

ISSN 2091-5527  
№ 1/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Набиев М.Н., Беглов Б.М., Здукоc А.Т. Конденсированные фосфаты и удобрения на их основе (Удобрения, т. III). – Ташкент, 1974. 240 с.
2. Улугбердиева З., Хужамбердиев Ш., Мирзакулов Х. Исследование процесса получения полифосфатов аммония на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральныx Кызылкумов. Журнал «Вестник НУУз». Ташкент-2024. №5. -С. 456-459.
3. Zhang T., Tao Y., Zhou F., Sheng H., Qiu S., Ma C., Hu Y. Synthesis of a novel hyperbranched phosphorus-containing polyurethane as char forming agent combined with ammonium polyphosphate for reducing fire hazard of polypropylene. Polym. Degrad. Stabil. 2019, 165, pp. 207-219.
4. Ma C.J., Xiao Y., Puig-Bargués J., Shukla M.K., Tang X.L., Hou P., Li Y.K. Using phosphate fertilizer to reduce emitter clogging of drip fertigation process with high salinity water. J. Environ. Manage. 2020, 263, 110366 10.1016/j.jenvman.2020.110366.

**Xujamberdiyev Sherzod Musurmanovich** - *Toshkent kimyo-texnologiya instituti doktoranti, f.d.(PhD) t.f.*  
**Arifdjanova Kamola Sayfullayevna** - *Toshkent kimyo-texnologiya instituti dotsenti, t.f.d.(DSc)*  
**Mirzaqulov Xoltura Choriyevich** - *Toshkent kimyo-texnologiya instituti huzuridagi «Pedagogik kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish» tarmoq markazi direktori, t.f.d., professor*

УДК 621.791.35: 539.3. 661.2

## ПОЛИМЕР МАКРОИОНЛАРИНИНГ ГРАДИЕНТЛИ ВА ЭЛЕКТР МАЙДОНИ ТАЪСИРИДА СИЛЖИШИ

Хаккулов Ж.М., Темиров З.Ш., Бурхонова Ш.Б.

*М. Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, e-mail: jmkhakkulov@mail.ru*

**Аннотация.** Тадқиқотда электр майдони таъсирида эритмалардаги хитозан ва фиброин намуналарининг силжиши ва электрохимий қайтарилиш жараёнлари таҳлил қилинди. Ионли полимерлар, жумладан, макроионлар билан ўзаро таъсирга алоҳида эътибор қаратилиб, ушбу материаллар асосида турли қалинликдаги қопламалар ҳосил қилиш имкониятлари баҳоланди. Тадқиқотларни амалга оширишда реологик ва электролиз усуллари қўлланилган.

**Калит сўзлар.** макроион, градиентли майдон, электролиз, эффектив ковшоқлик

**Кириш.** Ионоген полимерлар бу табиий ёки сунъий полимерлар бўлиб, уларнинг молекуляр тузилишида ионлашувчан гуруҳлар мавжуд [1]. Бу гуруҳлар кислота ёки асос ҳолатида бўлиши мумкин ва улар ион алмашинув, зарядли қопламалар ҳосил қилиш ёки электр хосилотларини бошқариш каби жараёнларда муҳим роль ўйнайди [2].

Полимер макроионларнинг электр майдони таъсирида эритмаларда силжиши ҳақида физик-химий қонуниятлар асосида шуни айтиш мумкинки, полимер макромолекулаларининг зарядланган компонентлари электр майдонида ҳаракатланишини ўрганадиган жараёнлар [3]. Бу жараён ионларнинг тарқалиши, миграцияси, ҳамда эритмадаги фазавий ва молекуляр ўзгаришларни таҳлил қилиш учун муҳим аҳамиятга эга [4].

Ионоген биополимерлар замонавий технологияларда муҳим ўрин тутди, чунки уларнинг ионлашувчан хусусиятлари турли соҳаларда кенг қўлланиш имкониятини беради [5]. Полимер макроионларнинг электр майдонидаги силжиши, уларнинг заряд, масса ва муҳит шароитига қараб, турли хил

хусусиятларни намоён этади. Бу жараён турли тадқиқот ва саноат соҳаларида инновацион маҳсулотлар яратиш учун кенг қўлланилади. Сўнги пайтларда биополимерларнинг анъанавий пластик полимерларга нисбатан афзалликлари [6] мисли қўрилмаган, агар улар функционалликни оширадиган ва инсон ҳаёти учун қўшимча фойда келтирадиган ҳолатларда қўлланилмоқда [7].

