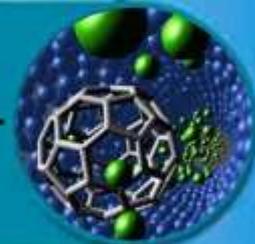




Бухоро муҳандислик-  
технология институти



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ТАРАҚҚИЁТИ**  
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**



**1**  
**2021**

**Бош муҳаррир:**  
**ДЎСТОВ Ҳ.Б.**

кимё фанлари доктори, профессор

**Таҳририят ҳайъати раиси:**

**БАРАКАЕВ Н.Р.**

техника фанлари доктори, профессор

**Муовини:**

**ШАРИПОВ М.З.**

физика-математика фанлари доктори

**Таҳрир ҳайъати:**

**ПАРПИЕВ Н.А.**

ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

**МУҚИМОВ К.М.**

ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

**ЖАЛИЛОВ А.Т.**

ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

**НЕГМАТОВ С.Н.**

ЎзР ФА академиги (“Фан ва таракқиёт” ДУК)

**РИЗАЕВ А.А.**

т.ф.д., профессор (ЎзР ФА Механика ва зилзила-бардошлилиқ ИТИ)

**БАҲОДИРОВ Ғ. А.**

т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

**МАЖИДОВ Қ.Х.**

техника фанлари доктори, профессор

**АСТАНОВ С.Х.**

физика-математика фанлари доктори, профессор

**РАҲМОНОВ Х.Қ.**

техника фанлари доктори, профессор

**ВОХИДОВ М.М.**

техника фанлари доктори, профессор

**ЖЎРАЕВ Х.Ф.**

техника фанлари доктори, профессор

**САДУЛЛАЕВ Н.Н.**

техника фанлари доктори, профессор

**ФОЗИЛОВ С.Ф.**

техника фанлари доктори, профессор

**ИСАБАЕВ И.Б.**

техника фанлари доктори, профессор

**АБДУРАҲМОНОВ О.Р.**

техника фанлари доктори

**НИЗОМОВ А.Б.**

иқтисод фанлари доктори, профессор

**ТЕШАЕВ М.Х.**

физика-математика фанлари доктори

**ЮНУСОВА Г.С.**

фалсафа фанлари доктори

**ХАМИДОВ О.Х.**

иқтисод фанлари доктори, профессор

**ХОШИМОВ Ф.А.**

т.ф.д., профессор (ЎзР ФА Энергетика институти)

**АХМЕТЖАНОВ М.М.**

педагогика фанлари номзоди, профессор

**Муҳаррир:**

**БОЛТАЕВА Н.Ў.**

**Мусахҳиҳлар:**

**БОЛТАЕВА З.З., НОРОВА Р.Ф.,**

**АЗИМОВА Г.А.**

## **ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ**

**ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ**

## **РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

*Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот  
агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида  
2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли  
гувоҳнома билан рўйхатга олинган*

*Муассис:*

*Бухоро муҳандислик-технология институти*

*Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар  
Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг  
2017 йил 29-мартдаги №239/5- сонли қарори  
билан диссертациялар асосий илмий  
натижаларини чоп этиши тавсия этилган  
илмий нашрлар рўйхатига киритилган.*

*Таҳририят манзили:*

*200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев  
кўчаси, 15-уй,*

*Бухоро муҳандислик-технология институти  
биринчи биноси, 2-қават, 206-хона.*

*Тел: 0(365) 223-92-40*

*Факс: 0(365) 223-78-84*

*Электрон манзил:*

*E-mail: [fantt\\_jurnal@umail.uz](mailto:fantt_jurnal@umail.uz)*

*Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан  
<https://journal.bmti.uz/>  
сайти орқали танишиши мумкин.*

*Ушбу журналда чоп этилган материаллар  
таҳририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки  
қисман чоп этилиши мумкин эмас.*

*Таҳририятнинг фикри муаллифлар фикри  
билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин.  
Журналда ёритилган материалларнинг  
ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари  
ва реклама берувчилар масъулдирлар.*

# МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

<b>ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР</b>	
Баракаев Н.Р., Мирзаев О.А. Ёнғоқ чақиш қурилмасида ёнғоқ ҳаракатланиш тенгламасининг таҳлили .....	4
Капустин В.М., Цуканов М.Н., Махмудов М.Ж. Квалифицированное использование вторичных продуктов пиролиза .....	7
Mukhammadiev V.T., Verdiyeva Z.M., Kurbanov M.T. Innovative technology of cryo-crushing and cryoseparating .....	16
Шойимов П., Жўраев М.Қ., Рустамов С.Ш., Муродов Б.Б. Геометрик ўлчамлари кичик ва массаси енгил бўлган уруғларни трибоэлектрик қурилмада саралаш .....	23
Шойимова С.П. Такмиллашган қурилмада шоли уруғини саралаб экишга тайёрлаганда олинган натижалар .....	27
Шойимов П., Музаффаров Ф.Ф., Муродов Б.Б., Худойназаров Ф.Ж. Маккажўхори уруғини электр усулида саралаш .....	32
Муминов Р.О., Орипов З.Б. Исследование динамических процессов в гидрообъемной системе подачи бурового станка .....	38
Ибрагимов Б.Т., Каримов М.Ш., Ялгашев О.У., Рахмонов Р.Р., Жўраев А.Қ. Замонавий ёнғин ўчириш техникаларининг ҳаётимиздаги ўрни ва аҳамияти .....	45
Рузибаев А.Н. Интенсивность износа зубьев ковша экскаваторов на карьере «Мурунтау» .....	49
<b>КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР</b>	
Barakaev N.R., Mukhamadiev V.T., Kurbanov M.T. The technological performance CO <sub>2</sub> in supercritical fluids state .....	54
Фозилов Х.С., Асадова Д.Ф., Ахмедова Ш.У., Фозилов С.Ф., Хамроев Ш.Г., Набиев А.Н. Очистка промышленных сточных вод и отходящих газов с помощью полианилиновых интерполимерных материалов .....	63
Назаров Н.И., Бекназаров Х.С. Синтез, характеристика и ИК-спектроскопическое исследование некоторых комплексов переходных металлов на основе основания Шиффа в качестве термостабилизаторов для поливинилхлорида .....	68
Рахматова Г.Б., Қурбанов М.Ж., Кадиров А.А. Бициклик α-аминокетонлар ва улар ҳосилаларининг коррозияга қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш .....	75
Эшқурбонов Ф.Б., Тураев Х.Х., Уралов Н.Б., Эшқурбонова М.Б. Хўжайкон техник ош тузини физик-кимёвий усуллар ёрдамида тозалаш ва тадқиқ қилиш .....	82
Астанов С.Х., Шамсиев Р.Х. Спектроскопическое исследование ассоциатов индигокармина .....	86
Ибрагимова Ф.Б., Амонов М.Р. Физико-механические свойства шпигующей полимерной композиции .....	95
Алиев Т.Б., Хусенов Қ.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Ибодуллаева Д.И. Аспарагин кислотасининг темир(III) ионлари билан ҳосил қилган комплексларини термик ўзгаришлари ва кинетик параметрларининг тадқиқоти .....	101
Фозилов Х.С. Нормал парафин углеводородларни оксидлаб юқори ёғ спиртлари олиш ва уларни дизель ёқилғисининг физик-кимёвий хоссаларини яхшилашда қўллаш .....	110
Асадова Д.Ф., Фозилов С.Ф., Мавлонов Б.А. Получение экологически безопасных композиционных полимерных материалов и их применение .....	115
<b>МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА</b>	
Тоиров М.Ш., Аскарходжаев Т.И., Тоирова Н.А. Пружинали тебраниш элаги .....	120
Усмонов Ж.И., Убайдуллаева Д.Р. Исследование вопросов разработки солнечных элементов на основе полупроводниковых материалов .....	126
Мажитов Ж.А., Исломов У.Н., Каримов Н.С., Нарзуллаева З.М., Тўрақулов Ж.Т. Қуёш энергияси ёрдамида иситиш тизимида эга бўлган кичик биогаз қурилмасининг	130

