

7-4-2020

IMPROVING THE ELECTROCHEMICAL METHOD OF WASTEWATER TREATMENT

Dilrabo Akramovna Muhammadieva

Tashkent Pharmaceutical Institute, 45 Aybek Street, Uzbekistan Tashkent 100015 E-mail: dilrabo7878@mail.ru, Phone: +998974649525, dilrabo7878@mail.ru

Diyor Asadullaevich Hadjibaev

Institute of General and a inorganic chemistry Of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan E-mail: xadjibayev.86@mail.ru, Phone: +998977946262,, xadjibayev.86@mail.ru

Furkat Ilyasovich Erkabaev

Institute of General and a inorganic chemistry Of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan E-mail: erkabaevf@rambler.ru, Phone: +998971570740., erkabaevf@rambler.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm>



Part of the [Complex Fluids Commons](#), [Controls and Control Theory Commons](#), [Industrial Technology Commons](#), and the [Process Control and Systems Commons](#)

Recommended Citation

Muhammadieva, Dilrabo Akramovna; Hadjibaev, Diyor Asadullaevich; and Erkabaev, Furkat Ilyasovich (2020) "IMPROVING THE ELECTROCHEMICAL METHOD OF WASTEWATER TREATMENT," *Chemical Technology, Control and Management*: Vol. 2020 : Iss. 3 , Article 3.

DOI: <https://doi.org/10.34920/2020.3.14-19>

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/vol2020/iss3/3>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Chemical Technology, Control and Management by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.



ISSN 1815-4840

Himičeskaâ tehnologiâ. Kontrol' i upravlenie

**CHEMICAL TECHNOLOGY.
CONTROL AND MANAGEMENT**2020, №3 (93) pp.14-19. <https://doi.org/10.34920/2020.3.14-19>International scientific and technical journal
journal homepage: <https://uzjournals.edu.uz/ijctcm/>

Since 2005

UDK 767.61

IMPROVING THE ELECTROCHEMICAL METHOD OF WASTEWATER TREATMENT**Muhammadieva Dilrabo Akramovna¹, Hadjibaev Diyor Asadullaevich²,
Erkabaev Furkat Pyasovich³**¹Tashkent Pharmaceutical Institute, 45 Aybek Street, Uzbekistan Tashkent 100015

E-mail: dilrabo7878@mail.ru, Phone: +998974649525;

^{2,3}Institute of General and a inorganic chemistry Of the Academy of Sciences of the Republic of UzbekistanE-mail: ²xadjibayev.86@mail.ru, Phone: +998977946262, ³erkabaevf@rambler.ru, Phone: +998971570740.

Abstract: With an electrochemical method of wastewater treatment, the preliminary isolation of iron, calcium and magnesium compounds from them contributes to a more intensive recovery process. The purpose of this work is to improve the efficiency of electrochemical treatment of industrial wastewater contaminated with chromium(III) and chromium(VI) ions. The research has determined the optimal conditions for increasing the yield of chromium in the Park during electrochemical treatment of chromate-containing wastewater by using modified bentonite for pre - treatment of wastewater. Pre-softening of wastewater with modified bentonite before electrochemical treatment made it possible to increase the current yield of chromium from 17% to 26.3%.

Key words: modification, wastewater the hardness of water, chromate ions, electrolysis, current efficiency.

Аннотация: Оқова сувларни тозалашнинг электр-кимёвий усулидан фойдаланилганида, улардан дастлаб темир, кальций ва магний бирикмаларини ажратиб олиш, тикланиш жараёнларини янада жадалроқ ўтишига имкон беради. Ушбу изланишдан мақсад, хром(VI), хром(III) ионлари билан ифлосланган саноат чиқинди эритмалари ва оқова сувларини электр-кимёвий усулда тозалашда ток бўйича самарадорликни оширишдан иборат. Оқова сувларни дастлабки тозалаш учун такомиллашган бентонитни қўллаш йўли билан таркибида хром бўлган оқова сувларни электр-кимёвий тозалашда ток бўйича хромни чиқишини оптимал шароитлари ўтказилган тадқиқотлар асосида аниқланган. Оқова сувларни электр-кимёвий тозалашдан олдин такомиллашган бентонит билан дастлабки юмшатиш хром токи бўйича чиқишини 17% дан 26,3% гача ошишига имкон берди.

Таянч сўзлар: такомиллашув, оқова сувлар, сувнинг қаттиқлиги, ионлар хромати, электролиз, ток бўйича чиқиш.