Илмий тадқиқотларда аҳамияти электрохимик қопламалар полимер макроионларнинг силжиши юзларда бирхил қопламалар ҳосил қилиш учун қўлланилади [4]. Биомедицинада электрофорез жараёни турли хил зарядланган биомолекулаларни аниқлаш ва ажратиш учун ишлатилади. Полимер макроионларнинг ҳаракат хусусиятларини ўрганиш электроактив материаллар яратишда муҳимдир.

*М. Agarwal* ва бошқалар ўзларининг илмий ишларида макроионларнинг электр майдонидаги силжишини бошқариш дори ташувчи полимерлар ва сенсорлар ишлаб чиқишда қўлланиши [8] ҳақида келтириб ўтганлар.

Хитозан ушбу тадқиқот объект намумаси табиий ипак курти *Bombyx mori* [9] ғумбагининг хитинини 50 % NaOH да 120 °C деацетиллаш орқали олинган, у тор полидисперслик кўрсаткичи ( $P = 1,25$ ) ва юқори деацетилланиш даражаси ( $СДА = 0,75$ ) эгадир [10].

Фиброин яъни ипак курти безлари фиброин қисмида ~ 30 % -сувли эритма (секрет) кўринишида ишлаб чиқарилади. Шунинг учун синтез қилинган фиброинни дастлаб сув ўраб олган бўлади. Фиброин пептид тузилишга эга бўлишининг исботи 1902 йилда Фишер томонидан олинган [11].

**Тадқиқот усуллари. Реологик усул-** тадқиқотлар 1-расмда чизмаси келтирилган “конус-сирт” типдаги ячеякада ўтказилди. Унда конус-роторнинг (1) айланиши сиртдаги (2) суюқликни (3) силжитма ҳаракатга келтиради. Бунда термостат (4) ёрдамида тадқиқотларни турли ҳароратларда ўтказиш мумкин. Конус-роторни айланиш частотасининг ( $\omega$ ) кенг диапазонда турли силжиш тезлигига ( $\gamma$ ) эга градиентли майдон ҳосил қилиш имконияти мавжуд ва унда силжиш тезлиги куйидагича аниқланади:

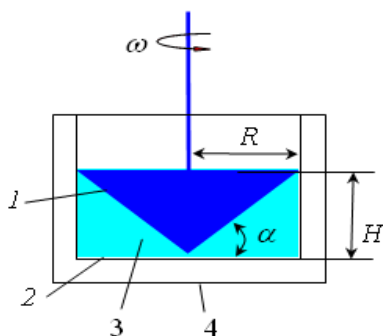
$$\gamma = \omega / \alpha \quad (1)$$

бу ерда  $\alpha = R / H$  – конус радиуси (R) ва баландлиги (H) ўртасидаги бурчак. Тадқиқотларда ушбу бурчак  $\alpha = 15^\circ$  ни ташкил этган.

Бунда конус-роторнинг (1) айланиши махсус электромотор ёрдамида маълум бир электр кучланиши берилган ҳолда айлантиради ва айланишлар сони ( $\nu$ ) вақт давомида ( $\tau$ ) ўлчаниб, айланиш частотаси  $\omega = \nu / \tau$  ҳисобланади. Силжиш кучланиши ( $\sigma$ ) куйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\sigma = (3 / 2) (M_k / \pi R^3) \quad (2)$$

бу ерда  $M_k$  - айланиш (буралиш) моменти, куч елкаси ва айланишни вужудга келтираётган механик куч асосида аниқланади;  $\pi = 3,14$  деб олинади.



### 1-расм. Реометрнинг “конус-сирт” типдаги ячеякаси чизмаси

Ньютон қонунига мувофиқ куйи молекуляр бирикмалар суюқликлари учун ички ишқаланиш коэффициентини, яъни қовушоқлик  $\eta = \sigma / \gamma$  эканлиги маълум, аммо полимер суюқликлар (суюлтма, эритма, аралашма, гел ва ҳ.к) (3) оқимида макромолекулалар конформацион ўзгаришлари туфайли ички ишқаланиш коэффициентини  $\eta \neq const$  доимий бўлмайди ва ноньютон оқим вужудга келтиради. Бундай ҳолатларда қовушоқлик ( $\eta$ ) эффектив қовушоқлик ( $\eta_{эфф}$ ), яъни  $\eta = \eta_{эфф}$  деб қаралади. Силжиш тезлигининг ( $\gamma$ ) силжиш кучланишига ( $\sigma$ ) боғланиш графигидан суюқликнинг оқиш чегараси ( $\sigma_{очк}$ ) ва макромолекулаларнинг конформацион ўзгаришларини ифодаловчи ноньютон оқим параметрлари аниқланади.