техник параметрлари . . . . .	
<b>Юсубалиев А., Рахматов Д.А., Шарипов Ш.Н.</b> Агросаноат корхоналарида ҳавони зарарли чанглардан тозалашда электр фильтрларни қўллаш имконияти . . . . .	<b>136</b>
<b>Гадоева О.П.</b> Замонавий бино ва иншоотларда энергия сарфини камайтириш чоралари . . . . .	<b>140</b>
<b>Sattorov T.A., Muzaffarov F.F.</b> Sanoat korxonalarida oʻrnatilgan asinxron motorlarni faza rotorli asinxron motorlar bilan muvofiqlashtiruvchi parametrlarining bogʻliqliklari . . . . .	<b>145</b>
<b>Камалов Т.С., Тоиров О.З., Мирхонов Ў.Қ.</b> Компрессор қурилмаларида синхрон моторларнинг кўзгатишини бошқариш принциплари . . . . .	<b>151</b>
<b>Набиев М.Б.</b> Экспериментальные исследования динамики движения управляющих механизмов клиноременных вариаторов . . . . .	<b>159</b>
<b>Мардонов Б.Т., Орипов З.Б., Ашуров Х.Х.</b> Исследование физико-механических свойств композиционного покрытия на основе хрома . . . . .	<b>165</b>
<b>Комилов О.С., Мажитов Ж.А.</b> Расчет мощности тепловой энергии расходуемой для нагрева реактора биоэнергетической установки . . . . .	<b>170</b>
<b>ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР</b>	
<b>Махмудов М.И., Мирхонов Ў.Қ., Ражабов Ф.З., Мирзаев Н.Н.</b> Проектирование микропроцессорного оптоэлектронного измерителя частоты вращения вала двигателя и разработка алгоритма . . . . .	<b>175</b>
<b>Нежметдинов Р.А., Уринов Н.Ф., Абдуллаева Д.Х.</b> Исследования систем логического управления технологическим оборудованием на базе специализированного стендового оборудования . . . . .	<b>181</b>
<b>Атауллаев А.О., Атауллаев О.Х., Мамадияров А.Ж.</b> Исследование интеллектуальных радиотехнических следящих систем с линейной обратной связью . . . . .	<b>186</b>
<b>ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>	
<b>Ражабов А.Н., Ҳамроқулов Ғ., Абдуллаев А.Ш., Каримова М.Х.</b> Қаттиқ ва юмшоқ буғдойни кимёвий таркиби асосида ташқи иқтисодий фаолият товарлар номенклатурасига хос код рақамларини тадқиқ этиш . . . . .	<b>196</b>
<b>Собиров С.М.</b> Каолин минералларининг активлаш орқали ўсимлик мойи (пахта мойи)да қўлланилиши . . . . .	<b>201</b>
<b>ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>	
<b>Ибрагимова Ф.Б.</b> Усовершенствование процесса шпиктования пряжи новыми полимерными композициями . . . . .	<b>207</b>
<b>Абдувахидов М., Бурханов А., Абдувахидов М.М.</b> Исследование вопроса облегчения конструкции вала пильного цилиндра . . . . .	<b>215</b>
<b>Айдаркулова К.А., Нигматова Ф.У., Нигматуллаева Д.Ш.</b> Определение статистических характеристик размерных признаков детского населения Узбекистана . . . . .	<b>219</b>
<b>Казакова Д.С.</b> Оҳорлаш жараёнида оҳор таркибини такомиллаштириш . . . . .	<b>222</b>
<b>Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш.</b> Средства инновационного дизайна в современной меховой одежде . . . . .	<b>228</b>
<b>Хайдаров И.Н., Исмаилова Р.М., Ёкубова Н., Исмаилов Р.И.</b> Исследование морфологических и физико-механических свойств целлюлозосодержащих материалов, пропитанных суспензиями антипиренов . . . . .	<b>234</b>
<b>Гиясова Д.Р.</b> Исследование вытяжного прибора ленточной машины в производстве качественной пряжи . . . . .	<b>240</b>
<b>Нутфуллаева Ш.Н., Нутфуллаева Л.Н., Сайфуллаева Л.М.</b> Технологические процессы влажно-тепловой обработки одежды – этапы их совершенствования . . . . .	<b>244</b>
<b>АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР</b>	
<b>Vahobova M.A., Islomov U.N.</b> Elektron qurilmalarning fizika fani rivojlanishidagi oʻrni . . . . .	<b>250</b>
<b>Рўзиев Р.Р.</b> Ёнгин хавфсизлиги қоидаларини ўқитишда масофавий таълимнинг ўрни . . . . .	<b>257</b>
<b>Аллаберганова Г.М., Бобоев А.А.</b> Йонлаштирувчи нурланишларнинг умумий хоссалари ва атроф-мухитга техноген таъсири катталикларини баҳолаш . . . . .	<b>262</b>
<b>Boboev A.Ch., Akramova O.Q.</b> Innovatsion tadbirkorlikni rivojlantirishda investitsiyaviy	<b>266</b>

