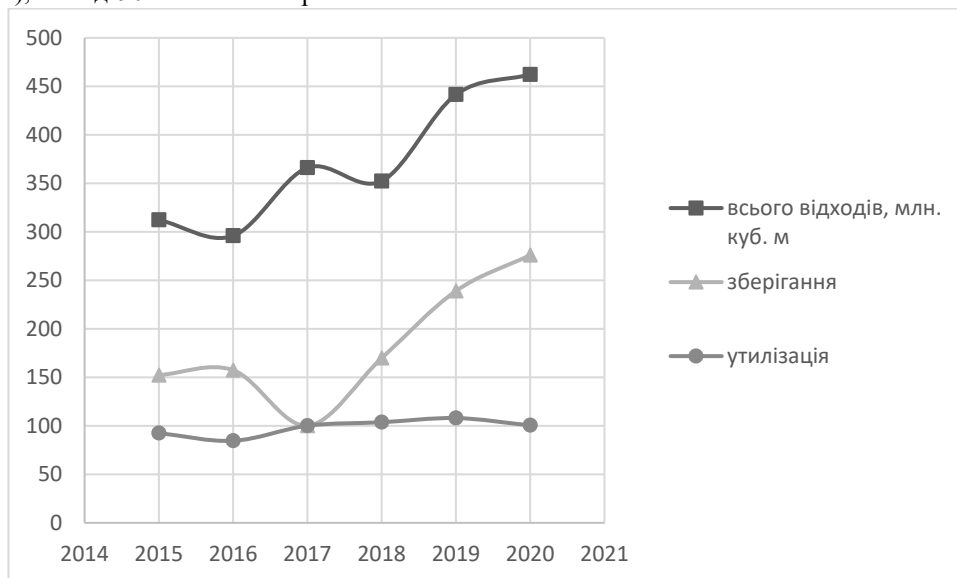


Рис. 1. Динаміка зміни обсягів накопичення та утилізації твердих побутових відходів [2].

Переважає більшість діючих на території України полігонів ТПВ заповнена на 92-95% від проектного обсягу або, взагалі, переповнена, що вимагає відчуження нових територій для влаштування нових черг для поховання відходів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проведений аналіз виявив [2-3], що основним джерелом забруднення об'єктів навколишнього середовища є фільтрат та біогаз, які є похідними експлуатації полігонів ТПВ.

Проблема накопичення відходів, в тому числі і несанкціоноване, є серйозною загрозою екологічній безпеці України.

Для вирішення цієї проблеми в 2017 році Кабінет Міністрів України затвердив Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року [4]. Яка передбачає створення регіональних центрів з утилізації відходів, запровадження принципів циклічної економіки та розширеної відповідальності виробника, із заохоченням мінімізації утворення відходів та зацікавленості в їх переробці, що мінімізує обсяги утворення фільтрату.

Для підтвердження потенційної загрози для навколишнього середовища було проведено ряд досліджень на полігонах ТПВ України (м. Запоріжжя, м. Харків, м. Київ, м. Одеса), які показали негативний вплив фільтрату на ґрунтові води та ґрунт прилеглих територій [5].

Склад фільтрату безпосередньо залежить від етапу життєвого циклу полігону. Кожному етапу відповідає певна стадія біохімічного розкладання відходів, яка лежить в основі формування кількісних і якісних характеристик дренажних вод [6-7].

Для очищення висококонцентрованих стічних вод полігонів ТПВ використовуються фізичні, хімічні, біологічні методи, а також їх комбінація.

У даній роботі пропонується використання поєднання вищезазначених методів із застосуванням розчину коагулянту сульфату алюмінію, підданого активації шляхом магнітної обробки та електрокоагуляції [3, 4].

Оптимальні дози коагулянту дозволяють підтримувати необхідний технологічний режим роботи очисних споруд у разі зміни якості стічної води, що надходить на споруди.

