

ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МНОГОТОННАЖНЫХ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КОНТЕКСТЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Михальчук Н.В., Дашкевич М.М., Михальчук С.Н., Галуц О.А.

Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», г. Брест, Республика Беларусь, dpp@tut.by

The main agrochemical properties of defecate and conveyor washing sludge as a waste of sugar manufacture, promising for use in agriculture are investigated. It is shown that the main obstacle to widespread application of the conveyor washing sludge is its pollution by heavy metals of the first hazard class – lead and cadmium. Discover the causes of pollution and ways to solve the problem.

Введение

В современной структуре природопользования Белорусского Полесья сохранение плодородия сельскохозяйственных земель, восстановление нарушенных и деградированных почв, рациональное обращение с отходами производства и других сфер хозяйственной деятельности являются ключевыми эколого-экономическими проблемами. В настоящее время значительная часть сельскохозяйственных земель региона подвержена ветровой эрозии, химическому загрязнению, на больших площадях наблюдаются процессы деградации осушенных торфяно-болотных почв. В то же время в регионе скопились отвалы в сотни тысяч тонн дефеката и прочих отходов, перспективных к применению для восстановления или поддержания почвенного плодородия, достижения противоэрозионных и иных эффектов.

Особенно актуальным является использование карбонатосодержащих отходов в агроэкосистемах, подверженных загрязнению тяжелыми металлами (ТМ). Многочисленные литературные данные указывают на то, что наиболее действенным и надежным способом инактивации ТМ в почвах и снижения поступления их в растения является применение известьсодержащих мелиорантов и обогащение почв органическим веществом [1, 2]. Так, в работе [3, с. 307] подчеркивается, что «снижение кислотности почв путем известкования, применение органических удобрений... и других агрохимических приемов снижают поступление токсичных ТМ в растения в несколько раз. По существу эти агрохимические средства позволяют на загрязненных ТМ почвах получать экологически безопасную продукцию растениеводства».

В настоящее время существует обширный набор известковых мелиорантов, однако в Республике Беларусь доминирующим их видом по объемам применения является доломитовая мука. Это связано с наличием в республике огромных запасов разведанного доломитового сырья (около 729,0 млн. т), а также присутствием в его составе наряду с кальцием также и магния, недостаток которого негативно сказывается на процессы развития культурных растений, особенно на легких почвах [4]. В то же время в последние годы в связи с широким применением доломитовой муки произошло повышение средневзвешенного

содержания магния в пахотных почвах республики до уровня 211 мг/кг; на 20,8% площадей отмечается высокое, зачастую избыточное его содержание (более 300 мг/кг) [5]. Кроме того, резко возросла стоимость доломитовой муки и стал ощущаться недостаток бюджетных средств, выделяемых на известкование.

Одним из способов удешевления работ по известкованию кислых почв и решения проблемы снижения миграционной активности ТМ является использование местных дешевых известковых мелиорантов. Среди их перечня более широкое применение может получить дефекат (осадок фильтрационный). Являясь отходом свеклосахарного производства, он может применяться с более высокой экономической эффективностью (в отдельных случаях до трех раз), чем доломитовая мука.

К числу радикальных методов улучшения свойств почв, особенно нарушенных и эродированных, относится гумусовая мелиорация (землевание), которая восстанавливает мощность гумусового горизонта и оптимизирует агроэкологическое состояние почв [6]. В этой связи особый интерес представляет еще один вид отходов свеклосахарной промышленности – транспортерно-моечный осадок из карт-накопителей полей фильтрации.

В то же время, в случае применения отходов сахарного производства в качестве мелиорантов и почвоулучшающих добавок концентрация токсикантов в них не должна превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для почв. Данное обстоятельство диктует необходимость тщательного исследования вещественного состава данных категорий отходов.

Объекты и методы проведения исследований

В качестве объектов исследования выступали осадок фильтрационный (дефекат) как побочный продукт (вторичный ресурс) в сахарном производстве и транспортерно-моечный осадок из карт-накопителей полей фильтрации ОАО «Жабинковский сахарный завод» как отход свеклосахарного производства. Предмет исследований – вещественный состав указанных отходов.

