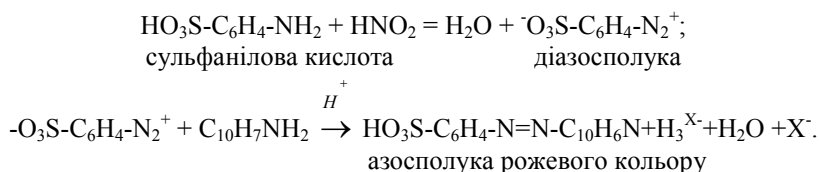


При дослідженні використовували фотометричний метод визначення нітрит-іонів, який базується на утворенні діазосполук при взаємодії нітритів й ароматичних амінів. Діазосполуки, взаємодіючи із солями ароматичних амінів, дають забарвленні азосполуки рожевого кольору.



Вимірювання світлопоглинання стандартних розчинів проводилось на фотометрі ФЕК-56 М (світлофільтр,  $\lambda = 540$  нм) з використанням кювет товщиною 5 см [2].

Для вимірювання вмісту нітратів у пробі використовували іонімір АІ 121. Для цього електрод порівняння замочували за 24 години. В день вимірювань за допомогою серії стандартних розчинів проводили його калібрування. Після калібрування провели безпосереднє визначення вмісту іонів  $\text{NO}_3^-$  в пробі.

Розрахунок вмісту нітратів проводився за формулою:

$$pX = \lg C_{p-ny}$$

Результат аналізу, проведеного за ГОСТ 4192-82 [2] занесли до таблиці 1.

**Таблиця 1 – Результати дослідження нітрогенвмісних сполук у ставковій воді**

Параметр	Рибогосподарські нормативи [3]	Отримані значення
$\text{NH}_4^+$ , мг/л	0,5	0,04
$\text{NO}_2^-$ , мл/л	0,02	0,03
$\text{NO}_3^-$ , мг/л	40	3,03

Результати вимірювань свідчать, що необхідно прослідкувати за динамікою вмісту нітрит-іонів у воді ставка, оскільки в даний період року спостерігається перевищення допустимого вмісту в 1,5 рази, що може пояснюватися як природними процесами (розкладання неживої органічної речовини), так і антропогенним впливом (змив із сільськогосподарських угідь). Інші іони знаходяться в межах допустимих норм для даного господарського використання ставка.

Площа водозбору ставка включає приватні сільськогосподарські угіддя, на яких щороку використовується велика кількість добрив. Тому контроль нітрогенвмісних сполук є досить важливим.

Щоб зменшити негативний вплив даної проблеми необхідна взаємодія всіх учасників господарського впливу на водні об'єкти, а також екологічно обґрунтоване ведення сільськогосподарських робіт.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Романенко В.Д. Основи гідроекології: Підручник /Романенко В.Д. – К.: Обереги, 2001- с. 7.
2. ГОСТ 4192-82 Вода питьевая. Методы определения минеральных азотосодержащих веществ. – М.: Издательство стандартов. – 1982.
3. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва, 1990 г.
4. Справочник по гидрохимии./ [Под ред. А.М. Никанорова.] – Л.: Гидрометеоздат, 1988.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши./ [Под ред. А.Д. Семенова.] — Л.: Гидрометеоздат, 1997.
6. Зенин А.А. Гидрохимический словарь./Зенин А.А., Белоусова Н.В. – Л.: Гидрометеоздат, 1988.
7. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие/Никаноров А.М. – Л.: Гидрометеоздат, 1989.
8. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – USA, 1976.