Ўлчашларни турли ҳароратларда амалга оширилиши Френкель-Эйринг [12] формуласи (3) асосида қовушоқ оқим фаоллик энергияси ( $E_a$ ) аниқлаш имконини беради.

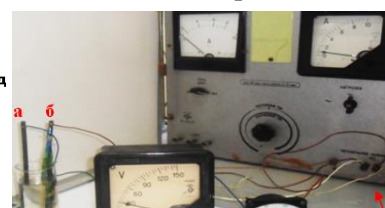
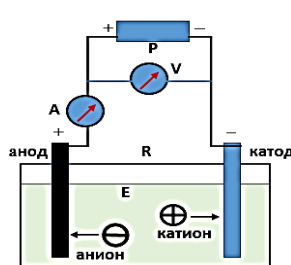
$$\ln \eta_{эфф} = \ln \eta = \ln A + E_a / RT \quad (3)$$

бу ерда  $A$  – экспонента коэффициенти;  $R$  - универсал газ доимийси;  $\ln \eta_{эфф} = \ln \eta$  бўлиши учун полуэмпирик тарзда  $\sigma \rightarrow 0$  ёки  $\gamma \rightarrow 0$  шarti бажарилиши керак.

**Электролиз усули-** полиэлектролитларда макроионларни доимий электр токи кучи ( $I$ ) таъсирида анион ва катион сифатида электродлар анод ва катод томон силжиши, анод сиртида электрохимёвий оксидланиш ёки катод сиртида тикланиш реакциясини амалга ошириши ва бунинг натижасида сиртда юпка қатламли қоплама ҳосил бўлишига асослангандир. Умумий ҳолда электролиз жараёни Фарадей қонуни [13] бўйича, яъни қопламанинг массаси ( $m$ ) ток кучи ( $I$ ) ва электролиз вақтига ( $t$ ) пропорционал тарзда ифодаланади, яъни

$$m = kIt \quad (4)$$

бу ерда  $k$  – электрохимёвий



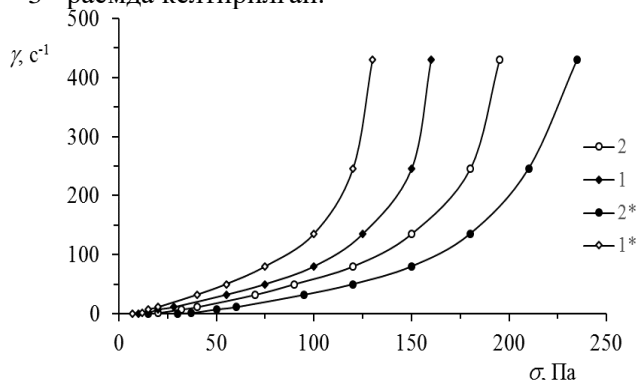
2-расм. Электролиз усулининг принцинал чизмаси ва қурилмаси

ионоген гуруҳ тавсифидир.

Электролиз усулининг принципиал чизмаси ва уни амалга оширишнинг оддий лаборатория қурилмаси 2-расмда келтирилган. Қурилма ток манбаи (P), вольтметр (V), амперметр (A), электролиз ячейкаси (R) иборатдир. Ячейкада электролит ёки полиэлектролит солинса ва улардаги ионлар ёки макроионлар манфий ва мусбат зарядларига боғлиқ равишда анион ва катион сифатида намоён бўлади ҳамда электр токи таъсири остида анод (а) ва катодга (б) томон силжийди.

**Олинган натижалар.** Полиэлектролитларга ташқи кучлар, жумладан, механик ёки электр кучланишлар таъсир этганда, градиентли майдонлар вужудга келади ва бу майдонларнинг куч чизиклари бўйлаб макроионлар силжийди. Қуйида хитозан ва фиброинларнинг макроионлар сифатида механик ва электр кучлар таъсирида вужудга келган градиентли майдонларидаги силжиш қонуниятини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари муҳокама қилинади.

