

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
В.Н. КАРАЗІНА
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МАТЕЯ БЕЛА, БАНСЬКА БИСТРИЦЯ
(СЛОВАЦЬКА РЕСПУБЛІКА)**



ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

“ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ”

(посвідчення УКРІНТЕІ про реєстрацію №654 від 26.10.2017 р.)

04 – 06 жовтня 2018 р.

Кременчук, Україна

XVI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ “ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ”

Матеріали конференції – Кременчук: КрНУ, 2018. – 100 с.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол ВР № 2 від 25.10.2018 р.) Збірник публікує матеріали, що містять теоретичні та практичні результати в галузях природничих, гуманітарних і технічних наук.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Загірняк М.В. – д.т.н., проф., ректор КрНУ імені Михайла Остроградського.

Члени програмного комітету:

Шмандій В.М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри ЕБОП, КрНУ імені Михайла Остроградського;

Крайнов І.П. – д.т.н., професор, провідний спеціаліст, Харківський науково-дослідний інститут судових експертиз ім. М.С. Бокаріуса.

Гайдош Альфонз – проф., заступник декана факультету географії і геології університету Матея Бела у Банській Бистриці (Словацька республіка);

Мальований М.С. – д.т.н., професор, зав. каф. прикладної екології та збалансованого природокористування, Національний університет "Львівська політехніка".

Семчук Я.М. – д.т.н., професор, зав. каф. безпеки життєдіяльності Івано-Франківського національного університету нафти і газу.

Секретар програмного комітету

Святенко А.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри ЕБОП.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Шмандій В.М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри ЕБОП, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук.

Члени оргкомітету:

Масікевич Ю.Г., д.б.н., проф., Буковинський державний медичний університет;

Голік Ю.С. – к.т.н., проф., професор кафедри прикладної екології та природокористування, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка;

Некос А.Н. – д.г.н., проф., завідувач кафедри ЕБЕО, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна;

Дрімал Марек – проф., завідувач кафедри охорони навколишнього середовища університету Матея Бела у Банській Бистриці (Словацька республіка)

Бахарєв В.С. – к.т.н., доц., декан ФПН, КрНУ імені Михайла Остроградського;

Святенко А.І. – к.т.н., доцент кафедри ЕБОП, КрНУ імені Михайла Остроградського;

Вамболь С.О. – д.т.н., проф., зав. кафедри прикладної механіки Національного університету цивільного захисту України (м. Харків).

ISBN 978-

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, 2018 р.

Адреса: вул. Першотравнева, 20 м. Кременчук, Полтавська обл.. Україна, 39600.
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. Кафедра
екологічної безпеки та організації природокористування, кімн. 4207. Телефон: +3805366
31019; E-mail: ecol4207@gmail.com; Web sites: www.kdu.ua