Аннотация: При электрохимическом способе очистки сточных вод, предварительное выделение из них соединений железа, кальция и магния способствует более интенсивному протеканию процесса восстановления. Целью данной работы является повышение эффективности электрохимической очистки промышленных сточных вод, загрязненных ионами хрома(III) и хрома(VI). Проведенными исследованиями определены оптимальные условия повышения выхода по току хрома при электрохимической очистке хроматсодержащих сточных вод путем применения модифицированного бентонита для предварительной очистки сточных вод. Предварительное умягчение сточных вод модифицированным бентонитом перед электрохимической очисткой дала возможность увеличить выход по току хрома от 17% до 26,3%.

Ключевые слова: модификация, сточные воды, жесткость воды, хромат ионы, электролиз, выход по току.

Введение. Существуют различные методы переработки сточных вод, имеющих в составе хромат ионов, которые, в основном, делятся на две основные группы: химические и электрохимические. Такие сточные воды образуются в гальванических и других цехах, которые, в свою очередь, делятся на три категории: сточные воды, образующиеся при подготовке деталей, при промывке готовых деталей и

отработанные электролиты [1]. В основе электрохимических методов очистки сточных вод лежит проведение химических реакций при помощи электроэнергии между загрязняющими ионами, которые обеспечивают электропроводность сточных вод, осаждение и выделение примесей [2].

Относительно эффективным способом переработки сточных вод является реагентный, который основывается на окислительных и восстановительных реакциях между реагентами и ионами в составе сточных вод [3,4]. Традиционные реагентные способы, являясь относительно эффективными, имеют ряд своеобразных недостатков, которые характеризуются высокими нормами химических реагентов, сопровождаются образованием больших количеств трудно перерабатываемых шламов и требуют существенных материальных затрат на мероприятия по защите технологического оборудования от коррозии [5]. Методы электрохимической обработки хроматсодержащих сточных вод и растворов, в свою очередь, делятся на катодное восстановление, электродиализ и электрокоагуляцию. При этом, надо отметить, что при электрохимическом способе восстановления ионов хрома выход по току хрома очень низкий (16-17%); поэтому очистку сточных вод рекомендуемым методом целесообразно осуществлять в труднодоступных районах, при образовании сточных вод до 50 м³/ч, куда сложно завозить химические реагенты из-за отсутствия дорог и трудной проходимости транспорта.

Для очистки сточных вод, загрязненных хромат ионами авторы [6,7] использовали установку гальванокоагуляции, работающую без расхода электроэнергии и состоящую из гальванопары “железо-медь”. При этом процесс восстановления ионов хрома(VI) происходит за счет химического окисления железа. Данный метод относится к энергосберегающим; электричество не расходуется, но производительность очень низкая.

При очистке сточных вод электрохимическими методами основная часть подаваемой электроэнергии расходуется на такие нежелательные процессы, как поляризация ионов, осаждение некоторых ионов примесей в сточных водах, нагревание и преодоление сопротивления электролита. Установлено, что скорость электрохимического растворения анодов возрастает при увеличении плотности тока и при изменении рН в сторону повышения кислотности. Абсолютные значения скорости растворения анода составляют от 1 до 10 мг/мин.дм² [8]. Некоторые авторы предпочитают применение реагентного способа при очистке сточных вод от ионов шестивалентного хрома до требуемых значений ПДК, применяя при этом также реагентные восстановители, как, сульфит, бисульфит и пиросульфит натрия и калия, дитионит натрия и т.д. Ученые Пензенского государственного университета Перелигин Ю.П. и другие при восстановлении ионов шестивалентного хрома в качестве восстановителя пользовались отработанным формалином и добились глубокой очистки сточных вод от вышеуказанных ионов [9].

Авторами данной работы проведены опыты по изучению влияния многоатомных спиртов на эффективность процесса восстановления ионов шестивалентного хрома [10]. Результаты проведенных исследований по определению влияния различных многоатомных спиртов – таких, как глицерин, ксилит, сорбит на процесс восстановления ионов шестивалентного хрома показали, что из вышеуказанных многоатомных спиртов глицерин является наилучшей добавкой для повышения степени очистки при электрохимическом восстановлении шестивалентных ионов хрома. При переработке хроматсодержащих сточных вод и отработанных растворов часто образуются вторичные шламы, которые долгое время вывозились в отвалы, загрязняли окружающую среду. Некоторые авторы такие токсичные шламы использовали в качестве наполнителя при производстве керамических плит и в других отраслях народного хозяйства [10-16]. А при применении электрохимического способа переработки сточных вод вышеуказанные трудно перерабатываемые шламы не образуются.