jozibadorlikni oshirish .....	
<b>Нигматова Ф.У., Қодирова Д.Х.</b> Ёшни даврийлаштириш классификаторларини таҳлил қилиш .....	<b>271</b>
<b>Мусахожиев М.Б., Каримов М.Ш.</b> Саноат қорхоналарининг портлаш-ёниш хавфи юқори бўлган технологик жараёнлари учун ёнғинга қарши талабларни белгилаш муаммолари .....	<b>277</b>
<b>Азимова Н.Ф.</b> Садриддин Айний ва ўзбек адабиёти .....	<b>280</b>
<b>Orziyeva L.N.</b> Anna Axmatova lirikasida shaxs erki talqini .....	<b>284</b>

будет обладать некоторым запасом по моменту и мощности.

2. Экспериментально установлено, что с увеличением крутящего момента ведомого вала  $T_2$ , растёт и крутящий момент ведомого вала при замедлении  $T_{23}$ .

#### Список литературы

1. Набиев М.Б. UNIVERSUM: Технические науки. Выпуск:6(75). Июнь 2020. Часть 1. М.: Изд. «МЦНО», 2020. – С. 39-41.
2. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
3. Набиев М.Б. Вопросы быстрогодействия агрегата с клиноременным вариатором // Ўзбекистон Республикаси халқ хўжалиги тармоқларида ресурсларни ва энергияни тежаш муаммолари бўйича илмий-амалий конференция: Тез. докл. – Бухара, 1993. – С. 220-221.
4. Роскошный Г.К. Основы синтеза одиночных и сдвоенных бесступенчато-регулируемых механизмов, оптимальных по быстрдействию // Передаточные механизмы. – М.: Машиностроение, 1971. – С. 7-12.
5. Гайбуллаев З.Х., Азизов Б.А., Саврийев Й.С. Определение параметров семяпровода // Технические науки. – М.: 2020. Выпуск 6 (75), часть 1. – С. 85-88.
6. Мальцев А.В. Определение усилий регулирования вариаторов с гибким промежуточным звеном // Вестник машиностроения, 1983. – №2. – С. 32-35.

*Набиев Мухаммаджан Буриевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Основы механики и ЕТТ» Бухарского инженерно-технологического института. Тел.: 228-02-30 (д), (+99890) 118-60-48 (с). E-mail: nabiev1958.@inbox.ru.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ХРОМА

**Мардонов Б.Т., Орипов З.Б., Ашуоров Х.Х.**

*Навоийский государственный горный институт*

*Аннотация:* Хромирование применяется во множестве областях индустрии, машиностроения, для подробностей паросилового оснащения, паровой арматуры, клапанов, вентилях патрубков, а еще подробностей, работающих на износ в брутальных средах. К данному процессу прибегают на автосервисных станциях для окрашивания кузова автомашины и нанесения слоя на железные плоскости байков и иных средств передвижения. Это покрытие не только удобно, но и прекрасно, в следствие этого его пользуют как для декоративных целей, например, и для увеличения качеств обрабатываемого металла.

*Ключевые слова:* хромирование, электролиз, раствор, катод, твердость, микротвёрдость, покрытия.