ЗМІСТ

Екологічно прийнятні вогнегасні речовини та технології їх застосування. (Сучасний стан. Теорія. Практика. Інновації)	
<i>Антонов А. В.</i>	6
Застосування глауконіту для видалення фосфатів зі стічних вод	
<i>Безденєжних Л.А., Генова А.В.</i>	9
Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами ПрАТ «Укрграфіт»	
<i>Белоконь К.В., Троїцька О.О.</i>	10
Экологическая оценка качества вод для централизованного водоснабжения г. Киев	
<i>Василенко Л.А., Жукова Е.Г., Лешкевич Е.Ю, Середюк А.П.</i>	11
Використання відходів теплових електростанцій у виробництві будівельних матеріалів	
<i>Харламова О.В., Вова В.В., Шевченко О.П.</i>	14
Якість життя і здоров'я населення – критерій оцінки екологічної безпеки штучної екосистеми	
<i>Гільов В.В., Ткач Н.О., Трошин М.Ю., Бойко А.О.</i>	15
Вплив ДТЕК «Придніпровська ТЕС» на здоров'я населення житлового масиву «Придніпровський» м. Дніпро	
<i>Гільов В. В., Полторацька В. М., Ріпний О. Ю., Глобчак Б. В.</i>	16
Визначення кількісно-якісного складу продуктів горіння фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів	
<i>Голік Ю.С., Ганошенко О.М.</i>	17
Екотехнології в переробці вторинної молочної сировини	
<i>Дмитриков В.П., Падалка В.В., Кликова К.В.</i>	20
Особливості організації та управління екологічною та виробничою безпекою на підприємствах нафтогазового комплексу	
<i>Древицька Н.Ю.</i>	23
Дослідження джерел у басейні р. Роганка з метою можливого використання джерельних вод для питного водопостачання у сільській місцевості	
<i>Яковлєв В.В., Дмитренко Т.В., Дядін Д.В.</i>	24
Екологічні аспекти робіт з благоустрою прибудинкових територій	
<i>Желновач Г.М., Гончарова А.О., Головченко А.В.</i>	25
Екологічні ризики впливу на атмосферу діяльності ДП «Перемога нова» ПАТ «Миронівський хлібопродукт»	
<i>Жицька Л.І., Коваль Д.І.</i>	26
Екологічна оцінка впливу концентрацій закиснювачів повітря на рослинність Канівського державного природного заповідника	
<i>Жицька Л.І., Щербина В.В.</i>	27

Екологічно чисті продукти-як складова екологічної безпеки <i>Загоруйко Н.В., Шитик Л.І.</i>	28
Екологічна безпека процесів очищення насосно-компресорних труб, забруднених радіонуклідами природного походження <i>Іващенко Т. Г., Денисенко І. Ю.</i>	30
Перспективи застосування фосфогіпсу для гасіння торф'яних та попередження лісових пожеж <i>Іващенко Т. Г., Антонов А. В., Гладий А. В.</i>	34
Проблемні питання пилеподавлення золошлаконакопичувача Дарницької ТЕЦ <i>Іващенко Т.Г., Салій І.В., Шусть В.І., Тищенкова М.О.</i>	35
Критеріальний підхід до створення системи автоматичного контролю забруднення атмосферного повітря території Київської області <i>Іващенко Т. Г., Шусть В. І., Тищенкова М.О., Печений В.Л.</i>	38
Дослідження впливу негативних антропогенних чинників на здоров'я населення регіону <i>Харламова О.В., Ігнаткіна О.С., Шевченко В.П.</i>	42
Новая технология разрушения хлорорганических пестицидов (ХОП) находящихся в грунтовых компонентах, с целью прекращения их миграции и ускоренного возврата в хозяйственный оборот бывших загрязненных земель. <i>Катков М.В., Никоненко Н.В., Юрченко А.І.</i>	43
Зниження пилових викидів в кар'єрах при перевантаженні гірської маси на конвеєри з використанням високоефективного гідрозрошувача <i>Колесник В.С., Павличенко А.В., Агамалієв Е.А.</i>	44
Особливості адаптації <i>P. pyramidalis</i> Roz. в зоні локального впливу Черкаської ТЕЦ <i>Корнелюк Н.М.</i>	47
До питання визначення речовин-маркерів забруднення атмосферного повітря від групи промислових підприємств <i>Корцова О.Л.</i>	48
Проблеми наближення (апроксимації) українського природоохоронного законодавства до екологічного права Європейського союзу <i>Богданюк І.В., Сабадаш В.В., Крайнов І.П.</i>	49
Вплив екологічних вимог Угоди про асоціацію з ЄС на зміст та впровадження «екологічного» судочинства в Україні <i>Богданюк І.В., Сабадаш В.В., Крайнов І.П.</i>	51
Підвищення ефективності заходів з екологічної безпеки трубопроводів <i>Кривенко Г. М., Керкер В.В.</i>	53
Оцінка можливостей зниження концентрації оксидів Нітрогену у газових викидах хлібопекарських підприємств <i>Крусір Г.В., Кондратенко І.П.</i>	54

