

**Ф.И.ЭРКАБАЕВ, К.П.НОРБУТАЕВА, Д.А.МУХАММАДИЕВА**  
**ПОВЫШЕНИЕ ВЫХОДА ПО ТОКУ ХРОМА ПРИ**  
**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИОНОВ ХРОМА (VI)**

(Научно-исследовательский институт окружающей среды и  
природоохранных технологий)

**Аннотация.** Электрохимический метод очистки сточных вод и отработанных растворов является компактным, эффективным и делится на катодное восстановление, электродиализ и электрокоагуляция. При этом, надо отметить, что при электрохимическом восстановлении ионов хрома(VI) выход хрома по току очень низкий (15-16 %), вместе с тем, данным методом можно очистить сточные воды от примесей до ПДК.

Установлено, что при электролизе очищаемых отработанных растворов использование в качестве добавки в исследуемый электролит 1.8 % глицерина в определенных условиях повышает выход по току хрома от 18 до 23.5%.

**Ключевые слова:** отработанный раствор, глицерин, ксилит, сорбит, плотность тока, выход по току.

***Abstract.** The electrochemical treatment method for wastewater and waste solutions is compact, efficient, and is divided into cathodic reduction, electro dialysis, and electrocoagulation. At the same time, it should be noted that during the electrochemical reduction of chromium(VI) ions, the current efficiency of chromium is very low (15-16%), however, this method can purify wastewater from impurities to MPC.*

*The purpose of the research to study the effect of glycerol on the current efficiency of chromium during the electrolysis of waste solutions and to determine the optimal process conditions.*

*It has been established that during the electrolysis of waste solutions to be purified, the use of 1.8% glycerol as an additive to the test electrolyte under certain conditions increases the current efficiency of chromium from 18 to 23.5%.*

**Key words:** waste solution, glycerin, xylitol, sorbitol, current density, current efficiency.

Восстановление ионов относительно токсичного шестивалентного хрома производится различными методами. Они делятся в основном на две большие группы: химические и электрохимические. Относительно эффективными способами очистки от соединений хрома (VI) следует признать реагентные способы, в основе которых лежат окислительно-восстановительные процессы [1-2]. Тем не менее, данные способы тоже имеют ряд существенных недостатков: характеризуются высокими нормами расхода реагентов, сопровождаются образованием больших количеств шламовых осадков и требуют существенных материальных затрат на мероприятия по защите технологического оборудования от коррозии так как осуществляются в сильно кислой среде. Методы электрохимической обработки хромат содержащих сточных вод и растворов в свою очередь, делятся на катодное восстановление, электродиализ и электрокоагуляцию [3-5]. В процессе восстановления основная часть электроэнергии расходуется на нежелательные процессы, как поляризация ионов, осаждение некоторых примесей в растворе и сопротивление электролита [6-8].

Целью настоящего исследования является повышение выхода по току хрома при электролизе хромсодержащих промышленных сточных вод в присутствии глицерина и определение оптимальных условий процесса.

Для повышения выхода по току хрома и установления оптимальных условий электрохимического восстановления шестивалентного хрома в стандартном электролите, нами проведен электролиз при условиях: объем электролита -200 мл, концентрация ионов шестивалентного хрома - 50 мг/л, катод – графит, время - 1,0 час (табл.1).

Таблица 1

Влияние плотности тока на выход по току хрома

$V_{p-ра} = 200$  мл,  $C_{Cr} = 50$  мг/л, катод – графит,  $\tau = 1.0$  час

№ п/п	Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	Выход по току хрома, %
----------	--------------------------------------	---------------------------

1	0	0
2	0,2	0,6
3	0,5	1,8
4	0,7	3,5
5	1,0	8,0
6	1,5	13,0
7	1,7	15,0
8	1,8	16,6
9	<b>2</b>	<b>17,0</b>
10	2,5	17,0

Из таб.1 видно, что в лабораторных условиях процесс восстановления при плотности тока 1,8-2,0 А/дм<sup>2</sup> протекает с наибольшим выходом. Дальнейшее увеличение плотности тока незначительно влияет на выход по току хрома и приводит к перегреванию электролита.

Известно, что многоатомные спирты со многими металлами образуют комплексные соединения [13], в том числе, с трехвалентным хромом, восстановленным во время электролиза из раствора с ионами хрома (VI), который способствует увеличению выхода по току. Изучением влияния различных концентраций глицерина на процесс восстановления ионов хрома(VI) выявлена оптимальная концентрация глицерина на повышение выхода хрома по току (рис.).

Результаты исследований показывает (рис.), что присутствие глицерина в электролите до 1-2 % увеличивает степень восстановления ионов шестивалентного хрома и соответственно выход по току повышается до 23.5%.

Опыты по титрованию раствора, содержащего оксид хрома (VI) в присутствии глицерина показывает образование тетрагидроксид глицератного комплекса хрома. При титровании раствора оксида хрома (III) осадок не образуется, а цвет раствора меняется от коричневого до желтого цвета, что указывает на образование анионных аквакомплексов.

