

планировании развития и организации самого экологического туризма. Чисто научным экотуризмом занята небольшая часть туристов. В последнее время в научных полевых исследованиях, не требующих высокой квалификации, все чаще стала использоваться помощь обыкновенных туристов-добровольцев. Многие из них с удовольствием совмещают отдых на природе с такими экзотическими занятиями, как сбор яиц редких видов черепах где-нибудь в Коста-Рике или учет численности копытных в заповедниках.

Познавательный экотуризм. Каждое экопутешествие преследует познавательные цели. Объектами познавательного, как и научного, экотуризма становятся отдельные наиболее интересные с точки зрения наблюдения биологические виды, такие как, например, слоны, львы, другие крупные виды хищников и копытных в Восточной Африке и Азии. До войны в Руанде среди иностранных туристов был очень популярен специально созданный заповедник для горилл. Рекреационный экотуризм позволяет помимо познавательного, реализовать рекреационный элемент экотуризма, который включает спортивный туризм, альпинизм, лыжные, конные, водные и пешие походы и другие виды активного и пассивного отдыха. В развитии рекреационного экотуризма большую роль играют такие природные объекты как горы, каньоны, пещеры, реки, озера. Все большее распространение получает агротуризм (или агроэкотуризм) — туризм в сельской местности, при котором туристы во время своего отдыха ведут сельский образ жизни на хуторах и фермах. Развитие такого вида туризма наиболее актуально для стран Европы и США.

Наиболее популярными видами деятельности экотуристов являются (в порядке убывания) — пешие походы, наблюдения за птицами, кино- и фотосъемка, экосафари, проживание в палаточных городках, посещение гор и альпинизм, рыбалка, водный туризм (плоты, байдарки, каноэ), ботанические экскурсии, археологический и палеонтологический туризм, спелеотуризм, наблюдение экзотических бабочек.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ СПЛАВА БрБ2 В РАСТВОРАХ НА ОСНОВЕ FeCl₃

*Докладчик – Гнатюк А.А.,
Научный руководитель – Ларин В.И., д.х.н., проф., Егорова Л.М., к.х.н., доц.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина
lilyaegorova@ukr.net*

Наибольший урон окружающей среде наносится при сбросе в открытые водоемы промышленных сточных вод металлургических заводов и предприятий радиоэлектронной промышленности. На большинстве сборочных производств электронной аппаратуры используют фольгу из меди и ее сплавов.

Потребность в гибких платах высокой плотности подталкивает производителей медной фольги к разработке оригинальных решений, например применение медно-бериллиевых сплавов.

Кроме того, развивающаяся техника постоянно предъявляет иногда специфические требования к конструкционным материалам. Бериллиевая бронза применяется при производстве печатных плат и является незаменимой, когда одновременно необходимо сочетание таких свойств как хорошая электропроводность, механическая прочность и пружинные свойства. Именно благодаря своему уникальному сочетанию свойств этот сплав является одним из стандартных в производстве электрических разъемов и пружинных деталей датчиков преобразования. Очень важно соблюдать в этих технологиях минимальное повреждение поверхностного слоя бериллиевой бронзы, поэтому для подготовки поверхности выбирают химический процесс травления.

Проблема нарастающих количеств отработанных гальванических растворов и неостребованных гальванических шламов характерна для предприятий электротехнической, радиоэлектронной и приборостроительной отраслей промышленности, использующих технологии травления или гальванического нанесения металлов. В настоящее время это является одной из острых экологических проблем. Очень важно изучать селективность химического растворения компонентов сплава для подбора оптимального состава травильного раствора, чтобы уменьшить загрязнение промстоков.

С целью подбора составов травильных растворов с оптимальными характеристиками было проведено исследование химической ионизации и селективности растворения по компонентам сплава БрБ2 в хлоридных растворах.

Химическое травление БрБ2 изучали с помощью экспериментальных методов исследования: гравиметрического, электронно-зондового микроанализа, атомно-абсорбционной спектрометрии. Определение скорости травления с помощью гравиметрического метода основывалось на использовании вращающегося дискового электрода, (ВДЕ), изготовленного из бронзы марки БрБ2. Элементный состав сплава БрБ2 определен гравиметрическим методом по ГОСТ 15027.13-77. Массовая доля бериллия в сплаве БрБ2 составляет 1,78 %.

Определена скорость ионизации и селективность растворения компонентов сплава БрБ2 при химическом травлении в хлоридных растворах. Рассчитанные значения коэффициентов селективности бериллия и меди имеют наиболее близкие значения в растворе состава: 0,5 М FeCl₃.

Из гистограммы зависимости скорости и селективности растворения сплава БрБ2 от состава травильного раствора (рис.1) видно, что высокоскоростное и равномерное растворение сплава наблюдается в растворах состава 1 и 7,8.

