

3. Для вирішення поставленої проблеми розроблено удосконалену схему очищення стічних вод, котра включає в себе застосування біофлокулянту та біосорбенту в умовах аерації, яку можливо впровадити в діючі споруди.

4. Доведено ефективність біоакумулюючої дії інактивованого мулу по відношенню до важких металів, таких як залізо, кадмій, марганець, мідь, кобальт та цинк.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии / Бирюков В.В. – М.: КолосС Химия, 2004. – 296с.
2. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод / Волошин М.Д., Щербак О.Л., Черненко Я.М., Корнієнко І.М. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2009. – 230с.

Надійшла до редколегії 02.05.2018.

УДК 631.4+624.131.4

DOI 10.31319/2519-2884.32.2018.181

ПКАРЕНЯ Д.С., д.г.н., професор
БОГИНЯ О.С., аспірант
ПОЛЩУКОВА В.М., магістр
МАКСИМОВА Н.М., к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

РЕЧОВИННИЙ СКЛАД ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ РОЗЧИЩЕНОЇ МАЛОЇ РІЧКИ

Вступ. Інтенсивна господарська діяльність людини у басейнах річок призвела до стрімкого погіршення стану навколорічкових та водних екосистем. Особливо гостро ця проблема стоїть для малих річок України, що зазнають значного антропогенного впливу. Програмою оздоровлення малих річок України [1] передбачено низку заходів для покращення їх екологічного стану, в тому числі розчистка русел річок для відновлення природної течії. Після днопоглиблювальних робіт утворюються донні відкладення, які представляють собою алювій у вигляді піску різного складу та органічної речовини – мулу. Ці відкладення здатні накопичувати різноманітні забруднюючі речовини, зокрема важкі метали. Проте, незважаючи на можливу екологічну небезпеку, вони складуються у відвали по берегам рік, у більшості випадків – поблизу земель сільськогосподарського призначення, присадибних ділянок, городів. В цих відвалах відбуваються процеси осушення мулу за рахунок фільтрації, змінюється хімічний склад, можлива міграція хімічних елементів в ґрунти. Ці процеси мало досліджені та потребують уваги в зв'язку з тим, що такі донні відкладення можуть виступати вторинним джерелом забруднення навколишнього середовища.

Постановка задачі. Розглянемо речовинний склад донних відкладів та їх відвалів на прикладі р. Мокра Сура. Ця річка має довжину 138 км і є правою притокою р. Дніпро. За проектом розчистка русла мала проводитись на відрізку 9 км від с. Братське до с. Новоолександрівка (Дніпропетровська область). За даними [2] днопоглиблювальні роботи проводились в два етапи: в 2013 р. та в 2015 р.; їх метою було збільшення мінімальної глибини та корисного об'єму русла, поліпшення пропуску паводків і точності, а також зниження рівня ґрунтових вод на 0,5-1,0 м. Після цих робіт на право-

му березі річки Мокра Сура виникли два відвали. З метою вивчення впливу складованих донних відкладень на прилеглі землі сільськогосподарського призначення колективом дослідників [2] відібрані проби з десяти точок (рис.1).