## ХРОМ АСОСИДАГИ КОМПОЗИЦИОН ҚОПЛАМАНИНГ ФИЗИК-МЕХАНИК ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ

**Мардонов Б.Т., Орипов З.Б., Ашуоров Х.Х.**

*Навоий давлат кончилик институти*

*Аннотация:* Хром қопламаси саноатнинг қўлаб йўналишларида қўлланилади. Булардан: машинасозлик, буг электр жиҳозларида, буг-сув арматураларида, клапанларда, вентил қувирларида ва ишқаланиш мавжуд бўлган муҳитларда ейилишига ишлайди. Ушбу жараён автомобилларга хизмат кўрсатиш шохобчаларида автомашинанинг кузов қисмини бўйи ва бошқа транспорт воситаларини юза қисмларига қатлам қўйиш учун қўлланилади. Бу қоплам фақатгина қулайлиги учунгина эмас, аксинча, унинг декоратив қўриниши, эстетик жиҳатдан аъло тарзда, шу сабабли деталларнинг сифат даражасини ошириши билан бирга унинг кўриниши ҳам яхшиланади.

*Калит сўзлар:* хромли қоплама, электролиз, эритма ва катод, қаттиқлик, микроқаттиқлик, қоплама.

**INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF A CHROMIUM-BASED COMPOSITE COATING****Mardonov B.T., Oripov Z.B., Ashurov X.X.***Navoi State Mining Institute*

**Annotation:** *Chrome plating is used in many areas of industry, mechanical engineering, for details of steam power equipment, steam-water fittings, valves, branch pipe valves, and even details that work for wear in brutal environments. This process is resorted to at car service stations for painting the body of a car and applying a layer on the iron planes of bikes and other vehicles. This coating is not only convenient, but also beautiful, as a result of this, it is used both for decorative purposes, for example, and to increase the quality of the processed metal.*

**Key words:** *chrome plating, electrolysis, the solution and the cathode, hardness, microhardness, coating.*

В практике электролитического осаждения хрома процесс электролиза осуществляется из раствора  $H_2C_2O_4$ . При этом процессе протекает реакция восстановления ионов водорода. Осаждения хрома протекает только в присутствии аниона  $SO_4^{2-}$ . При этом максимальное значение выхода хрома по току имеет место при соотношении 100:1 между  $H_2C_2O_4$  и анионом  $SO_4^{2-}$  и не превышает 12-13%.

При включении тока в первый период электролиза на поверхности катода формируется катодная пленка. Катодная пленка имеет коллоидную природу. Её состав существенно отличается от состава электролита. Она содержит 65-67%  $C_2^{6+}$ , 22-23%  $C_2^{3+}$  и 10-12% ионов  $SO_4^{2-}$  [1, 2].

Катодная пленка выполняет в процессе осаждения следующие функции:

- вызывает сдвиг потенциала до значений, при которых протекает процесс восстановления  $H_2C_2O_4$ ;
- является своеобразным барьером, отделяющим промежуточные продукты восстановления  $H_2C_2O_4$  от основной массы электролита, обладающего высокой окислительной способностью;
- определяет процесс электро-кристаллизации и формирование структуры хрома, обеспечивая получение твёрдых покрытий.

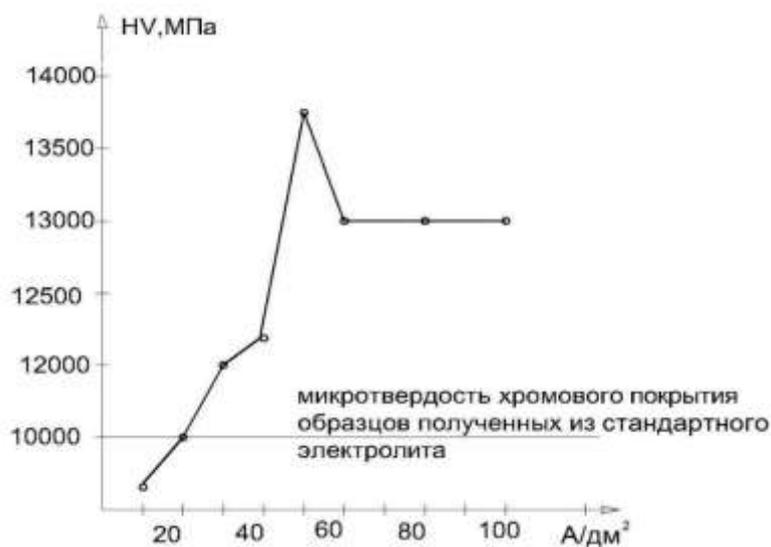
Толщина катодной пленки увеличивается с увеличением концентрации постороннего аниона, то есть в присутствии ионов  $SO_4^{2-}$  в растворе  $H_2C_2O_4$  резко усиливает её агрессивность по отношению к ряду металлов.