УДК 621.307.13

**Старченков І. В. (Україна, Київ); Карпінський О. Ю. (Україна, Львів)**

#### **ВДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ РОЗСІЮВАННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРІ**

Щорічно в повітряний басейн міста з викидами промислових підприємств і транспорту надходять сотні, а іноді й тисячі тонн різних шкідливих речовин. Залежно від кількісної і якісної сполуки промислових викидів, їхньої періодичності, висоти, на якій вони здійснюються, а також від кліматичних умов, що визначають перенос, розсіювання викидів і багатьох інших факторів формується рівень забруднення атмосфери. Щоб поліпшити якість повітря міст, необхідно не тільки знати конкретні причини забруднення в кожному місті і районі, але й уміти адекватно оцінювати поточне забруднення навколишнього середовища. Для цього

необхідно проводити розрахунок концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств.

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, що використовують персональні комп'ютери, глобальні мережі передачі даних, геоінформаційні системи й багато чого іншого, створює можливість для програмної реалізації математично складних моделей і методів, у тому числі моделей поширення шкідливих викидів в атмосфері.

Нами розроблена структурна модель поширення шкідливих речовин від одиничних джерел у атмосфері.

Структурна модель може використовуватися для розробки автоматизованої технології, яка буде розраховувати поширення шкідливих викидів що визначає актуальність даної роботи.

#### Аналіз аналогів

Останнім часом в Україні одержали поширення кілька комп'ютерних програм моделювання поширення шкідливих викидів, які використовуються для оцінки впливу на навколишнє середовище. Найбільш розвинутою, досконалою і багатофункціональною є уніфікована програма розрахунку забруднення атмосфери «ЕКОЛОГ» (ТОВ «Інтеграл»). Програми серії "Еколог" дозволяють вирішити величезний спектр завдань в галузі охорони атмосферного повітря - розрахунок величин викидів забруднюючих речовин, прогнозування наслідків аварій на підприємствах із зберігання сильнодіючих отруйних речовин, випуск природоохоронної документації і т. п., але через відсутність виводу результатів обчислень з поясненнями виникають певні труднощі при використанні цієї програми.

Дотепер немає скільки-небудь загальноприйнятої моделі поширення домішок в атмосфері. Це об'єктивно обумовлено складністю й розмаїтістю процесів обробки інформації, а також суб'єктивними факторами.

Головною визначальною ознакою моделей поширення домішок в атмосфері є їх емпіричний або теоретичний характер[1]. Строго кажучи, в усіх моделях присутні обидва початки, але в одних - це найпростіші й не занадто обгрунтовані міркування при ретельному досягненні відповідності експериментальним даним, а в інших - фундаментальні рівняння теорії дифузії в турбулентних середовищах зі складним математичним апаратом і величезним об'ємом обчислень на ЕОМ.

Другою ознакою для класифікації є багатство фізичних процесів, що враховуються в моделі. В емпіричних моделях найчастіше фізика процесів майже не враховується або сильно спотворюється.

Для завдань екології важливу роль грає також облік хімічних перетворень речовин у процесі поширення, зокрема моделі фотохімічного смогу. Для прогнозу необхідно явно розділити модель повітряних плинів поблизу місця викиду шкідливих речовин й модель поширення домішок.

Третьою ознакою для класифікації є тип використовуваного математичного апарата. Значною мірою він пов'язаний з першою ознакою й ще більш безпосередньо - із другою. Емпіричні моделі використовують явні формули, які при реалізації на ЕОМ не викликають ніяких труднощів, трудомістким є тільки введення й виведення інформації.

Розроблена нами візуальна математична модель розсіювання шкідливих викидів в атмосфері базується на «Методиці розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин ОНД-86»[2]. Дана методика є єдиною прийнятою на державному рівні в Україні. Модель застосовується для аналізу квазістаціонарних процесів, коли характерні часи викидів токсичних речовин перевищують характерні часи переміщення повітряних мас в області простору що досліджується. Дана модель є емпіричною й дозволяє розрахувати сталий розподіл концентрацій шкідливих речовин при максимально несприятливому стані атмосфери. На рисунку 1 відображена загальна структура моделі поширення домішок в атмосфері.