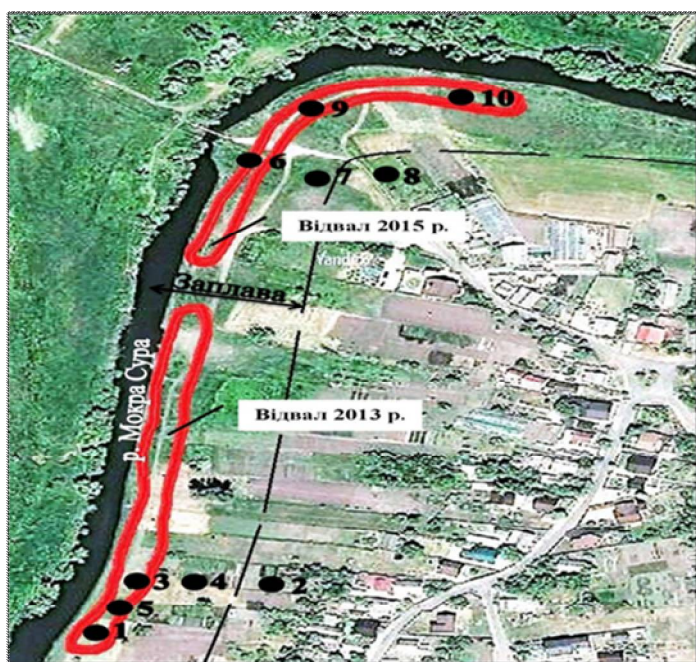


Рисунок 1 – Фотосхема відбору проб донних відкладів р. Мокра Сура: ●10– точка відбору проби за даними [2]. Джерело фотографії – інтернет портал GoogleMaps [3]

матеріал ретельно перемішували, квартували 3-4 рази, після цього відбиралася наважка 10 г та озоллялася в фарфорових тиглях у муфельній печі при температурі 600°C протягом 40 хвилин. Після охолодження в ексикаторі тиглі з матеріалом зважувалися та за різницею мас розраховувалася кількість органічної речовини.



Рисунок 2 – Наважка озоленої проби, підготована до аналізу на рентгенофлуоресцентному спектрометрі ElvaX

Точки №1, №3 та №5 розташовані у відвалі, сформованому в 2013 році, а точки №4 та №2 – в оточуючих його ґрунтах. У відвалі, сформованому в 2015 році, знаходяться точки №6, №9 та №10, а в оточуючих ґрунтах – точки №7 та №8.

Відібрані проби представляють собою вологу ґрунтоподібну масу від темно-сірого до чорного кольору. Для оцінки їх речовинного складу проведені дослідження з визначення вмісту органічної речовини в аналізованих ґрунтах та донному мулі, мінерального складу озолених проб та їх хімічного складу.

Методика визначення органічної речовини в пробах наступна: проби висушували в сушильній шафі при $t = 90-101^{\circ}\text{C}$ до сухого стану. Потім

Мінеральний склад вивчався за допомогою мікроскопа МСБ-2 на озолених пробах. Дослідження проводилися в лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного технічного університету.

Вміст хімічних елементів визначався на озолених пробах у наважці вагою приблизно 3 г (рис.2) за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізу на спектрометрі ElvaX в сертифікованій лабораторії одного з підприємств міста.

В основу методу покладено збір та аналіз спектру, що отримується після збудження характеристичного рентгенівського випромінювання, яке виникає при переході атома із збудженого в основний стан. Атоми різних елементів випускають фотони зі строго визначеними енергіями, вимірявши які можна визначити якісний елементний склад. Для вимірювання кількості елемента реєструється інтенсивність випромінювання з певною енергією [4]. Застосована методика дослідження дозволила отримати об'єктивні дані щодо речовинного складу проб.

Результати роботи. Відомості про вміст органічної речовини в пробах наведено у табл.1. Аналіз даних показує, що в донному мулі доля органічної речовини в цілому вища, ніж у прилеглих ґрунтах, що свідчить про високу забрудненість річки та підвищену евтрофікацію водойм (табл.1).

Таблиця 1 – Вміст органічної речовини в ґрунтах та донному мулі

Склад проби	Рік формування відвалу	№ з/п	Маса тигля з пробою, г		Втрата маси, г	Доля органічної речовини, %
			до озолення, г	після озолення, г		
Мул з відвалів	2013	1	31,48	30,74	0,74	2,35
		3	30,47	29,77	0,70	2,30
		5	31,12	30,20	0,92	2,97
	2015	6	29,62	28,98	0,64	2,16
		9	29,00	28,36	0,64	2,21
		10	34,01	33,20	0,81	2,38
Ґрунт	2013	2	29,89	29,22	0,67	2,24
		4	30,60	29,99	0,61	1,99
	2015	7	32,20	31,71	0,49	1,52
		8	29,62	28,92	0,70	2,36