**Механик кучлар таъсирида** макроионларнинг градиентли майдонда силжиш хоссаларини ўрганиш бўйича тадқиқотлар реометр қурилмасининг “конус-сирт” типидagi ячейкасида ўтказилди. Бунда Хаггинс қонуни асосида ўтказилган вискозиметрик тадқиқотлар натижаларидан келиб чиқиб, Дебай критерияси  $C[\eta] \leq 0,5$  бўйича хитозанни  $\text{CH}_3\text{COOH}$  да ва фиброиннинг  $\text{HCOOH}:\text{H}_2\text{O}$  (1:1) да суюлтирилган, яъни концентрацияси  $C = 0,25$  г/дл бўлган, оқимда макромолекулаларни тўқнашиб кетмайдиган эритмалари тайёрланди. Ушбу эритмаларнинг 25 °C ва 50 °C да ўтказилган реологик тадқиқотлари натижалари 3 - расмда келтирилган.

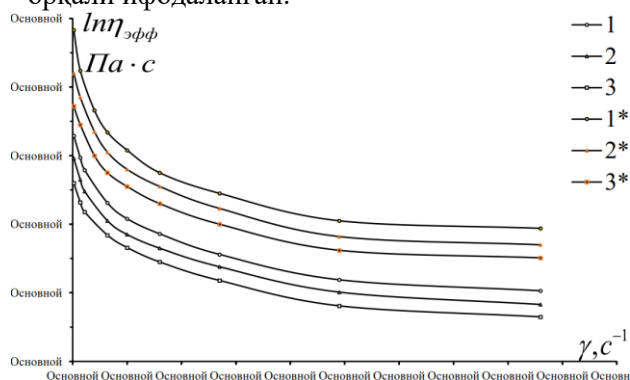


3-расм. Силжиш тезлигини ( $\gamma$ ) силжиш

кучланишига ( $\sigma$ ) боғланиши:

- 1-ХЗ+2%  $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}$  (25°C);
- 1\*- ХЗ+2%  $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}$  (50°C)
- 2\*- ФБ+НСООН: $\text{H}_2\text{O}$  (1:1) (25°C);
- 1\*- ФБ+НСООН: $\text{H}_2\text{O}$  (1:1) (50°C)

Графиклардан силжиш кучланиши ошиб бориши билан силжиш тезлиги эгри чизикли боғланишда ошиб бориши, яъни эритмаларни ноньютон суюқликларга хос оқим намоён қилиши кўриниб турибди. Бунга сабаб оқимда макромолекулаларни айланма ва илгариланма ҳаракати туфайли конформацион ҳолатини ўзгаришилик. Аммо бундай ўзгаришлар силжиш кучланишининг маълум миқдорларидан кейин бошланиши кузатиладиган ва унинг асосида оқимни бошланишига тўғри келадиган чегаравий оқим кучланиши  $\sigma_{оқ}$ , яъни оқувчанлик чегараси аниқланган. Графикдан кўриниб турибдики, ҳароратнинг ошиб бориши билан боғланиш эгри чизиклари ва чегаравий оқим кучланиши миқдорлари силжиш кучланишининг кичик миқдорлари соҳасига силжийди. Бу ҳолат иссиқлик таъсири остида тебранма ҳаракатларнинг ошиши ҳисобига макромолекулалараро ўзаро таъсирлашишларни сусайиши туфайли оқувчанликнинг ошиши билан боғлиқдир. Шунингдек, ҳароратнинг ошишини эффектив қовушоқликни ( $\ln\eta_{эфф}$ ) пасайишига олиб келиши 4-расмдаги реограмма орқали ифодаланган.



4-расм. Турли ҳароратларда эффектив қовушоқликни ( $\ln\eta_{эфф}$ ) силжиш тезлигига

( $\gamma$ ) боғланиш реограммаси:

- ХЗ+НСООН: $\text{H}_2\text{O}$  -1-25°C; 2-40°C; 3-50°C;
- ФБ+НСООН: $\text{H}_2\text{O}$ (1:1) -1\*-25°C; 2\*-40°C; 3\*-50°C

Реограммаларнинг бундай кўриниши ноньютон оқимга хос бўлиб, улар оқимда макромолекулаларни деформацион тартибланишидан далолат беради. Ҳароратнинг ошиши билан реограммаларни қовушоқликнинг қуйи миқдорлари томон силжиши, макромолекулалараро ўзаро таъсирлашишларни сусайишини кўрсатади. Шунингдек, чегаравий оқим кучланиши соҳасида, яъни силжиш тезлигининг ( $\gamma \rightarrow 0$ ) минимал қийматида эффектив қовушоқлик миқдори ҳам ҳароратнинг ошиши билан пасайган.