Образцы подвергали количественному анализу на содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS; при исследовании лаверных вод дополнительно применялся прибор AAS PERKIN ELMER Model 3300. Экстрагирование подвижных форм ТМ осуществлялось 1М HNO₃. Определения pH, содержания гумуса и макроэлементов проводились методами, описанными в работе [7]; содержание карбонатов – [8].

Результаты и обсуждение

Сахарная промышленность среди перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса является наиболее материалоемкой – объем сырья и вспомогательных материалов, используемых в производстве, в несколько раз превышает выход готовой продукции. Она же является источником многотоннажных отходов производства и вторичных ресурсов.

Отходы сахарного производства включают: транспортерно-моечный осадок (ТМО), отсеv, недопал или пережог известняка, шлаки котельной (в случае применения твердого топлива), производственные сточные воды, дымовые газы котельной. Вторичными ресурсами в сахарном производстве являются свекловичный жом, меласса и осадок фильтрационный.

Осадок фильтрационный (дефекат) – побочный продукт сахарной промышленности, образуется в процессе очистки диффузионного сока, включающем предварительную и основную дефекацию, I и II сатурации, сульфитацию и промежуточные фильтрации сока.

Ориентировочное количество фильтрационного осадка на ОАО «Жабинковский сахарный завод» после достижения предприятием мощности по переработке 10,0 тыс. тонн сахарной свеклы в сутки (2015 г.) будет в пределах 5,13% к массе перерабатываемой свеклы или 60,5 тыс. т. Полученный в процессе производства дефекат обычно выдерживают в отстойниках от 1 до 2 лет, после чего используют для известкования или нейтрализации кислых почв. В этом качестве дефекат эффективнее, к примеру, применяемого для тех же целей молотого известняка, так как включает элементы питания растений. Однако дефекат в настоящее время используется далеко не в полной мере, учитывая его потенциальные свойства.

Результаты химического анализа дефеката показали, что содержание карбонатов в нем составляет 72,88 %, органического вещества – 7,74, гумуса – 2,07 %, общего азота – 0,28 %, подвижного фосфора – 0,19%. Зольность данного вида отходов составляет в среднем 92,27 %, относительная влажность – 39,04 %, pH 9,27.

Необходимость применения дефеката на кислых почвах обусловлена прежде всего дефицитом в них такого важного для жизнедеятельности полезной микрофлоры элемента, как кальций.

Определенную опасность от применения отходов в качестве удобрений и мелиорантов вызывают различные ксенобиотики, которые в них содержатся и могут накапливаться в почве и растениях в избыточных количествах. Анализ показывает, что данный вид отходов содержит в пересчете на абсолютно сухое вещество около 0,33 мг/кг свинца, 10,13 – меди, 27,75 – хрома, и 0,12 мг/кг кадмия (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в фильтрационном осадке (дефекате), мг/кг абсолютно сухого вещества

Элемент	Содержание ТМ, мг/кг абс. сухого вещества			
	проба №1	проба №2	проба №3	среднее значение
Свинец, Pb	-	-	0,99	0,33
Кадмий, Cd	0,06	0,19	0,12	0,12
Медь, Cu	6,90	7,34	16,14	10,13
Марганец, Mn	28,20	22,75	42,71	31,22
Цинк, Zn	2,12	2,06	7,66	3,95
Железо, Fe	66,84	32,52	34,84	44,73
Никель, Ni	0,07	0,42	0,29	0,26
Кобальт, Co	-	-	0,58	0,19
Хром, Cr	38,44	24,16	20,65	27,75

Транспортерно-моечный осадок. При уборке на свекле остается некоторое количество прилипшей земли. При гидротранспорте и мойке свеклы земля отмывается и на очистных сооружениях улавливается в виде осадка. ТМО выкачивается на земляные отстойники полей фильтрации промышленных стоков, где накапливается и обезвоживается. После проведения реконструкции ОАО «Жабин-

ковский сахарный завод» количество осадка ориентировочно составит 48,0 тыс. т за сезон (в пределах 4% к весу перерабатываемой свеклы). По мере заиливания карт осадком, карта отключается для полного обезвоживания и высыхания. После этого с карты осадок вывозится на площадку временного хранения.