Assimilation Capacity as an Indicator of the Limit Level of Impact on Aquatic Ecosystems	
<i>Kulikova D.V.</i>	55
Передумови створення зон санітарної охорони джерельних вод	
<i>Ляпун В.О., Дядін Д. В.</i>	57
Еколого-гігієнічна оцінка якості вод водопровідних станцій	
<i>Зорина О.В, Маврикин Е.А.</i>	58
Екологічна оцінка впливу Деївського сміттєзвалища на стан ґрунтів	
<i>Солошич І.О., Максюта Т.Б.</i>	59
Екологічна безпека застосування мінеральних добрив	
<i>Мальований М.С., Синельніков С.Д., Нагурський О.А., Тимчук І.С.</i>	60
Забезпечення екологічної безпеки шляхом керування паро-рідинною рівновагою на котурах БЦС	
<i>Маркіна Л. М., Крива М. С.</i>	61
Заповідні території як осередки сталого розвитку та екологічної безпеки регіону	
<i>Масікевич А.Ю., Масікевич Ю.Г.</i>	62
Сучасні проблеми управління екологічною безпекою з використанням дистанційно пілотованих літальних апаратів	
<i>Машков О.А., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В.</i>	63
Сучасні проблеми формування державної політики в галузі розробки еколого-економічної системи природо-користування та природоохоронної діяльності на основі теорії екологічних ризиків	
<i>Машков О.А., Нігородова С.А.</i>	64
Стратегічна екологічна оцінка як інструмент забезпечення екобезпеки	
<i>Мещерякова В. Р., Матухно О. В.</i>	65
Ефективність виробництва біопалива на підприємствах бурякоцукрового комплексу	
<i>Єгорова О. В., Нікіфоров Б.В.</i>	66
Підвищення рівня екологічної безпеки звалищ органічних відходів анаеробним зброджуванням	
<i>Ополінський І.О.</i>	67
Екологічна та техногенна небезпека підземного вуглевидобутку в Червоноградському гірничопромисловому регіоні	
<i>Павличенко А. В., Кулина С.Л.</i>	68
Снижение загрязнения окружающей среды дымовыми газами энергетических установок при использования топливно-водородных смесей	
<i>Лейбович Л.И., Пацурковский П.А., Евстегнеев Ю.В.</i>	70
Регулювання станів екологічної безпеки на об'єктах нафтогазового комплексу	
<i>Ригас Т.Є., Григоренко Ю.С., Плугарь О.В.</i>	71

Дослідження джерел техногенного впливу на водні об'єкти (на прикладі Каспійського моря)	
<i>Пляцук Л.Д., Габбасова С.М., Аблєєва І.Ю., Мамутова А.А.</i>	72
Дослідження спільної дії шуму автотранспортних потоків і стаціонарних джерел шуму підприємств у межах селітебних зон.	
<i>Поліщук Д.В. Шелудченко Л.С.</i>	75
Модернизация технологического оборудования как путь повышения техногенной безопасности опасных производств	
<i>Радионов А.В.</i>	76
Боротьба з шумом як складова екологічної безпеки технологій і виробництв	
<i>Саньков П.М., Ткач Н.О., Гваджаїа Б.Д., Бігунова Ю.Г.</i>	77
Формування екологічної мережі як елемент управління екологічною безпекою (на прикладі Кіровоградської області)	
<i>Ригас Т.Є., Семенюк О.І.</i>	78
Вплив відмов нафтогазопроводів на довкілля	
<i>Семчук Я.М.</i>	79
Оцінка життєвого циклу продукції як інструмент екологічної безпеки	
<i>Сергієвич С.О., Матухно О.В.</i>	80
Проблеми аналізу ризику небезпечних процесів та їх наслідків в межах сельбищної території	
<i>Сидоренко В. Л., Азаров С. І.</i>	81
Аналіз екологічного стану аквальної ландшафтів Черкаської області (на прикладі малих річок)	
<i>Єгорова О. В., Соболев М. П.</i>	82
Визначення можливості використання осадів з Львівських КОС у якості субстрату для біологічної рекультивації	
<i>Тимчук І. С., Мальований М.С.</i>	83
Шумове забруднення атмосферного повітря від автомобільного транспорту	
<i>Ткач Н.О., Саньков П.М., Трошин М.Ю., Драгун А.В., Малонухіна Є.Ю.....</i>	84
Моніторинг формування екологічної небезпеки у Кременчуцькому районі під впливом ерозії	
<i>Шмандій В.М., Знайко В.Ю., Токар В.М.</i>	85
Стан довкілля в річкових долинах Дністра	
<i>Триснюк Т.В., Голован Ю.М., Курило А.В.</i>	86
Результати досліджень вмісту важких металів (міді та цинку) у культурах агрофітоценозу методом атомно-абсорбційної спектрометрії у полум'ї	
<i>Троїцька О.О., Белоконь К. В., Манідіна Є.А., Беренда Н.В., Сівенкова К.Д.....</i>	88
Визначення світової екологічної небезпеки за показниками техногенезу	
<i>Федорова Г. В.</i>	89
Екологічна оцінка стану середніх річок Черкащини на прикладі річки Рось	
<i>Хоменко О.М., Боровко В.Ю.</i>	92