### Мета статті

Основним завданням проведених досліджень є теоретичне та дослідно-промислове обґрунтування методів оптимізації процесу очищення фільтрату полігонів ТПВ, за рахунок використання активованого розчину коагулянту сульфату алюмінію, який піддається магнітно-електричній активації. Такий підхід дозволяє інтенсифікувати процес очищення дренажних вод та знизити витрати реагенту на 25-30% без погіршення якості очищення.

### Виклад основного матеріалу

Найважливішими показниками, що характеризують якість біологічного очищення стічних вод, є: показник БСК<sub>5</sub>, вміст завислих речовин і фосфатів, наявність яких в очищених стічних водах регламентується залежно від місця скидання або подальшого використання стічних вод.

Вивчення впливу параметрів активації розчину коагулянту сульфату алюмінію було виконано на модельній воді із вмістом завислих речовин у межах 270-280 мг/дм<sup>3</sup>, із вмістом фосфатів у межах 35-40 мг/дм<sup>3</sup> та показником БСК<sub>5</sub>, який не перевищує 185 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Результати попередніх досліджень [5], дозволяють зробити висновок, що застосування активованих розчинів коагулянтів дає змогу інтенсифікувати процес очищення, та таким чином знизити розрахункові дози реагенту, що застосовується.

Випробування проводилися на лабораторній установці, зміна якісних показників фіксувалася

після механічного очищення (після первинного відстійника). Після випробування у стічній воді визначали вміст завислих речовин і кольоровість. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Наведені дослідні дані показують, що під час очищення фільтрату із застосуванням необробленого розчину коагулянту за дози 100 мг/дм<sup>3</sup> вміст завислих речовин становив 109,6 мг/дм<sup>3</sup> і 79,9 мг/дм<sup>3</sup> за умови використання активованого розчину коагулянту, кольоровість становила 138 і 100 град. відповідно.

Динаміка зміни вмісту завислих речовин і показника кольоровості в дренажних водах полігонів при використанні активованого та необробленого розчину коагулянту на стадії механічного очищення наведено на рис. 2-4.

Дослідження, виконані низкою авторів [6,7], дали змогу зробити висновок, що адсорбційна ємність гідроксиду алюмінію в процесах очищення вод активованим розчином коагулянту сульфату алюмінію може бути збільшена в середньому на 10-15%. Саме цим фактором можна пояснити зниження таких показників як ХСК і БПК<sub>5</sub> у середньому на 12% порівняно з використанням звичайного розчину коагулянту (табл. 1).

Найвідчутніший ефект було зафіксовано за дози коагулянту 200 мг/дм<sup>3</sup>, за якої вміст завислих речовин становив 62,3 мг/дм<sup>3</sup> за оброблення звичайним розчином коагулянту та 40,3 мг/дм<sup>3</sup> за оброблення активованим розчином коагулянту, кольоровість становила 95 і 58 град. відповідно. Отримані висновки підтверджуються даними діаграмами, наведеної на рис. 2.

Проаналізувавши показники ефективності очищення при використанні звичайного розчину коагулянту (вміст завислих речовин - 62,3 мг/дм<sup>3</sup>, кольоровість 95 град.) за дози 200 мг/дм<sup>3</sup> з показниками ефективності очищення при використанні активованого розчину коагулянту (вміст завислих речовин – 58,3 мг/дм<sup>3</sup>, кольоровість 88 град.) за дози 150 мг/дм<sup>3</sup> можна зробити висновок, що використання активованого розчину коагулянту дає змогу домогтися зниження розрахункових доз коагулянту без зміни якості фільтрату (рис. 4,5).

Отже, застосування активованого розчину коагулянту сульфату алюмінію дає змогу знизити розрахункову дозу коагулянту, порівняно зі звичайним розчином коагулянту, в середньому на 28-30%, без погіршення якості фільтрату.

Таблиця 1

Зниження розрахункових доз активованого розчину коагулянту ( $Al_2(SO_4)_3$ ) на стадії механічного очищення фільтрату.