В результате проведенных анализов ТМО установлено, что его качественный состав при использовании в виде почвоулучшающей добавки выгодно отличается от свойств дефеката. Так, содержание гумуса выше в 1,7 раза, фосфора – в 11,0 раз (292,0 мг/кг против 26,5 мг/кг), калия – в 6,9 раза (1195,0 мг/кг против 173,5 мг/кг), общего азота – в 1,4 раза. Показатель рН близок к оптимальным для почв значениям (7,56); содержание карбонатов достигает 30% и более.

В то же время зафиксированы значительные превышения содержания ТМ, особенно относящихся к первому классу опасности. Так, средняя концентрация свинца превышает 45,0 мг/кг при допустимом для почв уровне 10 мг/кг (превышение в 4,5 раза), кадмия – 1,19 (при ПДК (ОДК) 0,2) – превышение в 6 раз (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов в транспортерно-моечном осадке, мг/кг абс. сухого вещества.

Элемент	Содержание ТМ, мг/кг абс. сухого вещества				
	проба №1	проба №2	проба №3	проба №4	среднее значение
Свинец, Pb	86,58	46,49	26,62	20,48	45,04
Кадмий, Cd	0,82	3,07	0,51	0,34	1,19
Медь, Cu	21,26	37,53	15,07	9,34	20,80
Марганец, Mn	105,34	141,89	100,14	83,32	107,67
Цинк, Zn	60,81	39,41	27,81	27,43	38,87
Железо, Fe	3795,72	5112,78	2474,69	2479,15	3465,59
Никель, Ni	3,71	5,80	2,59	1,64	3,44
Кобальт, Co	0,96	1,44	0,79	0,57	0,94
Хром, Cr	3,86	4,89	4,66	7,76	5,29

Данное обстоятельство диктует необходимость строгого контроля за накоплением указанных ТМ в почвах и растениеводческой продукции в случае использования ТМО в качестве почвоулучшающей добавки (мелиоранта), а также выяснения основных источников загрязнения ТМО опасными поллютантами.

В общем стоке промышленных сточных вод избыточные транспортерно-моечные воды с осадком из отстойников составляют примерно 90%. При этом их основными загрязнителями является прилипшая к корнеплодам почва и вещества, вымываемые из поврежденных корнеплодов. По утверждению службы главного инженера предприятия, другие сточные воды не оказывают существенного влияния на химический состав осадка сточных вод, образующегося в картах-накопителях. В этой связи делается вывод, что разделения потоков сточных вод, сбрасываемых на поля фильтрации, не требуется.

Вместе с тем, основываясь на значениях концентрации свинца в осадке, смываемом со свеклы (5,78-7,93 мг/кг подвижная форма и 7,49-10,3 валовое содержание), а также в кожуре и тканях свеклы (не более 1,9 мг/кг) (таблица 3), ожидаемый уровень накопления данного элемента в ТМО из карт-накопителей полей фильтрации не должен превышать 10 мг/кг. Следовательно, свекла, а также смываемые с ее поверхности вещества не могут выступать в качестве основного источника загрязнения ТМО металлами.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в сырье и материалах, используемых в технологическом процессе сахарного производства
ОАО «Жабинковский сахарный завод»,
воздушно-сухой материал, мг/кг (экстрагент 1М HNO₃)