На схемі використані такі позначення: А - коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери, приймається для розташованих на Україні джерел висотою менше 200 м в зоні від 50° до 52° південної широти – 180, а південніше 50° південної широти – 200;

М (г/с) - маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу в одиницю часу;

F - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі (для газів F = 1, для пилу при ефективності очищення викидів не менше 90% F= 2,5 і менше 75% чи при відсутності очищення F = 3);

t, n - коефіцієнти, враховуючі умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду;

H (м) - висота джерела викиду над рівнем землі (для наземних джерел приймається H=2 м);

η - безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості; у випадку рівної чи слабкопересіченої місцевості з перепадом висот, що не перевищують 50 м на 1 км, η = 1;

ΔT (°C) - різницю між температурою що викидається газоповітряної суміші T<sub>r</sub> і температурою навколишнього атмосферного повітря T<sub>в</sub>;

V<sub>1</sub> (м<sup>3</sup>/с) - витрата газоповітряної суміші, м<sup>3</sup>/с.

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C<sub>mu</sub> (мг/м<sup>3</sup>) при несприятливих метеорологічних умовах і швидкості вітру U (м/с), що відрізняється від небезпечної швидкості вітру U<sub>m</sub> (м/с), визначається по формулі:

$$C_{mu} = r C_{m0} [\text{мг/м}^3] \quad (1)$$

де r — безрозмірна величина, обумовлена залежно від відношення U/U<sub>m</sub> по формулам[2]:

$$a) \frac{U}{U_m} \leq 1; \quad r = 0,67 \left(\frac{U}{U_m}\right) + 1,67 \left(\frac{U}{U_m}\right)^2 - 1,34 \left(\frac{U}{U_m}\right)^3; \quad (2)$$