Целью данного исследования является повышение выхода по току хрома при электрохимической очистке сточных вод с применением многоатомных спиртов и определение оптимальных условий процесса восстановления ионов шестивалентного хрома.

Методы исследований и полученные результаты. В качестве объекта исследования применены сточные воды гальванического цеха хромирования ООО “METFURSERVIS”, где перед процессом очистки предварительно выделены соединения кальция и магния при помощи модифицированного бентонита с применением ультразвука. Для определения концентрации ионов хрома применен инструментальный метод анализа (КФК-3М).

В ходе проведения исследований по повышению выхода по току хрома и выявлению оптимальных условий электрохимического восстановления ионов шестивалентного хрома нами проведен процесс электролиза сточных вод при условиях: катод-графит, объем очищаемой сточной воды 200 мл, концентрация ионов шестивалентного хрома 0.1 г/л, объем добавляемой серной кислоты 10 г, плотность тока 12 А/дм² (табл.1)

Таблица 1

Изменение выхода по току хрома в зависимости от времени
 $V = 200$ мл, $C_{Cr} = 0.1$ г/л, $H_2SO_4 = 10$ г, $i = 12$ А/дм²; катод-графит

№ п/п	Время, мин	Выход по току, %
1	0	0
2	5	3.8
3	10	4.6
4	15	6.2
5	20	8.3
6	25	10.1
7	30	14.3
8	35	15.1
9	40	15.9
10	45	17.1
11	50	17.8
12	55	18.0
13	60	18.1
14	65	18.1
15	70	18.0
16	80	18.1
17	90	18.1

Проведенные исследования по электролизу хроматсодержащих сточных вод показали, что в течение часа выход по току хрома достиг своего максимального значения и составил около 18 %. Дальнейшее проведение процесса показало восстановление ионов шестивалентного хрома при вышеуказанном значении выхода по току хрома.

Из литературных данных [17] известно, что многоатомные спирты со многими металлами образуют комплексные соединения, в том числе и с ионами хрома(III), образовавшихся при восстановлении шестивалентных ионов хрома в процессе электролиза хроматсодержащих сточных вод. Исследования показали, что процесс восстановления ионов шестивалентного хрома из комплексных соединений происходит относительно легче, чем из его обычных неорганических соединений, в результате чего имеет место повышение выхода по току хрома. Для изучения влияния глицерина на процесс протекания электролиза проводили опыты при условиях: катод-графит, объем очищаемой сточной воды 200 мл, концентрация ионов шестивалентного хрома 0.1 г/л, объем добавляемой серной кислоты 10 г, плотность тока 12 А/дм² в присутствии глицерина в

количестве 2%. Опыты проведены в комнатных условиях при постоянном токе с погрешностью источника тока $\pm 0,1$ А (табл.2).

В производственных предприятиях из-за невнимательности ответственных сотрудников происходит смешивание сточных вод различных операций; они загрязняются также ионами кальция и магния и их жесткость доходит до 11-16 мг.экв/л (в том числе и хромсодержащих сточных вод). Перед процессом электрохимической очистки, из сточных вод предварительно выделялись ионы кальция и магния, которые в процессе переработки могут приводить к перерасходу электроэнергии.

Таблица 2

Изменение выхода по току хрома от времени в присутствии глицерина
 $V = 200$ мл, $C_{Cr} = 0.1$ г/л, $H_2SO_4 = 10$ г, $C_{глиц} = 2$ %, $i = 12$ А/дм²; катод-графит

№ п/п	Время, мин	Выход по току, %
1	0	0
2	5	4.5
3	10	5.7
4	15	7.1
5	20	9.1
6	25	12.3
7	30	14.3
8	35	16.2
9	40	17.9
10	45	19.3
11	50	22.6
12	55	23.0
13	60	23.3
14	65	23.3
15	70	23.4
16	80	23.4
17	90	23.3

Для предварительной очистки сточных вод мы использовали бентонит Навбахорского месторождения, который предварительно подвергался модификации, т.е. ионы кальция и магния в составе бентонита заменили на ионы натрия. Для этого в 1 л дистиллированной воды добавили 150 г измельченного бентонита, перемешивали в течение 45 минут и оставили на 24 часа для набухания. Через сутки, после набухания раствор перенесли в делительную воронку и отделили примеси (в виде песка около 3%). Для замены ионов кальция в бентоните на ионы натрия в очищенный раствор бентонита добавили хлорид натрия в количестве 1 % от содержания бентонита в растворе и периодически перемешивали. Через 2 часа отфильтровали бентонит из раствора и сушили при температуре $+110^{\circ}C$ в сушильном шкафу в течение 2 часов. Образец модифицированного бентонита применили для умягчения сточной воды, с жесткостью 11 мг.экв/л; в результате достигли уменьшения жесткости до 4,8 мг.экв/л.