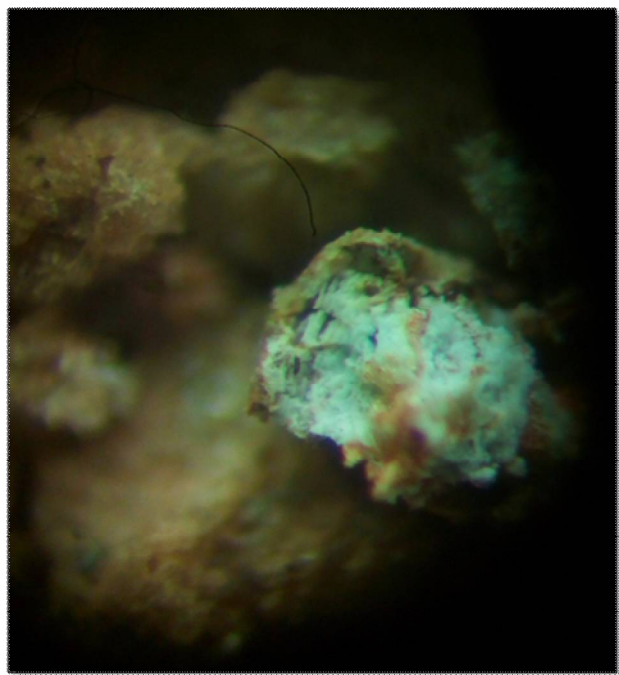


Рисунок 3 – Дрібні зерна каолініту в річному піску: проба №1, муловий відвал, збільшення 100^x

Вивчення мінерального складу озоленого мулу під мікроскопом показало, що він складається як з неорганічної складової, так і з решток органічної речовини.

В пробах з відвалів мулу усюди присутні зерна кварцу обкатаної форми, притаманні алювіальним піскам. Крім того, встановлено органічні обкатані зерна металу, шламового скла червоно-зеленого кольору та уламків гранату типу піроп-альмандин. Помітно, що доля золи з органічної речовини змінюється в залежності від її вмісту. Так, проба №1 (мул з відвалу) представлена дрібнозернистим піском с домішками каолініту та альбіту (рис.3).

Проба № 3 (мул з відвалу) також представлена піском річковим, дрібнозернистим з незначною кількістю (3-5%) обкатаних зерен кварцу.

Дуже рідко зустрічаються обвуглецьовані залишки органічної речовини.

Проба № 5 (мул з відвалу) містить дуже дрібнозернистий пісок з великою кількістю глинистих компонентів, які спеклися в щільні грудочки. Обкатаних уламків кварцу практично немає. Присутні зерна гіпсу. Це більш мулиста проба.

Проба № 6 (мул з відвалу) складається з дрібнозернистого кварцового піску з незначною кількістю обкатаних зерен кварцу і обвуглецьованими до стану бурого вугілля залишками органічної речовини. Також зустрічаються скловаті уламки незрозумілого походження (або це смола, або шлак), буре вугілля, залізні обко-

тиші.

Проба № 9 (мул з відвалу) містить кварц, гіпс, глауконіт, гранат, залишки черепашок молюсків (рис.4).

У пробі № 10 (мул з відвалу) встановлена наявність сірого та чорного (моріон) кварцу (рис.5), гранату, магнетиту, глауконіту, слюди, мусковіту, гіпсу (рис.6).

Озолені проби ґрунту під мікроскопом виглядають інакше. Тут встановлюється підвищена до 65-70% доля золи, уламків гіпсу-ангідриду чи каоліну та усього 10-15% кварцових зерен.