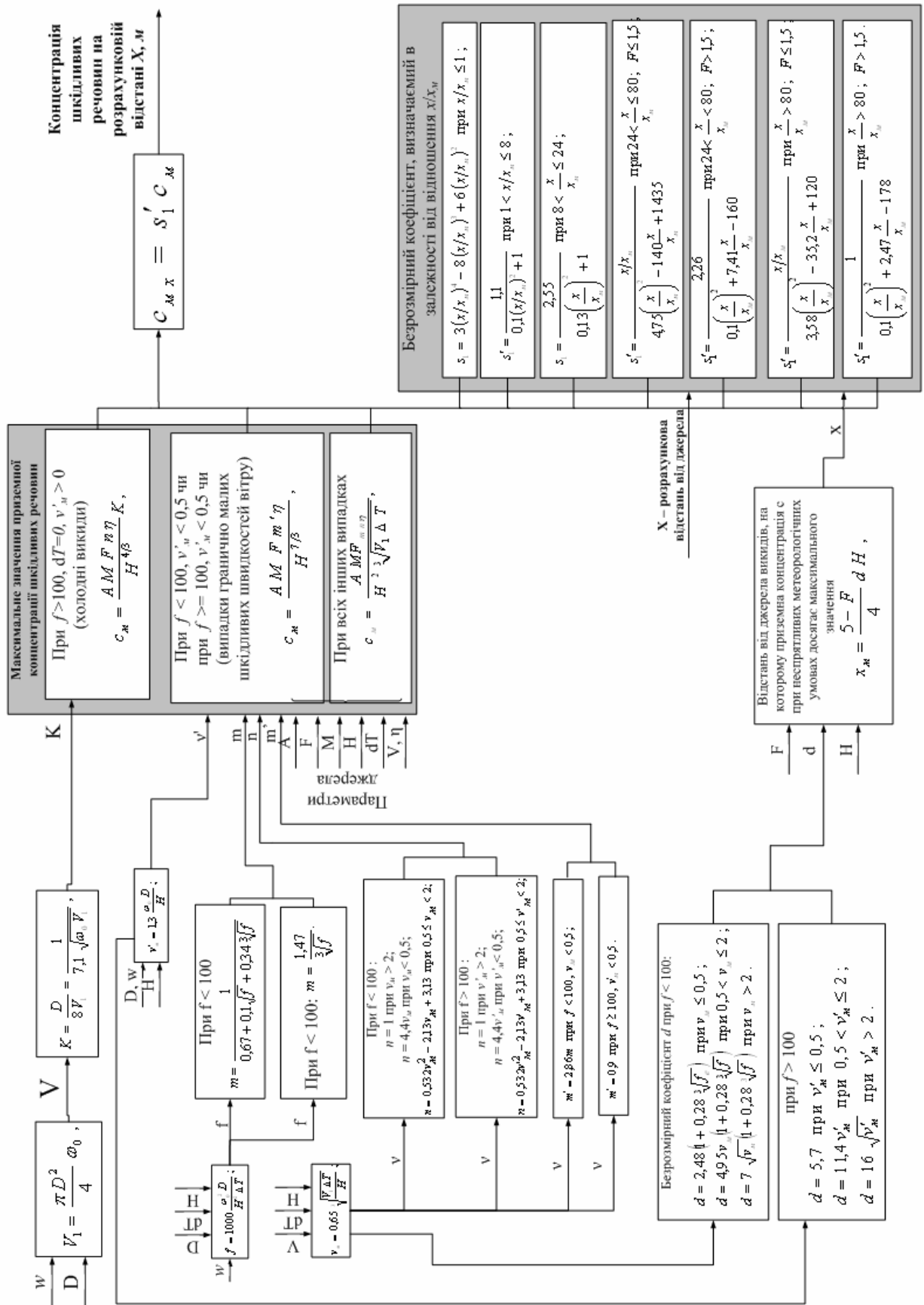


Рис. 1. Структурна модель розсіювання шкідливих викидів в атмосфері

$$\text{б) } \frac{U}{U_m} > 1; \quad r = \frac{3 \cdot \frac{U}{U_m}}{2\left(\frac{U}{U_m}\right)^2 - \frac{U}{U_m} + 2}. \quad (3)$$

Відстань від джерела викиду  $x_{\text{ми}}$  [м], на якому при швидкості вітру  $U$  і несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин досягає максимального значення  $C_{\text{ми}}$  (мг/м<sup>3</sup>), при  $U \neq U_m$  визначається по формулі [2]:

$$X_{\text{ми}} = pX_m \quad (4)$$

де  $p$  — безрозмірний коефіцієнт, обумовлений залежно від відношення  $U/U_m$  по формулам [2]:

$$\text{а) } \frac{U}{U_m} \leq 0,25; \quad p = 3; \quad (5)$$

$$\text{б) } 0,25 < \frac{U}{U_m} \leq 1; \quad p = 8,43\left(1 - \frac{U}{U_m}\right)^5 + 1; \quad (6)$$

$$\text{в) } \frac{U}{U_m} > 1; \quad p = 0,32 \frac{U}{U_m} + 0,68; \quad (7)$$

Значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері  $C_y$  (мг/м<sup>3</sup>) на відстані  $y$  (м) по перпендикулярі до осі факела викиду визначається по формулам [2]:

$$C_{xy} = S_2 C_{x\text{м}}, \quad \text{мг /м}^3, \quad \text{при } U = U_m \quad (8)$$

$$C_{xy} = S_2 C_{x\text{му}}, \quad \text{мг /м}^3, \quad \text{при } U \neq U_m \quad (9)$$

де  $S_2$  — безрозмірний коефіцієнт, обумовлений залежно від швидкості вітру  $U$  (м/с).