Для переработки образца хроматсодержащей сточной воды, предварительно очищенной модифицированным бентонитом от ионов кальция и магния, подвергли процессу электролиза в присутствии глицерина. Опыты проводили при условиях: катод-графит, объем предварительно умягченной очищаемой сточной воды 200 мл, концентрация ионов шестивалентного хрома 0.1 г/л, объем добавляемой серной кислоты 10 г, плотность тока 12 А/дм² в присутствии глицерина в количестве 2%. Опыты проведены в комнатных условиях при постоянном токе с погрешностью $\pm 0,1$ А (табл.3).

В результате проведенных исследований определено, что экологически чистый реагент – модифицированный бентонит – снизил жесткость сточной воды от 11 мг.экв/л до 4.8 мг.экв/л. А после процесса умягчения отработанного модифицированного бентонита, его можно полностью регенерировать переработкой в растворе хлорида натрия определенного содержания. Определен максимальный выход по току хрома в процесса восстановления ионов шестивалентного хрома на образцах предварительно умягченной сточной воды при концентрации серной кислоты 0.5 г/л, плотности тока 12 А/дм² в течение 1 часа.

Таблица 3

Изменение выхода по току хрома при электролизе предварительно умягченной сточной воды от времени в присутствии глицерина

V = 200 мл, C_{Cr} = 0.1 г/л, H₂SO₄ = 10 г, C_{гл} = 2 %, i = 12 А/дм²; катод-графит

№ п/п	Время, мин	Выход по току, %
1	0	0
2	5	5.4
3	10	6.7
4	15	8.1
5	20	10.2
6	25	13.3
7	30	15.4
8	35	17.2
9	40	19.9
10	45	21.3
11	50	23.6
12	55	25.0
13	60	26.3
14	65	26.3
15	70	26.3
16	80	26.4
17	90	26.3

Заключение. Результаты проведенных исследований показывают, что модифицированный бентонит может снизить жесткость сточной воды от 11 мг.экв/л до 4.8 мг.экв/л. Сточные воды, предварительно сниженной жесткости легче подвергаются электролизу, из-за отсутствия ионов кальция и магния, а также в присутствии глицерина выход по току хрома в процессе электролиза повышается от 18.1 до 26.3 %. В данном методе очистки сточных вод повышения выхода по току имеет большое значение, за счет экономии электроэнергии и листового металла. В настоящее время вместо пластинчатых электродов применяются специальные металлические корзины, наполненные металлом, имеющие хороший контакт с электродом-корзиной. Кроме этого, при электрохимической очистке сточных вод не применяются химические реактивы, при этом образуются в несколько раз больше трудно утилизируемых шламов и не загрязняется окружающая среда тяжелыми металлами. Применение электрохимических методов очистки сточных вод от ионов шестивалентного хрома, несмотря на расход металла и электроэнергии, позволяет очистить загрязненные растворы до ПДК. Оборудование данного метода является компактным, эффективным, удобным в использовании и обслуживании.

References:

1. Yedinaya sistema zahito' ot korrozii i stareniya. Voda dlya galvanicheskogo proizvodstva i sxemo' promo'vok. Obhiye trebovaniya [Unified system of protection against corrosion and aging. Water for electroplating production and its washing. General requirements]: GOST 9.314-90, Vved. 12.09.2008, Moskva: IPK Izdatelstvo standartov, 2008, 16 p.