Серія експерименту	Якісні показники вихідної води				Доза коагулянту, мг/дм <sup>3</sup>	Параметр и активації		Якісні показники очищеної води				Ступінь покращення якості очищення фільтрату, %			
	Вміст завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кольоровість град.	ХПК, мгО/ дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>		Напруженість магнітного поля, кА/м	Вміст анодно-розчиненого заліза, мг/дм <sup>3</sup>	Вміст завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кольоровість, град	ХПК, мгО/ дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	Вміст завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кольоровість, град	ХПК, мгО/ дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>
(необроблений розчин коагулянту)	278,5	150	993,5	170,5	100	-	-	109,6	138	824,1	133,2	-	-	-	-
	278,5	150	993,5	170,5	150	-	-	78,1	124	748,4	100,2	-	-	-	-
	278,5	150	993,5	170,5	<b>200</b>	-	-	<b>62,3</b>	<b>95</b>	<b>678,8</b>	<b>88,4</b>	-	-	-	-
	278,5	150	993,5	170,5	350	-	-	37,2	73,0	599,4	78,5	-	-	-	-
(активованій розчин коагулянту)	278,5	150	993,5	170,5	100	325	12,5	79,9	100	754,2	111,9	27,0	27,5	8,48	16
	278,5	150	993,5	170,5	150	325	12,5	58,3	88	671,1	91,8	25,3	29,03	10,3	8,38
	278,5	150	993,5	170,5	<b>200</b>	<b>325</b>	<b>12,5</b>	<b>40,6</b>	<b>58</b>	<b>599,4</b>	<b>78,6</b>	<b>34,8</b>	<b>38,94</b>	<b>11,7</b>	<b>11,1</b>
	278,5	150	993,5	170,5	350	325	12,5	26,4	49	549,8	72,1	29,0	32,87	8,89	8,15

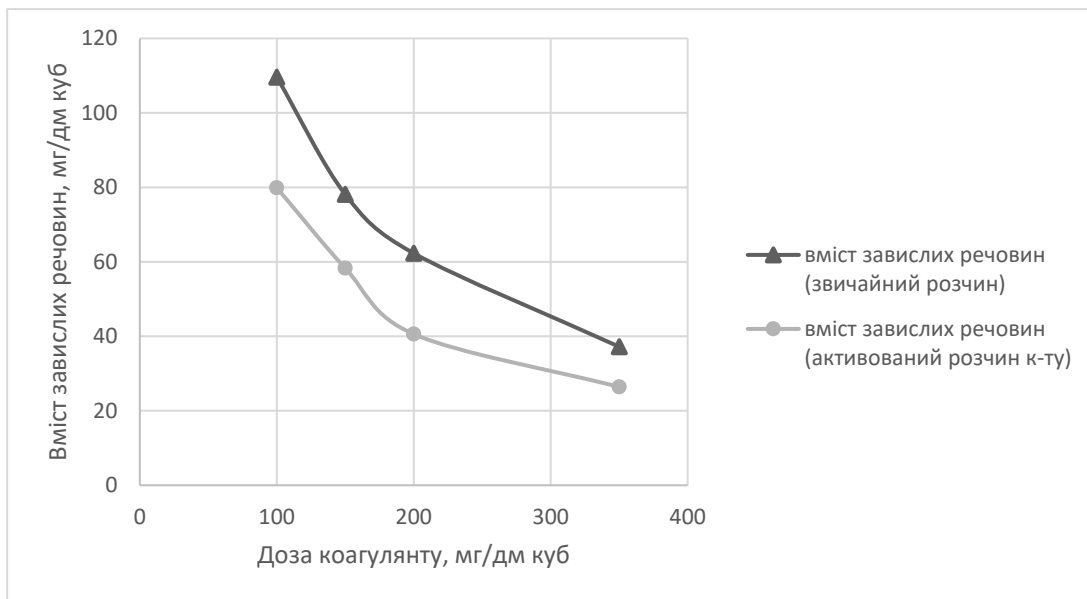


Рис. 2. Зміна вмісту завислих речовин при різних дозах коагулянту (визначення оптимальної дози)