Приземна концентрація забруднювача  $C_y$  на відстані  $y$  перпендикулярно до осі факела  $C_{x\text{му}}$ ,  $C_{x\text{м}}$  — концентрація вздовж осі факела:

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 0,5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)^2}; \quad (10)$$

$$t_y = U\left(\frac{Y}{X}\right)^2 \quad \text{при } U \leq 5 \text{ м/с}, \quad (11)$$

$$t_y = 5\left(\frac{Y}{X}\right)^2 \quad \text{при } U \geq 5 \text{ м/с}; \quad (12)$$

Розподіл концентрації забруднювача  $C_z$  по висоті  $Z$  над поверхнею:

$$C_z = C_{\text{ми}} S_2 S_z, \quad (13)$$

$C_{\text{ми}}$  — максимальне значення приземної концентрації при  $U \neq U_m$ ;

$$\text{при } \frac{X}{X_{\text{ми}}} > 1, \quad S_z = S_1 \frac{X}{X_{\text{ми}}}; \quad (14)$$

Реалізація цієї моделі на ЕОМ досить проста й час розрахунків по ній знехтувано малі в порівнянні з введенням і висновком інформації. З появою нових відомостей для конкретної місцевості модель нескладно поповнювати.

Програмне забезпечення має наступні характеристики й відмінні риси:

- 1) вихідний код програми розбитий на окремі модулі, що створює певну структуру й здатність, якщо буде потреба, внести зміни в певний модуль, не змінюючи при цьому весь код програми;
- 2) інтуїтивно зрозумілий користувальницький інтерфейс;
- 3) наявність контекстного меню й спливаючих «підказок», що полегшують роботу користувача;
- 4) у процесі розробки враховані вимоги й побажання користувачів аналогічних програмних продуктів;
- 5) база даних має оптимальну структуру для економії простору жорсткого диска.
- 6) прив'язка моделей розсіяння до географічних координат місцевості.

#### Висновки

Розроблена модель розсіювання шкідливих викидів в атмосфері на території в радіусі до 30 км, в основу якої покладена методика ОНД-86. За результатами розрахунку формується звіт - таблиця з величинами концентрації або часток ПДК. Крім таблиць, звіти містять повний набір введених вихідних даних, а також зведену інформацію з розрахунку. Передбачена також можливість графічного відображення результатів розрахунку викидів. Та прив'язка карти розсіяння до систем навігації.

Представлені матеріали отримані при виконанні досліджень в рамках угоди про співробітництво між кафедрою НАЕПС та фірмою Imrex HighTech GmbH (Німеччина).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Замуч С.С. Моделі оцінки й прогнозу забруднення атмосфери промисловими викидами в інформаційно-

аналітичній системі природоохоронних служб великого міста: Учеб. посібник / С.С. Замуч, О.Э. Якубайлик - Красноярсък, 1998;

2. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що втримуються у викидах підприємств. ОНД-86, Л, Гидрометеиздат, 1987;

УДК 664.1: 628.54

**Лукіянчук О. Ю., Салавор О. М., Ничик О. В. (Україна, Київ)**  
**ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИЩЕННЯ ТРАНСПОРТЕРНО-МИЙНОЇ ВОДИ**  
**БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА ОСНОВНИМИ СОЛЯМИ АЛЮМІНІУ**

Кількість води, що споживається цукровим заводом, і вимоги до її складу залежать від встановленого на заводі обладнання та прийнятого технологічного процесу. Для виробництва 1 т цукру з буряків потрібно витратити до 200 м<sup>3</sup> води [1].

Оборотна система гідротранспорту та миття буряків – одна з основних систем водопостачання цукрового заводу. Транспортно-мийна вода складає більше 60% від загального об'єму води, що використовується цукровим заводом. Останнім часом спостерігається зниження якості води оборотної системи гідротранспорту та миття буряків [2]. Через недостатнє очищення води на тракт подачі буряку додатково вводиться значна кількість механічних та хімічних домішок, а також мікроорганізмів, що викликає труднощі при транспортуванні буряків у завод та їх переробленні і, в результаті, призводить до зниження продуктивності виробництва.