Промышленные хромовые покрытия имеют высокие декоративные качества, химическую стойкость, низкий коэффициент трения (0,05-0,16), высокую твердость HV 750-1200 и высокую износостойкость по сравнению со сталью до 20 раз. В зависимости от условий электролиза различают три типа хромовых покрытий: серые, обладающие низкими физико-химическими свойствами; блестящие, отличающимися высокими значениями твердости и износостойкости; молочные, наименее пористые и наиболее пластичные. Наибольший технико-экономический эффект достигается при применении износостойкого и коррозионно-стойкого хромирования.

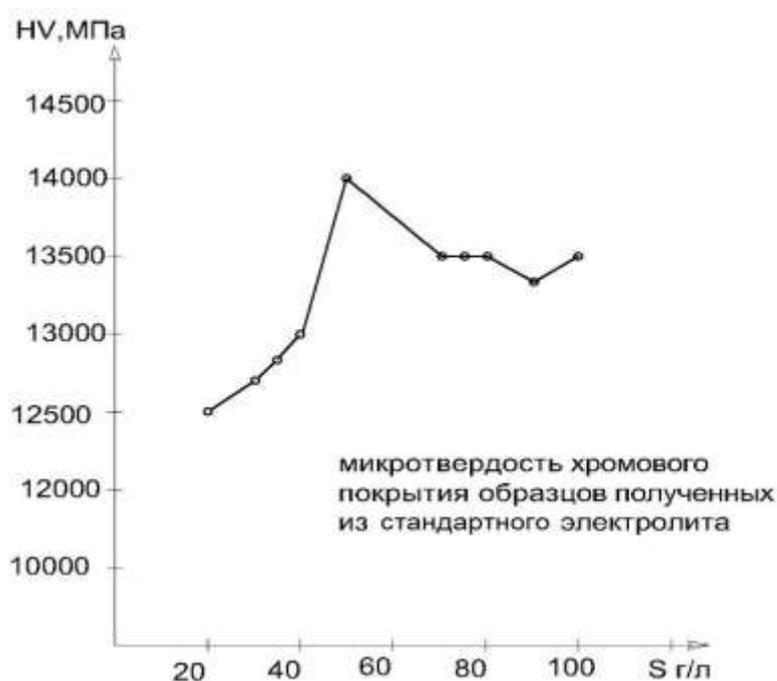
В период подготовки исследуемых образцов плунжеров к покрытию проводилось ряд подготовительных операций. Сначала проводили анодную активацию плунжеров при плотности тока 25-40 А/дм<sup>2</sup> в специфической отдельной ванне содержащий электролит стандартного состава. В течении 1-2 минут после анодной активации образцы и детали загружаются в основную ванну хромирования с температурой 50± 3°C и выдерживаются в ней 1-2 минуту с целью прогрева деталей до температуры 50°C затем проводится процесс декапирования аналогично процессу анодной поляризации 30-60 секунд. После процесса декапирования, начинается основной процесс с резкого повышение плотности тока (толчок тока), которой в 2-3 раза превышает нормальную рабочую величину плотности тока. Как правило, режим хромирования для получения покрытий на различных деталях выбирают в области тех сочетаний плотности тока и температуры, в которой получают блестящие осадки:  $J_k=20\div 60$  А/дм<sup>2</sup>;  $t=40\div 60$ °C.

Точность поддержания плотности тока должна составлять  $\pm 5\%$  заданной величины. Точность поддержания температуры должна быть в пределах  $\pm 2^\circ\text{C}$  [34].

Учитывая всё выше изложенное нами были проведены исследования по влиянию плотности тока, концентрации дисперсных частиц окиси алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) на микротвёрдость композиционного слоя. Микротвёрдость определяет сопротивление покрытия износу. Для исследования использовался стандартный электролит хромирования при температуре  $50\pm 2^\circ\text{C}$  (рис.1–2). Результаты эксперимента показали, что максимум микротвёрдости композиционного слоя HV13800-14000МПа достигается при содержании в электролите окиси алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) в районе 50-55 при плотности тока 55  $\text{A}/\text{дм}^2$ .