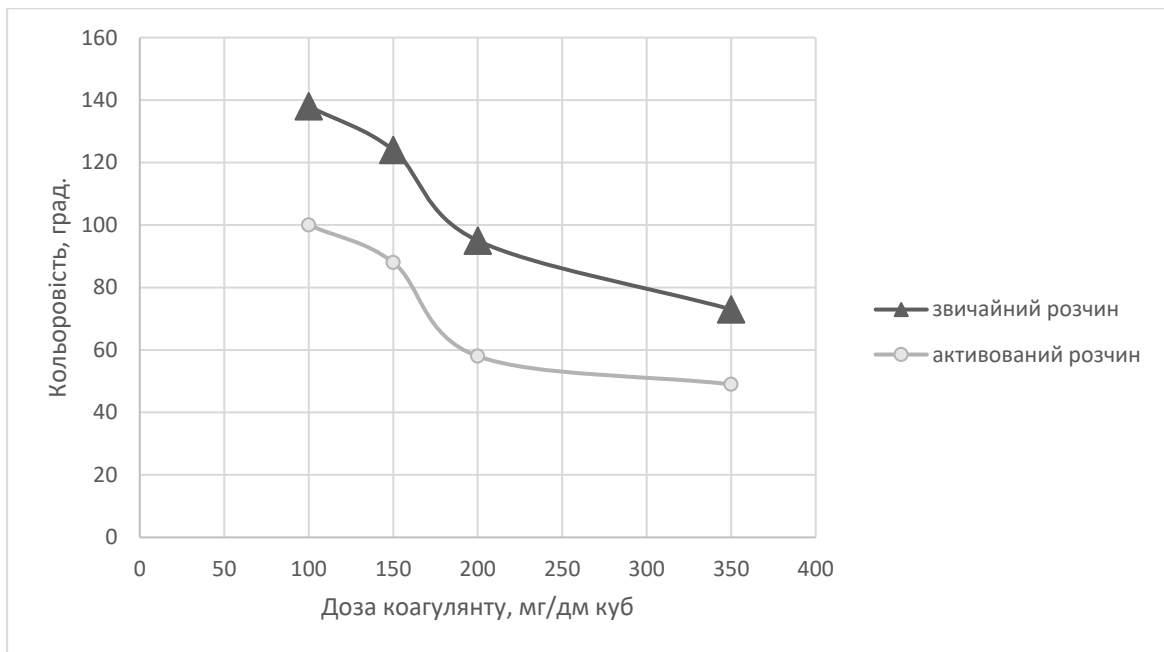


Рис. 3. Зміна показника кольоровості при різних дозах коагулянту (визначення оптимальної дози коагулянту).