Транспортерно-мийна вода за ступенем забруднення належить до висококонцентрованих стічних вод цукрового виробництва. Забруднюючі речовини транспортерно-мийних вод являють собою механічні домішки, які надходять у воду разом з коренеплодами буряків та знаходяться в ній у завислому стані.

Крім механічних домішок, транспортерно-мийна вода забруднена хімічними речовинами органічного та мінерального походження, які за ступенем диспергованості поділяють на грубодисперсні, високодисперсні, колоїдні та розчинні. При цьому більшу частину розчинних органічних речовин становить цукроза, вміст якої при багаторазовому використанні транспортерно-мийних вод в оборотній системі водопостачання збільшується в 5...7 разів.

До хімічних забруднюючих речовин транспортерно-мийної води відноситься сапонін. Ця речовина є одним з основних піноутворювачів в бурякоцукровому виробництві, а піна в значній мірі перешкоджає ефективній роботі очисних споруд, бурякопідіймальної станції, обладнання для очищення буряків від легких та важких домішок та призводить до зниження продуктивності роботи заводу. Сапонін характеризується високою токсичністю для риб, надає воді неприємного смаку і запаху, порушує кисневий обмін водою.

Багаторазова рециркуляція води оборотної системи гідротранспорту та миття буряків призводить до накопичення в ній механічних та хімічних забруднень, серед яких багато органічних речовин. Ці забруднення є поживним середовищем для розвитку у воді мікроорганізмів. Мікрофлора води оборотної системи гідротранспорту та миття буряків дуже різноманітна, залежить від тривалості її рециркуляції, методів очищення, знезараження та інших факторів. В 1 мл транспортерно-мийної води може нараховуватись до кількох мільярдів спор бактерій, міцеліальних грибів та дріжджів. Мікроорганізми з транспортерно-мийної води залишаються на поверхні здорових і, особливо, механічно ушкоджених коренеплодів, і, таким чином, потрапляють на верстат заводу і підвищують, в результаті своєї життєдіяльності, втрати цукрози від розкладання. Тому транспортерно-мийна вода потребує додаткового очищення і дезинфекції [3].

Існуючі способи очищення транспортерно-мийної води не дозволяють комплексно вирішувати питання очищення, знезараження води та запобігання піноутворенню в ній. Тому актуальним є розроблення нових способів очищення транспортерно-мийної води, які б забезпечували високий ефект очищення по завислих речовинах та ХСК, значне освітлення води, знезараження по всіх групах мікроорганізмів та зниження спінюваності води. Це дасть можливість зменшити питомі витрати свіжої води та кількість стічних вод на одиницю перероблених буряків і, як наслідок, поліпшить екологічний стан на бурякоцукрових заводах.

З цією метою нами проводились дослідження ефективності використання основних солей алюмінію в якості коагулянтів для очищення транспортерно-мийної води бурякоцукрового виробництва.

Проведено порівняльні дослідження фізико-хімічних показників транспортерно-мийної води, очищеної дигідрокосульфатом алюмінію (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>·11H<sub>2</sub>O), гідроксохлоридом алюмінію (Al<sub>2</sub>(OH)Cl) та сульфатом алюмінію (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). Транспортно-мийну воду, що характеризувалась наступними показниками: ХСК – 3700 мгО<sub>2</sub>/л, вміст завислих речовин – 4917 мг/л, оптична густина – 0,765, рН 7,2 використовували як вихідну. Паралельно транспортерно-мийну воду очищали дигідрокосульфатом, гідроксохлоридом та сульфатом алюмінію у кількостях 0,01 та 0,1% до маси води при t=20°C, тривалість оброблення – 20 хв. Отримані результати представлені в табл.1.

Ефект очищення транспортерно мийної води сульфатом алюмінію становить: за завислими речовинами 86,6-87%; за ХСК – 35,14-48,65%; ефект знебарвлення 75,68-75,95%. Значення рН транспортерно-мийної води знаходиться в слабо-кислій області.