2. O.R.Karatayev, Z.R.Shamsutdinova, I.I.Xafizov, "Ochistka stochno'x vod elektroximicheskimi metodami G'G'" [Wastewater treatment by electrochemical methods], *Vestnik texnologicheskogo universiteta*. 2015. -vol.18, no. 22, pp. 21-23 (in Russian).
3. B.C.Galaxov, E.P.Agasyan, V.A.Komarov, V.A.Ushkov i B.B.Blinov, "Sposob ochistki stochno'x vod ot soyedineniy xroma" [Method for wastewater treatment from chromium compounds], *Avt.sv. № 882951, SSSR MKI C02F1G'70*, 1989 (in Russian).
4. Ye.V.Shemyakina, A.Ya.Fridman, I.Ya.Polyakova i dr., "Obezvrejivaniye xromsoderjahix stochno'x vod" [Decontamination of chrome-containing wastewater]. *Vodosnabjениye i sanitarnaya texnika*, no. 10, pp. 4-7, 1995 (in Russian).
5. Kompleksno'y kontrol i predotvrаheniye zagryazneniy okrujayuhey sredo'. Spravochno'y dokument po nailuchshim dostupno'm texnologiyam dlya poverxnostnoy obrabotki metallov i plastmass G' Yevropeyskaya komissiya. Generalno'y direktorat Sentra sovместno'x issledovaniy. Institut perspektivno'x texnologicheskix issledovaniy. -Sevilya, Ispaniya: Edificio Expo, 2005. -13 s.
6. A.V.Busarev, A.S.Selyugin, Ye.N.Sundukova, R.F.Tuxbatullin, "K voprosu ochistki xromsoderjahix stochno'x vod G'G'" [On the issue of chrome-containing wastewater treatment], *Fundamentalno'e issledovaniya*, no. 6-1, pp. 36-41, 2016 (in Russian).
7. S.V.Yakovlev, I.G.Krasnoborodko, V.M.Rogov, *Texnologiya elektroximicheskoy ochistki vodo' [Electrochemical water treatment technology]*. Leningrad: Stroyizdat, Leningradskoye otd, 1987, 145 p. (in Russian).
8. <http://G'G'kvantmineral.com/G'statiG'reagentnaya-ochistka-stochnyx-vod-ot-shestivalentnogo-xroma.html>.
9. Patent RF C02F1G'70, № 2395463. Opublikovan 27.07.2010 g.
10. S.Ishanxodjayev, F.I.Erkabayev, X.I.Akbarov, L.I.Ilyahenko, "Vliyaniye mnogoatomno'x spirtov na vosstanovleniye xroma (VI)" [Effect of polyhydric alcohols on the reduction of chromium (VI)], *Nauchno-texnicheskaya konferensiya s mejdunarodno'm uchastiyem "Istiklol", Problema i perspektivo' ximii i ximicheskoy texnologii*, Navai, 1998, pp.71-72. (in Russian).
11. V.N.Marsul i dr., "Nekotoro'e napravleniya ispolzovaniya otxodov galvanicheskogo proizvodstva G'G' Trudo' BGTU" [Some directions of use of electroplating waste G'G' Trudo' BGTU], *Ximiya i texnologiya neorgan. v-v*, no. 3, pp. 70-75, 2012 (in Russian).
12. O.S.Zalo'gina, V.N.Marsul, A.V.Lixacheva, "Osadki stochno'x vod galvanicheskogo proizvodstva kak vtorichnoye so're G'G'", *Noveyshiye dostijeniya v oblasti importozameheniya v ximicheskoy promo'shlennosti i proizvodstve stroitelno'x materialov: materialo' Mejdunar. nauchno-texn. konf.*, Minsk, 2012, pp. 97-102 2012.
13. V.Mymrine, M.J.J.S.Ponte, H.A.Ponte, N.M.S.Kaminari, U.Pawlowsky, G.J.P.Solyon, "Oily diatomite and galvanic wastes as raw materials for red ceramics fabrication", *Construction and Building Materials*, vol. 41, pp. 360-364, 2013
14. V.A.Mymrin, K.P.Alekseev, E.V.Zelinskaya, N.A.Tolmacheva, R.E.Catai, "Industrial sewage slurry utilization for red ceramics production", *Construction and Building Materials*, vol. 66, pp. 368-374, 2014.
15. L.Pérez-Villarejo, S.Martínez-Martínez, B.Carrasco-Hurtado, D.Eliche-Quesada, C.Ureña-Nieto, P.J.Sánchez-Soto, "Valorization and inertization of galvanic sludge waste in clay bricks", *Applied Clay Science*, vol. 105–106, pp. 89–99, 2015.
16. E.F.Fgaier, Z.Lafhaj, C.Chapiseau, "Use of clay bricks incorporating treated river sediments in a demonstrative building: Case study", *Construction and Building Materials*, vol. 48, pp. 160-165, 2013.
17. S.Ishanxodjayev, "Ximiya i texnologiya polucheniya surmi, svinsa i ix soyedineniya v prisutstvii mnogoatomni'x spirtov", *Diss. doktora. tex. nauk*, Tashkent, 1997, 343 p.