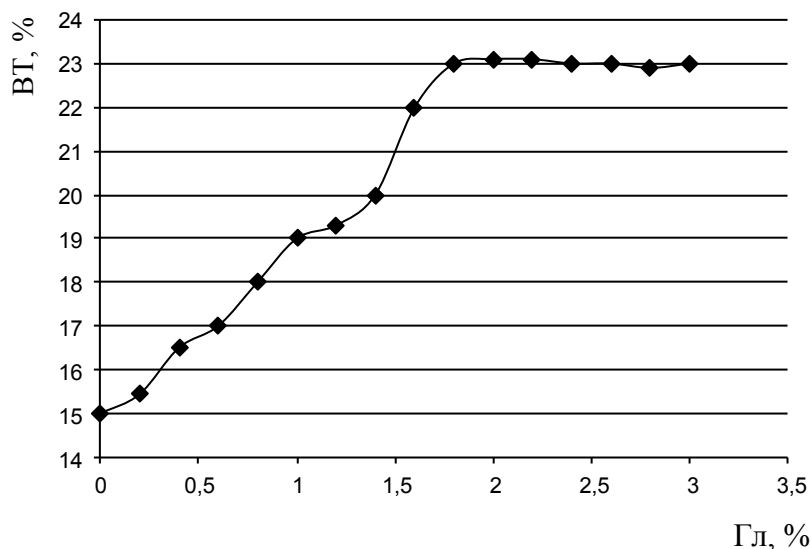


Рис. Влияние количества глицерина на выход по току хрома.

$V_{p-ра} = 200$  мл,  $C_{Cr} = 50$  мг/л,  $H_2SO_4 = 0,1$  %,  $i = 2,0$  А/дм<sup>2</sup>; катод-графит

Полученные результаты проведенных исследований дали возможность повысить выход по току хрома от 16 до 23,5 % и определить оптимальные условия проведения процесса. Определено, что при плотности тока 1,8-2,0 А/дм<sup>2</sup> процесс протекает оптимально, а серная кислота при концентрации около 0,1 % способствует максимальному восстановлению шестивалентного хрома. Установлено, что в течение часа происходит восстановление основного количества ионов хрома.

**Заключение.** Результаты проведенных исследований показывают, что при электрохимическом восстановлении хрома в присутствии глицерина, до некоторой степени, увеличивается выход по току хрома (до 23 %). Применение электрохимических методов очистки отработанных растворов от ионов шестивалентного хрома, не смотря на расход металла и электроэнергии, позволяет очистить загрязненные растворы до ПДК. Оборудование данного метода является компактным, эффективным, удобным в использовании и обслуживании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авт.св. № 882951, СССР МКИ С02F1/70. Способ очистки сточных вод от соединений хрома. В.С. Галахов, Э.П. Агасян, В.А. Комаров, В.А. Ушков и Б. Б. Блинов.
2. Шемякина Е.В., Фридман А.Я., Полякова И.Я. и др. Обезвреживание

хромсодержащих сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, 1. Л 1995. №10. 4-7 с.

3. D.A.Khadjibaev, F.I.Erkabaev. Selection of mineral raw material fields for glauconite sorption materials // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление», 2021, № 2 (98), С.11-18.

4. Журков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод.: Справочное пособие.- М. : Стройиздат, 1977.- 204 с.

5. Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. технология электрохимической очистки воды. Л.: Стройиздат, Ленинградское отд. - 1987.- с.145.

6. Грановский М.Г., Лавров И.С., Смирнов О.В. Электрообработка жидкостей. -Л.: Химия, 1976. - 216 с.

7. Влияние многоатомных спиртов на восстановление хрома (VI)/С. Ишанходжаев, Ф.И.Эркабаев, Х.И.Акбаров, Л.И.Ильященко // Научно-техническая конференция с международным участием «Истиклол», Проблема и перспективы химии и химической технологии, - Наваи., 29-31 дек. 1988 г.- Наваи, 1988. -С.71-72.

8. Исследования процесса восстановления ионов шестивалентного хрома / Ф.И.Эркабаев, С.Ишанходжаев, Б.Хасанов, С.С.Ишанходжаев. ТошКТИ Фан хафталиги. - Тошкент, 3-5 апрель 2001 й. Т., 2000,- 87 с.

9. Васильева В.Н., Васильев В.П. Комплексообразования хрома(III) с многоатомными спиртами //Химия и химическая технология. - 1970. - №13. -С.21.

10. Э.А.Животовский. Электрохимическая обработка металлопродукции. Справочник. - М.: Металлургия, 1986. - 385 с.

11. Д. А. Мухаммадиева, Д. Ш. Валиева, О. Т. Тоиров, Ф. И. Эркабаев. Получение пигмента на основе осадков электрохимической очистки хроматсодержащих стоков. Scientific Journal of SCIENS PROGRESS ISSN: 2181-1601. Assertance areas of the journal. 2022/I.

12. Kayumjonovich, T. N. (2022). DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SELECTING THE COMPOSITIONS OF MOLDING SANDS FOR CRITICAL PARTS OF THE ROLLING STOCK. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(5), 1840-1847.