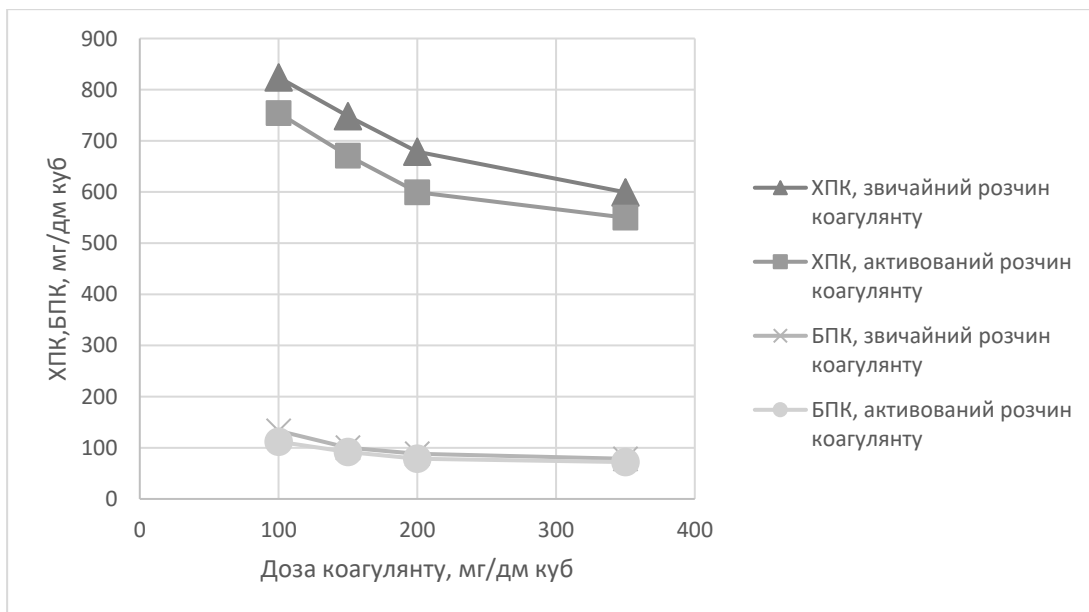


Рис. 4. Оцінка впливу додавання звичайного та активованого розчину коагулянтів на показники якості біологічного очищення

### Висновки

Таким чином запропоновано ефективну технологію очищення високонцентрованих стічних вод полігонів ТПВ, для зменшення рівня забруднення за основними контрольними показниками, зокрема кольоровість та вміст завислих речовин, шляхом додавання активованого розчину коагулянту сульфату алюмінію на стадії механічного очищення.

Проведена активація дозволить збільшити адсорбційну ємність гідроксиду алюмінію в процесах очищення в середньому на 10-15%, та зменшити розрахункову дозу коагулянту на 28-30%. Запропонований підхід дозволить мінімізувати негативний вплив фільтрату на навколишнє середовища, та зменшити кількість осадів та вмісту надлишкового алюмінію у оброблених стічних водах.

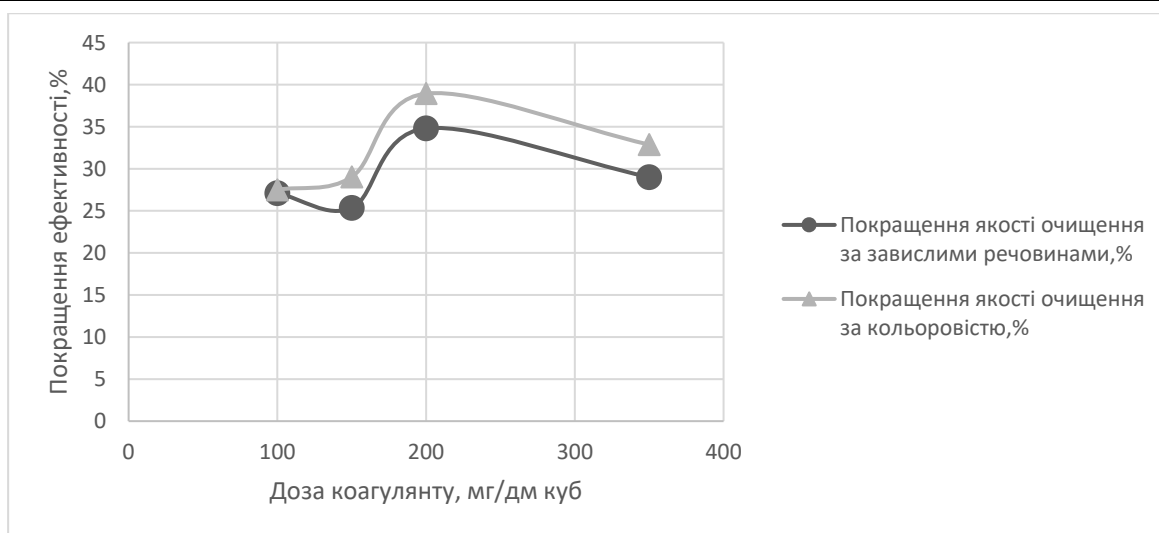


Рис. 5. Покращення якості очищення стічних вод при використанні активованого розчину сульфату алюмінію