Бундай ҳолат силжиш тезлигининг  $\gamma > 400c^{-1}$  соҳасида эффектив ковушоқликнинг ўзгариши минималлашган, яъни ноньютон оқим ньютон оқимга яқишлашган ҳолда ҳам сақланиб қолган.

Буни моҳиятини таҳлил қилиш учун Френкель-Эйринг формуласи (3) асосида эффектив ковушоқликнинг ўзгаришини  $(\ln \eta_{эфф})_1 - (\ln \eta_{эфф})_2$  хароратлар  $(1/T)_1 - (1/T)_2$  ўзгаришига нисбати тангенс бурчагидан  $tg \alpha = E_a/R$  микдори ва ундан ковушоқ оқим фаоллик энергияси  $E_a = Rtg \alpha$  аниқланди:

- Хитозан  $\gamma \rightarrow 0$  бўлганда  $E_a = 28,67$  кДж/моль

$\gamma > 400c^{-1}$  бўлганда  $E_a = 15,78$  кДж/моль

- Фиброин  $\gamma \rightarrow 0$  бўлганда  $E_a = 46,12$  кДж/моль

$\gamma > 400c^{-1}$  бўлганда  $E_a = 17,86$  кДж/моль

Ковушоқ оқим фаоллик энергияси микдорлари водород боғлари энергиясига яқин ва бу ҳолат макромолекулалар оқимда силжиганда улар орасидаги кучсиз боғлар, яъни водород боғлар ёки водород боғлари энергиясига тенг бўлган энергетик ўзаро таъсирлашишлар парчаланди. Демак, макромолекула билан жиддий ўзгаришлардан руй бермайди.

**Электр кучлари таъсирида** суюқликдаги ионлар ва макроионларни кутблар (электродлар) томон силжиши, уларнинг мусбат ва манфий валентлигига ( $z_i$ ), радиуслари ( $r_i$ ) ўлчамига, заряди ( $q_i$ ) ва зарядлар сонига ( $n_i$ ), электр майдон кучланганлигига ( $E$ ), хароратига ( $T$ ) ва ковушоқлигига ( $\eta$ ) боғлиқдир. Ионларни, шунингдек, макроионларни электр майдонида силжиш тезланиши электр кучининг ( $F_{эл}$ ) ишқаланиш кучига ( $F_{ишқ}$ ) тенглашгунича давом этади, яъни  $F_{эл} \approx F_{ишқ}$ . Ушбу кучлар куйидагича ифодаланади:

Электр кучи

$$F_{эл} = z_i e E \quad (4)$$

Стокс кучи

$$F_{ишқ} = 6\pi\eta r_i u_i \quad (5)$$

бу ерда  $e$  – электрон заряди;  $\eta$

□□□□ мухит ковушоқлиги;  $u_i$  - ион харакатланиши (силжиши) тезлиги. Бундан

$$6\pi\eta r_i u_i = z_i e E \quad (6)$$

Ушбу (6) тенгликни иккала томонини  $E/F$  га бўлсак ҳамда мусбат ва манфий зарядлар сони тенг бўлганда  $E = I$  бўлишини инобатга олсак, унда  $u_i/E$  нисбат  $u_i$  деб олинади. Натижада куйидаги ифода келиб чиқади:

$$6\pi\eta r_i (u_i F) = z_i e F \quad (7)$$

бу ерда  $F$  – Фарадей сони бўлиб, электролиз иккинчи қонунидан аниқланади.  $u_i F$  кўпайтма ионлар харакатчанлигини, яъни силжишини ( $\lambda_i$ ) ифодалайди:

$$\lambda_i = (z_i e F) / 6\pi\eta r_i \quad (8)$$

Ушбу (8) ифода ионларнинг силжишини ( $\lambda_i$ ) мухит ковушоқлиги ( $\eta$ ) ва ионлар радиусига ( $r_i$ ) тескари пропорционал эканлигини кўрсатади. Электр майдонида ионлар силжишида уларнинг радиусларини ўзгармаслигини инобатга олсак, унда ионларнинг силжиши ковушоқликни функциясига айланади. Макроионларнинг эффектив радиус билан эътироф этилишини ва электр майдонида силжиганда конформациясини ўзгартириши мумкинлиги инобатга олсак, унда макроионларнинг силжиши ( $\lambda_i$ ) эритма ковушоқлиги ( $\eta$ ) ва макроионлар конформацион ҳолатини ўзгаришини ифодаловчи эффектив радиус микдорига ( $r_i$ ) боғлиқ бўлади.