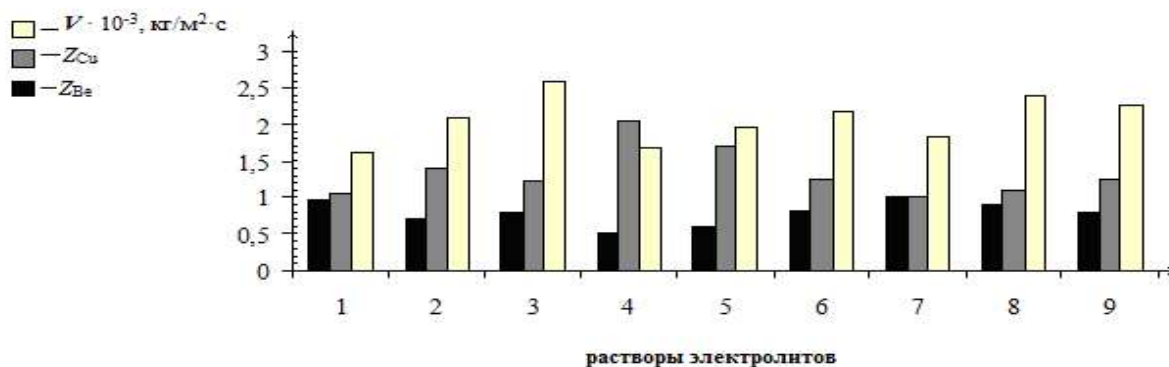


Рисунок 1 – Гистограмма зависимости скорости и селективности растворения сплава БрБ2 от состава травильного раствора, моль/л: 1 – 0,5 М FeCl₃; 2– 0,75 М FeCl₃; 3– 1,0 М FeCl₃; 4– 0,5М FeCl₃ + 1,5М KNO₃; 5– 0,5М FeCl₃ + 1,5М KNO₃ + 0,5М HCl; 6– 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃; 7– 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,25М H₂SO₄; 8– 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,5М HCl; 9– 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,5М HNO₃

Методом электронно-зондового анализа были исследованы поверхность электродов из сплава БрБ2 после травления в растворах, состав которых обеспечивает высокую скорость травления. На всех образцах электродов из БрБ2 после травления заметны белые мелкие кристаллы (рис.2).

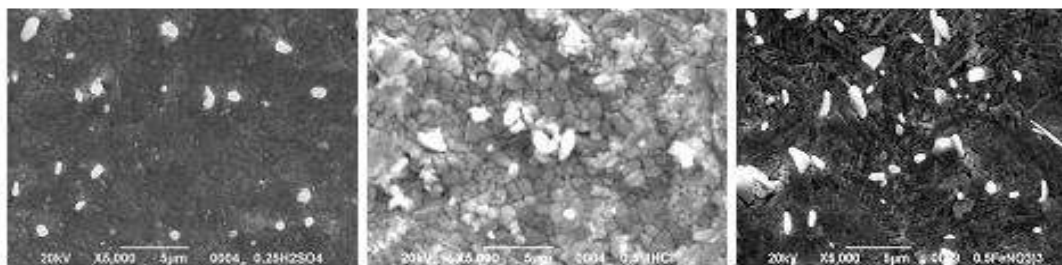


Рисунок 2 – Микрофотографии поверхности бронзы БрБ2 после травления (при $\omega=74 \text{ об} \cdot \text{с}^{-1}$) в растворах состава: а – 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,25М H₂SO₄ ; б – 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,5М HCl ; в – 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,5М HNO₃

Можно предположить солевую и оксидную природу этих кристаллов, что подтверждается результатами электронно-зондового микроанализа поскольку фокусировка электронного пучка на кристаллы показало присутствие хлоридов (табл.).

Таблица – Результаты электронно-зондового микроанализа после сканирования поверхности электрода из сплава БрБ2

Состав раствора, моль/л	Результаты электронно-зондового микроанализа		
	элемент	атомная доля, %	весовая доля, %
1	2	3	4
02,5М FeCl ₃ – 0,5М Fe(NO ₃) ₃ – 03,25М H ₂ SO ₄	O	11,17	3,57
	Al	0,16	0,08
	Si	0,06	0,04
	S	0,10	0,07
	Cl	28,56	20,23
	Fe	0,06	0,07
	Ni	0,55	0,64
	Cu	59,33	75,30
0,5М FeCl ₃ – 0,5М Fe(NO ₃) ₃ – 0,5М HCl	O	9,75	3,15
	Al	0,09	0,05
	Si	0,20	0,11
	S	0,31	0,20
	Cl	32,75	23,47
	Ni	0,54	0,64
	Cu	56,36	72,38
0,5М FeCl ₃ – 0,5М Fe(NO ₃) ₃ – 0,5М HNO ₃	O	3,27	0,92
	Al	0,15	0,07
	Si	0,11	0,05
	S	0,23	0,13
	Cl	16,44	10,20
	Fe	0,09	0,09
	Ni	0,78	0,80
	Cu	78,93	87,75

На основании результатов, полученных после сканирования протравленной поверхности электрода процесса пассивации в изученных растворах не наблюдается.

Выводы:

– изучен процесс химического травления сплава БрБ2 в хлоридных растворах. Определена скорость травления БрБ2 и избран состав раствора для высокоскоростного травления бериллиевой бронзы БрБ2 – 1,0 М FeCl₃;

– исследована селективность растворения компонентов сплава в растворах на основе FeCl₃. Выбраны составы растворов, которые обеспечивает высокоскоростное и равномерное травление сплава БрБ2: 0,5 М FeCl₃; 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,25М H₂SO₄; 0,5М FeCl₃ + 0,5М Fe(NO₃)₃ + 0,5М HCl;

– установлено отсутствие пассивации поверхности вследствие изучения модификации поверхности электрода из БрБ2 после травления. Установлена химическая природа соединений на поверхности электродов из БрБ2 после травления в исследуемых растворах.