Визначення об'єму біомаси очерету звичайного для зниження солевмісту в стічних водах	
<i>Чепак О. П., Костенко В.К., Зав'ялова О.Л.</i>	93
Gadget-картографічне забезпечення екологічного моніторингу	
<i>Шевченко Р. Ю.</i>	94
Екологічна безпека використання мінеральних добрив	
<i>Єгорова О. В., Шиповалов Р. В.</i>	95
Використання розрахункових методів оцінки виносу пестицидів для підвищення екологічної безпеки рисових зрошувальних систем	
<i>Юрченко А. І.</i>	96
Проблеми раціонального використання водних ресурсів на питні потреби, які створює мікробіологічна нітрифікація	
<i>Юрченко В.О., Радіонов М. Д.</i>	97
Визначення буферної здатності ґрунту урбоєкосистеми при поелементному забрудненні катіонами металів	
<i>Яковшина Т.Ф.</i>	98
Оптимізація математичної моделі іотримання клар-газу	
<i>Бедрій Т.О.,Новохатько О.В.</i>	99
До питання визначення речовин-маркерів забруднення атмосферного повітря від групи промислових підприємств	
<i>Корцова О.Л., Ратушний В.М.</i>	100
Використання торфу в якості адсорбентів для очищення стічних вод	
<i>Безденєжних Л.А., Кривонос О.В.</i>	101
Перспективи використання відпрацьованого субстрату ціанобактерій у якості біодобрива	
<i>Михайленко А.С., Мазницька О.В.</i>	102
Екологічний ризик виробництва плат	
<i>Нестер А.А.</i>	103
Управління екологічною безпекою техногенного об'єкту в контексті поводження з відходами виробництва	
<i>Шмандій В.М., Олійник В.С.</i>	107
Умови біоокиснення забруднень стічних вод в аеротенку активним мулом	
<i>Пасенко А. В., Никифорова О.О., Дужонкова Д.Г.</i>	108
Біотехнологія утилізації активного мулу	
<i>Пасенко А. В., Никифорова О.О., Пісьменнікова Т.С., Маїталір Л.М.</i>	109
Екологічні біотехнології аналізу негативного впливу факторів довкілля	
<i>Ритченко Ю. В., Новохатько О.В.</i>	110
Взаємодія біологічних і електромагнітних систем	
<i>Сақун О.А., Троян Б.В.</i>	111
Застосування мікроорганізмів-деструкторів для очищення нафтомістких стічних вод	
<i>Святенко А. І., Потєбна Д. В.</i>	112
Використання фосфоровмісних відходів у процесах обробки осадів стічних вод	
<i>Святенко А. І., Тарасова В. В.</i>	114