Сырье и материалы		Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Ni	Co	Cr	
Известковый камень	M	5,15	1,01	28,76	7,58	0,17	0,25	0,32	43,36	
	Me	5,34	0,98	26,46	7,50	0,18	0,25	0,32	41,69	
	x min	1,97	0,47	10,57	4,43	0,07	0,09	0,19	40,84	
	x max	9,92	1,58	43,38	9,95	0,25	0,41	0,44	47,92	
	σ	2,39	0,34	9,18	1,89	0,06	0,16	0,13	2,51	
	V	0,46	0,34	0,32	0,25	0,39	0,64	0,40	0,06	
Известковый камень обожженный (CaO)	M	19,20	-	73,47	49,04	1,98	4,42	-	82,84	
	Me	15,11	-	70,76	32,32	2,60	4,42	-	83,86	
	x min	14,20	-	35,40	24,08	0,11	1,44	-	71,95	
	x max	28,28	-	114,26	90,73	3,22	7,40	-	92,72	
	σ	6,06	-	27,19	27,79	1,24	2,98	-	7,26	
	V	0,32	-	0,37	0,57	0,63	0,67	-	0,09	
Известковое молоко (Ca(OH) ₂)	M	10,33	3,09	80,19	10,26	-	2,26	-	65,33	
	Me	10,33	3,09	80,19	10,26	-	2,26	-	65,33	
	x min	8,68	2,85	66,76	9,35	-	1,81	-	65,32	
	x max	11,97	3,33	93,62	11,17	-	2,70	-	65,33	
	σ	1,65	0,24	13,43	0,91	-	0,45	-	0,01	
	V	0,16	0,08	0,17	0,09	-	0,20	-	0,00	
(Ca(OH) ₂)		11,22	4,25	85,87	11,67		3,65	1,55	97,17	
Сахарная свекла	внутр. ткань	24,63	1,77	40,24	1,48	0,02	0,21	0,10	1,47	
	поверхност. слой	37,94	4,79	45,15	1,85	0,04	0,74	0,37	3,85	
Осадок, смываемый со свеклы (транспортный осадок)	подвиж.	M	9,36	2,95	171,08	6,82	0,21	0,84	0,47	1,72
		Me	9,34	3,03	174,31	6,74	0,25	0,80	0,47	1,16
		x min	6,74	2,48	151,91	5,78	0,09	0,64	0,19	0,98
		x max	11,99	3,35	187,01	7,93	0,30	1,09	0,75	3,02
		σ	1,76	0,32	12,78	0,74	0,08	0,16	0,28	0,87
		V	0,19	0,11	0,07	0,11	0,39	0,19	0,60	0,50
	вал.	M	52,57	3,65	213,72	8,90	0,47	3,80	1,47	12,10
		Me	52,57	3,65	213,72	8,90	-	3,80	-	12,10
		x min	52,27	3,52	207,76	7,49	-	3,72	-	11,74
		x max	52,86	3,78	219,68	10,30	-	3,87	-	12,46
		σ	0,29	0,13	5,96	1,41	-	0,08	-	0,36
		V	0,01	0,04	0,03	0,16	-	0,02	-	0,03

Однако, на наш взгляд, существуют веские основания полагать, что приоритетным источником поступления ТМ в ТМО являются известковые материалы, применяемые в технологическом процессе сахарного производства. Известно, что для получения извести и газа на предприятии имеются 2 известково-обжигательные печи. В таких печах обжигается известковый камень, который затем гасится водой в специальном аппарате, а полученное известковое молоко, согласно технологической схеме, направляется на дефекаторы. Полученный при обжиге извести печной газ охлаждается и промывается водой. Образуется лаверная вода с температурой около 30° С, которая содержит некоторое количество углекислого газа, сажи, золы, серной кислоты.