**Рис.1.** Влияние плотности тока на микротвёрдость композиционного хромого покрытия, содержание дисперсных частиц ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) г/л. Температура осаждения  $50^\circ\text{C}$



**Рис.2.** Влияние содержания дисперсных частиц ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) на микротвёрдость композиционного хромого покрытия. Температура осаждения  $50^\circ\text{C}$

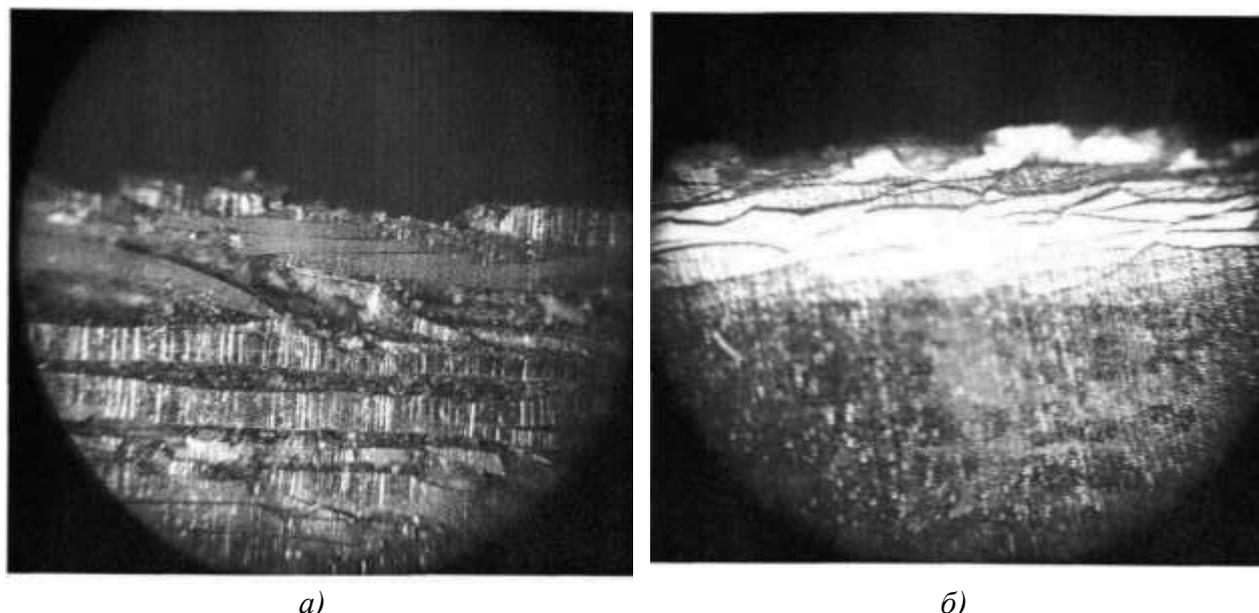
Электролитический хром отличается мелкокристаллической структурой с размерами кристалла 0,001-0,01 мкм. Осадки хрома характеризуются слоистостью и образованием на поверхности характерных наростов, которые наблюдаются при осаждении толстых покрытий 50 мкм и выше [4, 5].

При блестящем хромировании образуется хром с объёмно-централизованной кубической решеткой с параметром элементарной ячейки,  $a = 2,878 \text{ \AA}$  и плотностью  $7,1 \text{ г/см}^3$  [5, 6]

Электролитический осажденный хром содержит в среднем 0,04 – 0,5%  $\text{H}_2$  и до 0,2 – 0,5%  $\text{O}_2$ , а также незначительное количество  $\text{N}_2$ . Водород находится в покрытии в составе гидрида и в растворенном состоянии. Кислород попадает в осадок при захвате частиц катодной пленки, содержащих  $\text{C}_2\text{O}_3$ . Содержание  $\text{N}_2$  является основной причиной хрупкости хромовых покрытий. В связи с выше изложенным необходимой операцией является термическая обработка после хромирования. Установлено [2, 3], что основная масса газов выделяется при температуре  $200^\circ\text{C}$ . Кроме этого в процессе электроосаждения в хромовых покрытиях возникают напряжение растяжения. Причина возникновения этих напряжений – структурные превращения, вызывающие сокращение объема осадка при переходе нестабильной гексагональной структуры в объёмно-центрированную кубическую [5, 6]. Эти напряжения также снимаются термообработкой.