Екологічний ризик виробництва плат

*Нестер А.А., к.т.н., доц.,
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*

З великого обсягу промислових викидів, що потрапляють у навколишнє середовище, на машинобудування припадає лише незначна його частина - 1-2%. У цей обсяг входять і викиди підприємств військово-орієнтованих галузей, окремих підприємств, що є значною складовою частиною машинобудівного комплексу. За рівнем забруднення навколишнього середовища райони гальванічних і фарбувальних цехів як машинобудівних в цілому, так і оборонних підприємств можна порівняти з такими найбільшими джерелами екологічної небезпеки, як хімічна промисловість; ливарне виробництво порівняно з металургією; території заводських котелень - з районами ТЕС, які належать до числа основних забруднювачів. Таким чином, машинобудівний комплекс в цілому і виробництва оборонних галузей промисловості, як його невід'ємна частина, є потенційними забруднювачами навколишнього середовища: повітряного простору; поверхневих вододжерел; ґрунту.

Навколишнє середовище вважається безпечним, коли його стан відповідає встановленим у законодавстві критеріям, стандартам, лімітам і нормативам, які стосуються його чистоти (не забруднення), ресурсовмісткості (не втоми), екологічної стійкості, санітарним вимогам, здатності задовольняти інтереси громадян.

Проблема утилізації відходів промислового і побутового походження набуває в даний час все більш гострий характер у зв'язку з тим, що обсяги генерування відходів постійно зростають, тоді як темпи їх переробки незрівнянно малі. В результаті до теперішнього часу накопичені сотні мільйонів тонн різних твердих відходів, які необхідно переробляти і знешкоджувати. Масштаби щорічного продукування і накопичення твердих відходів вимагають створення потужних переробних установок продуктивністю, яка вимірюється мільйонами тонн в рік з їх промисловим освоєнням.

Це доцільно здійснювати на базі вже наявних проєктів освоєних передовими країнами. Специфіка твердих відходів виробництва полягає в тому, що в малих кількостях вони не роблять помітного впливу на навколишнє середовище, а в великих скупченнях стають екологічним лихом. Тому в даний час в усьому світі активно ведуться дослідження та розробки техніки і технологій для переробки та знешкодження. Проблема полягає в тому, що доведення пропозицій до практичної реалізації в промисловості пов'язано з численними труднощами фінансового, соціального і технічного характеру.

Аналіз шламів гальвановиробництва, виробництва друкованих плат і шламів з шламонакопичувачів показав високий вміст в них металів. Під впливом опадів, особливо кислотних дощів, відбувається поступове вторинне забруднення навколишнього середовища цими відходами. Велика обводненість території, пухкі водопроникні ґрунти ускладнюють вибір полігонів промислових відходів і обмежують їх площі, створюють умови для забруднення іонами важких металів не тільки прилеглих до місць складування

грунтових покривів і поверхневих вод, а й підземних водних горизонтів. В даний час в багатьох країнах світу все ще використовується метод знешкодження токсичних відходів шляхом захоронення на спеціальних полігонах з застосуванням захисних облицювальних матеріалів з глини, поліетилену, полівінілхлориду та інших відносно водостійких матеріалів. Економічним методом поховання опадів багатьох типів є хімічна фіксація, яка здійснюється дозуванням в шлам спеціальних агентів типу силікату натрію, цементу. В результаті цього токсичні речовини виявляються зафіксованими в твердій масі, але з часом може мати місце їх вимивання.

Серед рідких відходів є велика група важких металів, які широко застосовуються в різних промислових виробництвах, і, незважаючи на застосовувані способи очищення, сполуки важких металів проникають в промислові стічні води. Значна кількість цих сполук потрапляє у воду також через атмосферу.