Нами установлено, что содержание Pb в известковом камне составляет 7,6 мг/кг (таблица 3). В процессе обжига камня в известково-обжигательных печах (температура обжига около 1 000 °С) образуется обожженный известковый камень (СаО), содержание Pb в котором увеличивается в 6,5 раз и достигает 49 мг/кг. При этом изменение концентраций иных элементов-загрязнителей, относящихся к числу приоритетных исходя из валового их содержания в известковом камне, гораздо менее существенно: увеличение Cr с 43,4 до 82,8 мг/кг (в 1,9 раза); Zn с 5,2 до 19,2 мг/кг (в 3,7 раза). В известковом молоке, получаемом при гашении СаО, концентрация Pb снижается до 10,3 мг/кг (т.е. в 4,8 раза), тогда как Cr – в 1,3 и Zn – в 1,9 раза. Следовательно, Pb при высокотемпературных обработках (превращениях) известкового материала отличается большей лабильностью. Некоторое его количество может улетучиваться, а при промывке печного газа, образующегося при обжиге извести, накапливаться в лаверной воде, как в растворенном состоянии, так и в адсорбированном виде на взвесах.

Проведенный анализ лаверной воды двумя независимыми лабораториями полностью подтверждает данное предположение (таблица 4). Так, на фоне незначительного загрязнения лаверной воды большинством элементов контрастно выделяются концентрации именно Pb. Его содержание в отфильтрованной лаверной воде в 3,7–7,8 раза превышает ПДК, установленные для хозяйственно-питьевых водосточников. С учетом кислоторастворимых взвесей, адсорбирующих Pb, количество данного элемента может достигать 0,8 мг/л, что более чем в 26 раз превышает нормативы. Существенно превышает уровень ПДК и содержание Cd.

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов в воде газопромывателя (лаверная вода) ОАО «Жабинковский сахарный завод», мг/л

Дата отбора проб	Лаборатория, оборудование	Матрица	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Ni	Co	Cr
23.12.2013	А	2	0,045	0,024	0,187	0,763	0,020	0,015	0,055	0,046
	Б		0,033	0,030	0,224	0,768	0,012	0,004		0,009
10.01.2014	А	1	0,021	0,002	0,104	0,137	0,002	0,005	0,031	0,043
		2	0,019	0,008	0,107	0,247	0,010	0,005	0,032	0,046
	Б	1	0,010	0,007	0,123	0,112	0,001	0,001		0,001
		2	0,014	0,006	0,108	0,233	0,003	0,001		0,002
ПДК	хозяйственно-питьевая		1,0	1,0	0,10	0,03	0,001	0,1	0,1	0,005
	рыбохозяйственная		0,01	0,001	0,001	0,10	0,005	0,01	0,01	0,001

Примечание: А – лаборатория ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси», AAC SOLAAR MkII M6 Double Beam; Б – ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды», AAC PERKIN ELMER Model 3300; 1 – вода отфильтрованная, 2 – вода с растворенным HNO₃ осадком.

Довольно значительные различия концентраций элементов в двух анализируемых пробах объясняются тем, что вода газопромывателя может использоваться неоднократно и с разным количеством циклов оборота.

По всей видимости, схема загрязнения транспортерно-моечного осадка ТМ выглядит следующим образом.

Согласно перечню оборотных вод, на ОАО «Жабинковский сахарный завод» существует обратная система водоснабжения лаверных вод известково-обжигательных печей. Вместе с тем, в перечне производственных сточных вод к их числу отнесены также «воды газопромывателя». В категорию сточных вод они попадают после их многократного повторного использования при газопромывке и последующего сброса непосредственно в производственную канализацию. При этом кратность повторного использования существенно варьирует, о чем свидетельствует неравномерность загрязнения лаверной воды (в моменты ее отбора) примесями сажи и золы и, соответственно, свинцом, адсорбированным на их поверхности.

Загрязненные производственные сточные воды, осадок из сооружений механической очистки транспортерно-моечной воды (вертикальных и радиальных отстойников) накапливаются в сборнике производственных сточных вод и далее насосами перекачиваются на очистные сооружения естественной биологической очистки – поля фильтрации промышленных стоков. Здесь осуществляется механическая и биологическая очистка вод с одновременным испарением и фильтрацией, в результате чего содержание ТМ в подсыхающем осадке резко увеличивается.