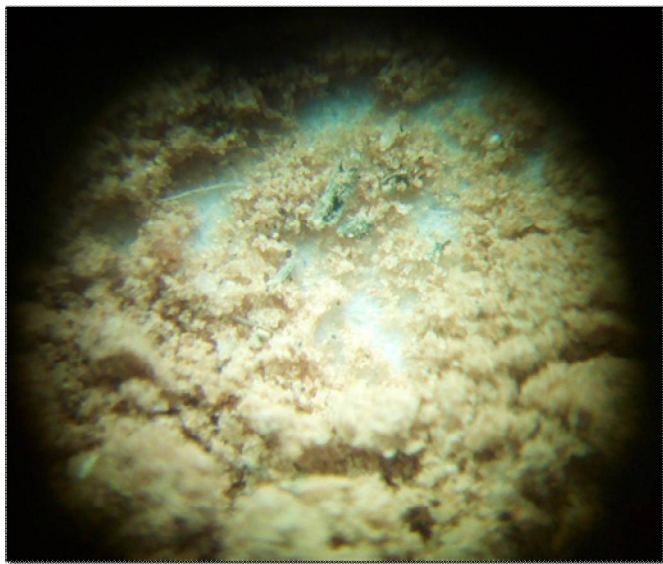


Рисунок 4 – Залишки черепашок молюсків в річковому піску: проба №9, муловий відвал, збільшення 28^x

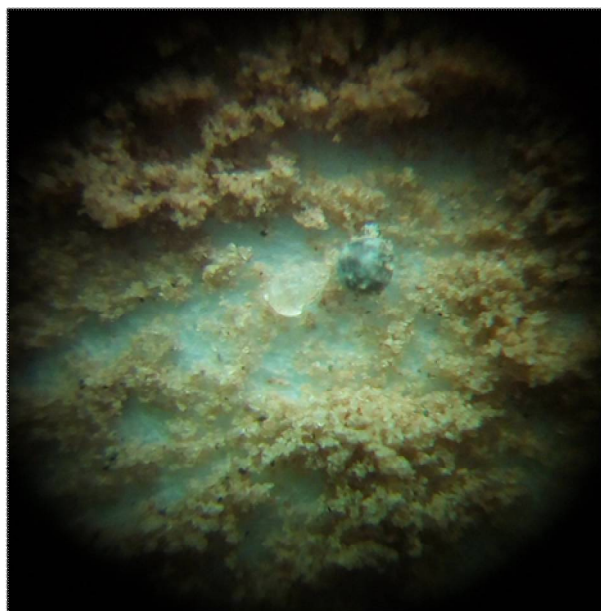


Рисунок 5 – Зерна чорного кварцу в дрібнозернистому річковому піску: проба № 10, муловий відвал, збільшення 28^x

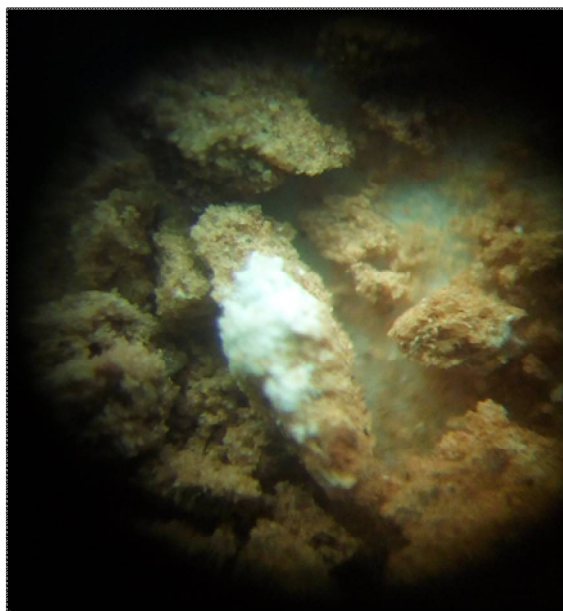


Рисунок 6 – Зерна гіпсу в дрібнозернистому річковому піску: проба № 10, муловий відвал, збільшення 28^x

Результати визначення вмісту хімічних елементів в пробах методом рентгенофлуоресцентного аналізу наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Елементний склад донних відкладень та ґрунту