Екологічна небезпека важких металів полягає в тому, що вони активно поглинаються фітопланктоном, а після цього потрапляють людині по харчовому ланцюгу. Свою частку в погіршення екологічного стану навколишнього середовища вносять підприємства, які використовують процеси виготовлення друкованих плат для забезпечення роботи сучасної електронної техніки. До таких підприємств належать виробництва: побутової; військової; автомобільної; космодромної техніки; техніки космічних апаратів, радіо і телебачення.

Характеризуючи стічні води виробництв друкованих плат, необхідно відзначити наступні фактори впливу металів, присутніх в цих водах, на здоров'я людини.

Мідь широко використовується у виробництві друкованих плат, будучи активним провідником. Головне джерело надходження міді в природне середовище в такому виробництві-стічні води операцій травлення міді для забезпечення рисунка, промивні води, шлами. Мідь є одним з незамінних елементів для організму людини. У деяких випадках дефіцит міді за симптомами подібний до хронічної інтоксикації. Сполуки міді володіють мутагенними властивостями.

При інтоксикації сполуками міді вражаються печінка, легені, розвивається гіпертонія, можливі розвиток алергії і розлади нервової системи. Мідь малотоксична для людини і не має кумулятивних властивостей. Швидкість поглинання, утримання і вивід міді не призводять до підвищеного її вмісту в організмі. Але при хворобах, які викликають порушення цього механізму, тривала абсорбція міді може викликати захворювання-цироз печінки. Є відомості в медичній літературі про вплив міді на метаболізм штучно вигодовуваних новонароджених. Зафіксовані гострі отруєння людей в разі вживання міді з питною водою міді в дозах 0,14 мг/кг і вище.

Слабка токсичність міді пояснюється її проміжним положенням між м'якими і сильними кислотами за характером утворення зв'язків. Однак мідь гостротоксична для більшості прісних безхребетних. Тому ГДК питної води (за європейським стандартом-0,05, США та СНД - 1,0, ВООЗ - 2,0 мг/дм³) вища, ніж рибогосподарська величина ГДК - 0,01 мг/ дм³. Сполуки міді з шламів при їх зберіганні можуть потрапляти в ґрунти на місцях зберігання. Метою

досліджень мають стати роботи з прогнозування забруднення ґрунтів і порід на території складування шламів виробництва плат та гальваніки.

Для прикладу розглянемо стан з утворенням шламів при роботі лінії травлення друкованих плат. При продуктивності лінії травлення $12 \text{ м}^2/\text{год}$ кількість шламів за 8 год роботи досягне величини приблизно 100 кг, що при місячній роботі в одну зміну складе 2100-2200 кг.

Сучасні підприємства, які в кращий для виробництва час, виробляють приблизно $4 \cdot 10^3 \text{ м}^2$ плат, накопичили на своїй території по 30-50 тонн і більше відходів за рік у вигляді шламів, які зберігаються в ємностях, поліетиленових мішках і потрапляють під дію атмосферних опадів. У процесі дії на них атмосферних опадів солі вимиваються і переходять в ґрунт, поверхневі води, забруднюючи навколишнє середовище і підвищуючи рівень екологічної небезпеки.

Щоб уникнути накопичення шламів на території підприємств пропонується використовувати технологію регенерації відпрацьованих розчинів травлення, при якій виділений метал використовується як вторинна сировина для виробництва міді, а регенований розчин повторно використовується для травлення друкованих плат.

Прогноз забруднення ґрунтів і порід на території складування шламів (до впровадження запропонованих рішень) пропонується виконати на основі положень викладених нижче.