Учитывая всё выше изложенное были проведены замеры параметров шероховатости  $R_a$  чисто хромового покрытия и композиционного в дисперсные частицы оксид алюминия. Результаты показали, что параметр шероховатости  $R_a$  чисто хромового покрытия составляет 0,12 мкм, а композиционного 0,25 мкм. Таким образом внедрение частиц окиси алюминия создают профиль с большей шероховатостью, чем чисто хромовое покрытие.

Кроме этого были проведены испытания на прочность сцепления покрытий с основным металлом (рис.3). Испытание проводили путем изгиба плоского образца с покрытиями. Из этого рисунка видно, что у чистого хромового покрытия в результате изгиба образуются широкие трещины и происходит отслаивание хрома от основного металла.



**Рис. 3. Поверхности хрома после испытания на прочность сцепления (x 80):**  
*а – чистое хромовое покрытие, б – КГП на основе хрома*

У композиционного хромового покрытия имеется мелкая сетка трещин и отслаивание от основного металла не происходит, то есть мелкая сетка трещин указывает на то, что внутренние напряжения в композиционном хромовом покрытии гораздо ниже, чем чисто

хромового покрытия. Металлографические исследования показали (рис. 3), что на поверхности чисто хромового покрытия имеется сетка трещин, что является обычным явлением у хромовых покрытий.

У композиционного хромового покрытия отсутствует сетка трещин, что должно способствовать коррозионной стойкости покрытия. Частицы окиси алюминия в покрытии распределяется равномерно, что способствует получению более плотной структуры и снижению внутренних растягивающих напряжений.

#### **Выводы**

1. Введение в состав стандартного хромового электролита дисперсной частной окиси алюминия приводит к увеличению твердости покрытия до HV 14000.
2. Покрытие из чистого хрома при испытаниях на изгиб расстреливается с образованием широких трещин, а покрытие хрома с дисперсными частицами окиси алюминия при этих же испытаниях образует мелкую сетку трещин.

Таким образом можно сделать вывод, что прочность сцепления хромового покрытия с дисперсными частицами окиси алюминия имеет более высокую прочность сцепления с металлом, чем чисто хромовое покрытие.

#### **Список литературы**

1. Гальванические покрытия в машиностроении: справочник: в 2т./ под ред. М.А. Шлугера. М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 240с.
2. Ямпольский А.М. Краткий справочник гальванотехника / А.М. Ямпольский, В.А. Ильин. – Л.: Машиностроение, 1981. - 268с.
3. Филатов В.И. Композиционные электроосаждаемые материалы / В.И. Филатов. – Кишинев.: Машиностроение, 1976. - 76с.
4. Бородин И.Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями / И.Н. Бородин. – М.: Машиностроение, 1982. - 141с.
5. Гурьянов Г.В. Электроосаждение износостойких композиций / Г.В. Гурьянов. – Кишинев.: Штинца, 1985. - 238с.
6. Prince I.D. Trans Ammer Elektrochem sos. / I.D. Prince G.G. Fink. – 2009. 54. – 315р.

*Мардонов Бахтиёр Тешаевич – профессор кафедры “Технология машиностроения” Навоийского государственного горного института.*

*Тел.: +998913098777 (с). E-mail: [@mail.ru](mailto:)*

*Орипов Зайниддин Баходирович – ассистент кафедры “Технология машиностроения” Навоийского государственного горного института.*

*Тел.: +998936859909 (с). E-mail: [zayniddin.oripov.89@mail.ru](mailto:zayniddin.oripov.89@mail.ru)*

*Ашуров Хисрав Хуриид угли – ассистент кафедры “Технология машиностроения” Навоийского государственного горного института. Тел.: +998905010411 (с).*

*E-mail: [kh\\_ashurov@mail.ru](mailto:kh_ashurov@mail.ru)*