Хімічні елементи та їх вміст, мг/кг	Мул з відвалів, рік формування, номери проб						Ґрунт біля відвалів, рік відбору та номери проб				ГДК, мг/кг
	2013 р.			2015 р.			2013 р.		2015 р.		
	1	3	5	6	9	10	2	4	7	8	
Si	240250	226270	192030	312580	201510	270980	196190	250110	321740	215740	-
S	90	90	180	90	160	170	160	150	0	40	16
K	302340	307750	275170	283540	244480	261940	250150	314820	253920	227320	-
Ca	357470	357720	425280	295550	442830	357600	446440	308770	321420	430880	-
Ti	15650	18100	15710	13240	15220	13600	15510	14120	10770	10870	-
Cr	200	430	260	300	340	250	470	690	0	0	6
Mn	650	890	1450	540	830	480	720	470	570	1150	-
Fe	75460	81150	83770	60050	67050	57140	83510	101870	49220	73730	-
Ni	50	50	160	0	90	70	60	170	80	0	4
Cu	80	100	140	100	140	100	200	560	160	90	3
Cd	0	0	0	440	460	460	0	0	470	420	-
Zn	380	400	600	200	390	280	350	1290	0	130	23
Rb	480	500	480	310	370	330	450	350	210	390	-
Sr	780	820	850	540	750	580	730	670	410	660	-
Y	140	140	110	100	80	90	120	90	60	90	-
Zr	3190	2700	2280	235	2660	2240	2240	2130	1400	1870	-
Nb	60	60	40	30	0	40	50	0	0	30	-
Ag	1570	1560	1440	1340	1400	1120	1440	1900	1150	1200	-
Eu	1080	1200	0	0	0	0	1110	1780	0	0	-
Re	60	60	60	50	60	40	60	60	40	70	-
Al	0	0	0	28580	21120	32270	0	0	38380	35070	-
Cl	0	0	0	90	60	240	0	0	0	250	-

Примітки: 1. ГДК – гранично допустима концентрація хімічних елементів в ґрунті, за [5];
2. Прочерк – ГДК елемента не нормується.

З табл.2 видно, що ті хімічні елементи, які підлягають нормуванню згідно з чинним законодавством України, значно перевищують гранично допустимі концентрації. Вагомих відмінностей між даними, отриманими в ході аналізу проб, відібраних з відвалів, сформованих в різні роки, не спостерігається, в той же час можна побачити, що забруднювачі мігрують до оточуючих ґрунтів.

Такий рівень забруднення може бути пояснений тим, що біля першого відвалу в р. Мокра Сура впадає притока, куди скидають стічні води ряд промислових підприємств Дніпропетровської області. При зіткненні двох потоків швидкість течії сповіль-

нюється, і з води починають випадати в осад забруднювачі, які адсорбуються муловими донними відкладеннями.

Висновки. Проведені дослідження показують, що донні відкладення р. Мокра Сура містять підвищену кількість органічної речовини, що могло б бути сприятливим для поліпшення якості ґрунтів, але вони забруднені токсичними речовинами переважно у розчинній формі, що може призвести до погіршення природних властивостей ґрунтів.

Отримані результати свідчать, що матеріал відвалів може бути джерелом вторинного забруднення річки та оточуючих ґрунтів, тому його не можна залишати на березі. Його також не можна використовувати в якості добрив або субстрату для цілей сільського господарства. Він має бути утилізований іншими способами.

Наведені дані показують, що необхідно проводити детальні дослідження донних відкладів, що утворюються під час днопоглиблювальних робіт, і лише після цього приймати рішення щодо подальшого їх використання. Також доцільно провести групування малих річок за складом донних відкладень з встановленням ступеня їх екологічної небезпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» // Режим доступу – http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T124836.html.
2. Вплив відвалів донних відкладень на ґрунти прилеглих територій / О.В.Орлінська, В.В.Любченко, М.Л.Любченко, Т.І.Ткачук // Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства: міжнар. наук-практ. конф., 19-20 травня 2016 р.: матеріали. – Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2016. – С.55-57.
3. Інтернет портал Google Map // Режим доступу: <https://www.google.com/maps/place/c.+Новоалександровка/@48.3525516,34.9913202,840m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x40dbfa6eb9ca817f:0x536b79a415656bbe!8m2!3d48.342691!4d35.025775?hl=ru-RU>.
4. Офіційний сайт компанії «ELVATECH» // Режим доступу: <https://www.elvatech.com/en>.
5. Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у ґрунті (ГДК) // Режим доступу: <http://www.expert-ua.info/document/archivevq/law5rgtth.htm>.

Надійшла до редколегії 06.03.2018.