При зберіганні солей від травлення плат і гальваніки ґрунти, на яких можуть лежати солі, засолюються і це призводить до негативних явищ. З огляду на викладене вище, нами виконано прогноз засолення ґрунтів і порід зони аерації на техногенно порушеній території на різні терміни. Солі від поверхні землі рухаються в нижче лежачі горизонти зони аерації за законами молекулярної дифузії. Відповідно до теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ цей процес можна описати рівнянням руху і збереження маси речовини в похідних для вертикального масопереносу:

$$D_m \frac{d^2 C}{dx^2} = n \frac{dC}{dt}, \quad (1)$$

де, D_m -коефіцієнт молекулярної дифузії, $\text{м}^2/\text{доб}$; C -засоленість порід, % щільності сухого ґрунту; n -об'ємна вологість, частки одиниці; x -просторова координата, м; t -годинникова координата, доба

Аналітичне рішення рівняння (1) для завдання в такій постановці має вигляд:

$$C_x = (C_n - C_o) \operatorname{erfc} \frac{x}{2 \sqrt{\frac{D_m t}{n}}}, \quad (2)$$

де, C_x - прогнозна величина засоленості на глибині x_m від поверхні землі, %; C_n -засоленість на поверхні (насіпний пласт солей), %; C_o -засоленість ґрунту до початку складування, %; x -відстань розрахункових точок від початку координат, тобто від поверхні землі, м; t -термін прогнозного розрахунку, доба; erfc -табульована експоненціальна функція; n -об'ємна вологість, частки од.

Схему області солепереносу можна представити наступним: рух солей здійснюється тільки по поровому простору. Пори займають 0,4 одиниці об'єму

породи, тому максимальне значення C_n -складе 40 % на кордоні 1 роду-поверхні землі. У нашому випадку ми вибираємо для розрахунку розрахункові точки через 0,5 м до рівня ґрунтових вод.

Для розуміння процесу визначимося з величинами засоленості: при наявності солей менше 0,3 % ґрунти вважаються засоленими, 0,3...0,5 % - ґрунти слабо засолені. Всі ґрунти утримують певну кількість солей. Засоленість вимірюється у відсотках сухого ґрунту.

Коли на поверхні ґрунту лежить сіль, це відповідає граничній умові першого роду. Для прогнозного розрахунку прийняті наступні вихідні дані:

C_0 -засоленість ґрунту до початку складування складе 0,2 %;

D_m -коефіцієнт молекулярної дифузії, $(1-9) \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{добу}$. При розрахунках рухомих солей значення приймають максимальними, тобто величиною $9 \cdot 10^{-5} = 0,00009 \text{ м}^2/\text{доба}$;

x -відстань розрахункових точок від початку координат, тобто від поверхні землі відстань складе 0,5 м;

t -термін прогнозного розрахунку пропонується взяти рівним 1 рік (365 діб).

Підставляючи в формулу 2 вибрані величини отримаємо значення:

$$C_x = (C_n - C_0) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\frac{D_m t}{n}}} = (100\% - 0,2\%) \operatorname{erfc} \bullet$$

$$\bullet \frac{0,5}{2\sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 365}{0,23}}} = 99,8 \operatorname{erfc} 1,98 = 99,8 \cdot 0,005 = 0,499$$

Для прогнозного розрахунку початок координат вибрано на поверхні землі, відстань між розрахунковими точками $\Delta x = 0,5 \text{ м}$, засоленість $C_0 = 0,2\%$, $C_n = 40,0\%$, $n = 0,23$, $D_m = 1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{доба}$

Величина обумовлена розрахунком показує, що через 1 рік після відсипання солей верхній півметровий шар зони аерації перейде в категорію слабо і середньо засолених. У наступні роки вміст солей буде збільшуватися в часі і по глибині. Через 10 років сольовий профіль досягне критичних значень. При такому вмісті солей повна відсутність будь-яких живих організмів і рослин гарантовано на довгі роки і після ліквідації складу.

Викладене дозволяє зрозуміти згубність зберігання шламів на території підприємства та дає напрямок робіт для розвитку технологій переробки та повторного використання травильних розчинів в процесі травлення друкованих плат.

Підводячи підсумок викладеного матеріалу можна констатувати, що технологічні рішення, запропоновані в роботі, дозволять не допускати зберігання на території підприємств небезпечних шламів, що в свою чергу призведе до покращення екологічної ситуації.