### Література

1. Сміттепереробні заводи, полігони, установки: Уряд затвердив порядок моніторингу об'єктів оброблення відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/smittypererobni-zavody-poligony-ustanovky-uryad-zatverdyy-poryadok-monitoryngu-ob-vektiv-obroblennya-vidhodiv/>
2. Управління відходами: скільки в Україні утворюється і накопичується сміття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.slovoidilo.ua/2021/08/28/infografika/suspilstvo/upravlinnya-vidhodamy-skilky-ukrayini-utvoryuyetsya-nakopychuyetsya-smittya#google\\_vignette](https://www.slovoidilo.ua/2021/08/28/infografika/suspilstvo/upravlinnya-vidhodamy-skilky-ukrayini-utvoryuyetsya-nakopychuyetsya-smittya#google_vignette).
3. Десять М.В. Оцінка впливу об'єктів розміщення відходів на навколишнє середовище [Текст] / М.В. Десять // The 8th International conference — Science and society (November 9, 2018) Accent Graphics Communications & Publishing, Hamilton, Canada. 2018. P. 47-56.
4. Формуємо новий Національний план управління відходами: за європейськими стандартами та з конкретними цілями [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/formuyemo-novyj-natsionalnyj-plan-upravlinnya-vidhodamy-za-yevropejskymy-standartamy-ta-z-konkretnymy-tsilyamy/>
5. Десять М.В. Інтенсифікація процесів очищення висококонцентрованих стічних вод [Текст] / М.В. Десять // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Зб. наукових праць, Вип.1 (69), – Рівне: НУВГП, 2015.–С. 111-116.
6. Душкін С.С., Крамаренко Л.В., Гуслева А.Л. Теоретические основы активации раствора коагулянта [Текст] / С.С. Душкін, Л.В. Крамаренко, А.Л. Гуслева // Коммунальное хозяйство. -К.:Техніка, 1997. Вып.7.- С.13-14.
7. Welander U. Nitrification of landfill Leachate Using Suspended-Carrier Biofilm Technology /U.Welander. T. Henrysson // Water Research – 1997 – № 31(9) – P.2351-2355.
8. Kamaruddin M., Suffian Yusoff Hamidi Abdul M., Yung-Tse Hung A. Sustainable treatment of landfill leachate / M. Kamaruddin, M.Suffian Yusoff Hamidi Abdul M., A. Yung-Tse Hung // Appl Water Science (2015) .-P.113–126.
9. Canziani R. Landfill hydrology and leachate production/ Canziani R., Cossu R // Land filling: Process, Technology and Environmental Impact. London. 1994. - P. 23-27
10. Safaa M. Raghav, Ahmed M. El Meguid, Hala A. Hegazi. Treatment of leachate from municipal solid waste landfill/

Housing and building national Research Center.- 2013 № 9, P. 187-192.