Таким образом, следует особо подчеркнуть, что схема отвода транспортерно-моечных вод совместно с остальными промышленными стоками, в результате чего происходит загрязнение тяжелыми металлами, в первую очередь свинцом, образующегося ТМО, не является рациональной. Она переводит в разряд проблематичной возможность использования ТМО в качестве плодородного грунта (слоя) или удобрения на пахотных землях. Примечательно, что раздельное удаление названных сточных вод рекомендуется Ведомственными нормами технологического проектирования свеклосахарных заводов (ВНТП 03-91, Москва).

ОАО «Жабинковский сахарный завод» следует реализовывать схему очистки наиболее загрязненных промышленных стоков на локальных очистных сооружениях и обеспечить раздельный от других стоков отвод транспортерно-моечной воды с соответствующим. Учитывая, что предлагаемые мероприятия направлены на обеспечение экологически безопасного использования одного из наиболее многотоннажных отходов сахарного производства и не противоречат планируемой деятельности в рамках реконструкции ОАО «Жабинковский сахарный завод», в т.ч. и по разделу «очистка транспортерно-моечной воды», они должны быть осуществлены в кратчайшие сроки.

Выводы

Осадок фильтрационный (дефект) и транспортерно-моечный осадок относятся к числу многотоннажных отходов сахарного производства и отличаются выгодными свойствами, определяющими возможность их широкого использования в сельском хозяйстве в качестве мелорантов для известкования кислых почв и гумуссирования их низкобонитетных аналогов. Является целесообразным использование дефектата сахарных заводов Беларуси в качестве мелиоранта кислых почв, а также в качестве вещества, пассивирующего миграционную активность большинства ТМ. Ограничивающим фактором активного применения ТМО является его загрязнение ТМ первого класса опасности – свинцом и кадмием. Это вызвано сложившейся практикой совместного сброса транспортерно-моечных вод и промышленных стоков на карты-накопители полей фильтрации очистных сооружений

ОАО «Жабинковский сахарный завод». Основным источником загрязнения сточных вод свинцом и кадмием являются воды газопромывателя (лаверные воды) 2-х известково-обжигательных печей.

ОАО «Жабинковский сахарный завод» в рамках проводимой до 2015 г. реконструкции предприятия следует реализовывать схему очистки наиболее загрязненных промышленных стоков на локальных очистных сооружениях и обеспечить отдельный от иных промышленных стоков отвод транспортно-моечной воды с соответствующим осадком, что позволит избежать загрязнения ТМО тяжелыми металлами и широко использовать данный субстрат в качестве плодородного грунта (слоя) или удобрения на пахотных землях.

Список литературы

1. Головатый, С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С.Е. Головатый. – Минск, 2002. – 240 с.
2. Черныш, А.Ф. Мониторинг земель / А.Ф. Черныш. – Мн.: БГУ, 2003. – 98 с.
3. Минеев, В.Г. Экологические функции агрохимических средств в агробиосистемах: в кн.: Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / В.Г. Минеев. – М.: Наука, 2003. – С. 301 – 312.
4. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Мн.: Беларус. навука, 2007. – 390 с.
5. Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. / В.Г. Гусаков [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – Минск, 2010. – 106 с.
6. Волощук, М.Д. Реконструкция склоновых земель, пораженных оврагами / М.Д. Волощук. – Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1986. – 256 с.
7. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина – М., 1961. – 491 с.
8. Щербина, В.Н. О методике массового определения карбонатности осадочных пород / В.Н. Щербина // Труды Института геологических наук. 1958. – Вып. 1 – С. 131–144.

УДК 628.316

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Мусина С.А., Зельдова А.И., Красногорская Н.Н., Малкова М.А.,
Платонова И.М.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа, Россия, musinasa@gmail.com

The article considers the flocculation parameters experimental investigations. These investigations are intended to improve the treatment technology of the metal-containing wastewater of the galvanic (electroplating) production. The obtained results permitted to develop a number of practical recommendations for specialists engaged in this field.