### References

1. Waste processing plants, landfills, facilities: Government approves procedure for monitoring waste treatment facilities. Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/smittypererobni-zavody-poligony-ustanovky-uryad-zatverdyy-poryadok-monitoryngu-ob-vektiv-obroblennya-vidhodiv/>
2. Waste management: how much waste is generated and accumulated in Ukraine/ Retrieved from: [https://www.slovoidilo.ua/2021/08/28/infografika/suspilstvo/upravlinnya-vidhodamy-skilky-ukrayini-utvoryuyetsya-nakopychuyetsya-smittya#google\\_vignette](https://www.slovoidilo.ua/2021/08/28/infografika/suspilstvo/upravlinnya-vidhodamy-skilky-ukrayini-utvoryuyetsya-nakopychuyetsya-smittya#google_vignette).
3. Dehtiar M. (2018) Assessment of the environmental impact of waste disposal facilities // The 8th International conference — Science and society .Accent Graphics Communications & Publishing, Hamilton, Canada, 47-56.
4. Developing a new National Waste Management Plan: in line with European standards and with specific goals. Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/formuyemo-novyj-natsionalnyj-plan-upravlinnya-vidhodamy-za-yevropejskymy-standartamy-ta-z-konkretnymy-tsilyamy/>
5. Dehtiar M. (2015) Intensification of the processes of treatment of highly concentrated wastewater // Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering. Collection of scientific papers, Issue 1 (69), - Rivne: NUVGP, 111-116.
6. Dushkin S.S., Kramarenko L.V., Gusleva A.L. (1997) Theoretical bases of coagulant solution activation// Communal economy. - K.:Tehnika, Issue.7, 13-14.
7. Welander U. (1997) Nitrification of landfill Leachate Using Suspended-Carrier Biofilm Technology // Water Research – № 31(9), P.2351-2355.
8. Mohamad Anuar Kamaruddin Mohd. Suffian Yusoff Hamidi Abdul Aziz Yung-Tse Hung (2015) Sustainable treatment of landfill leachate // Appl Water Science, 113–126.
9. Canziani R. (1994) Landfill hydrology and leachate production // Land filling: Process, Technology and Environmental Impact. London, 23-27.
10. Safaa M. Raghav, Ahmed M. El Meguid, Hala A. Hegazi. (2013) Treatment of leachate from municipal solid waste landfill/ Housing and building national Research Center, № 9, 187-192.

**Автор:** ДЕГТЯР Марія Володимирівна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
Водопостачання, водовідведення і очищення вод  
Харківський національний університет міського  
господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail – [mariya.degtyar@kname.edu.ua](mailto:mariya.degtyar@kname.edu.ua),  
ID ORCID: 0000-0001-7836-1680

**Автор:** БЄЛЯЄВА Валентина Михайлівна  
старший викладач кафедри водопостачання,  
водовідведення і очищення вод  
Харківський національний університет міського  
господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail - [valentina.belyaeva@kname.edu.ua](mailto:valentina.belyaeva@kname.edu.ua)  
ID ORCID: 0009-0000-8741-2179

## ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY THE CALCULATED DOSES OF COAGULANT REDUCING T FOR THE TREATMENT OF LANDFILL LEACHATE

M. Dehtiar, V. Belyaeva

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*The article analyses the prerequisites for the formation of environmentally hazardous leachate generated during the life cycle of solid waste landfills, namely, during the decomposition of their organic component, in particular, including the stage of aceto- and methanogenesis.*

*The article emphasises the multicomponent nature of the generated wastewater and the pollution's high level by such indicators as biological oxygen demand, chemical oxygen demand, suspended solids, and colour. This necessitates the use of multi-stage treatment technologies, including mechanical and biological treatment.*

*The main goal of the article was to find out which ways and approaches able to improve of treatment efficiency, in particular using the mechanical treatment stage (pre-treatment). The colour and suspended solids content were chosen as control indicators, and the assessment of the dynamics of changes in these indicators and the level of their sensitivity to the coagulant's work's (use of aluminium sulphate as a coagulant) makes it possible to make conclusions about the effectiveness of the proposed method.*

*In particular, the paper had been proposed the use of an activated solution of aluminium sulphate coagulant, the properties of which change and the efficiency increases under the action of magnetic-electric activation. This approach, as we are expecting is to intensify the leachate treatment process and reduce reagent consumption by 25-30% without the quality of treatment reducing, will allow to reduce the residual amount of aluminium in treated wastewater, to reduce the amount of sediment formed during the treatment of drainage wastewater, and to minimize the negative impact on the environment during the discharge of treated wastewater into surface sources.*

*The selected optimal dose of the coagulant allows maintaining the required technological mode of operation of the treatment facilities in case of changes in the quality of wastewater entering the facilities. The use of aluminium sulphate as a coagulant was proposed, and the studies were carried out in in the following dose range 100-350 mg/dm<sup>3</sup>.*

**Keywords:** dose, coagulant, leachate, efficiency, assessment, suspended solids, colour, sludge, activation