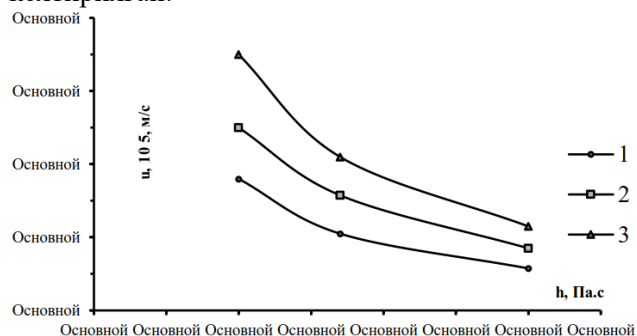
Ньютон қонунига ( $\eta = \sigma / \gamma$ ) биноан ковушоқликни, яъни ички ишқаланишни ( $\eta$ ) силжиш кучланишини ( $\sigma$ ) тезлик градиентига ( $\gamma$ ) нисбати билан ифодаланиши инобатга олсак, унда электр майдонида ҳам ионлар ва макроионлар градиентли майдонда харакатланиши руй беради. Бу ҳолат куйдагича ҳам изоҳланади, яъни эритмада ионлар, шунингдек, макроионлар электродга нисбатан турли хил масофаларда туради. Электродлар доимий ток манбаига уланиши билан анионлар анодга ва катионлар катодга томон силжий бошлайди. Бунда турли куч чизикларига эга градиентли майдон шаклланади ва унинг жадаллиги электр токи ( $I$ ) кучига боғлиқ бўлади.

Бундай натижага ток кучини 8 баробар оширилганда ( $I = 8$  мА) хитозан эритмаси учун 4,5 марта (4 соатда) ва фиброин эритмаси учун 4,2 марта (6 соатда) кам вақт сарфланган ҳолда эришилган. Бу натижалар Фарадей қонунига мос равишда ток кучини ошиши билан макроионларни электродлар томон жадал тарзда силжиши ва етиб келиб қоплашини кўрсатади.

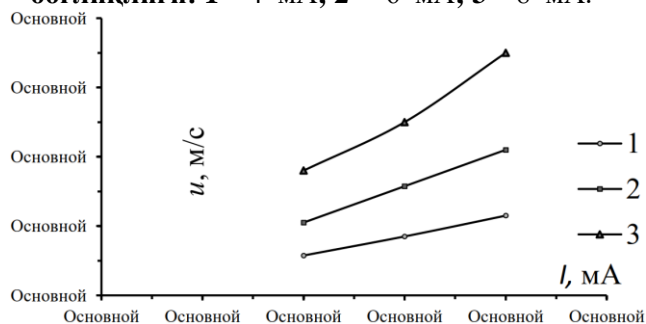
Фиброин макроионларининг электр майдонида силжишини, яъни харакатланиш тезлигини ( $u$ ) ток кучи ( $I$ ) ва эритманинг ковушоқлигига ( $\eta$ ) боғлиқлиги (9) формулага биноан ўтказилган ҳисоблашлар асосида таҳлил қилинди.

$$u_x = q / 6\pi\eta R_i \quad (9)$$

бу ерда  $q = It$ ;  $R_i$ - макроион радиуси  $\langle R^2 \rangle^{0,5} = 1/6 \langle h^2_{zv} \rangle^{1/2}$  ва унда  $\langle h^2 \rangle = NA^2$  ифода асосида аниқланди.  $N$  - сегментлар сони,  $A$  - сегмент узунлиги,  $h$  - макромолекула учлари орасидаги масофа. Ушбу ишда фиброин макромолекуласи учун  $N= 10$ ,  $A= 106$  нм деб олинди. Ҳисоблаш натижалари 5 ва 6-расмларда келтирилган.



5 – расм. Турли электр токи ( $I$ ) таъсирида фиброин макроионларининг ҳаракатланиш тезлигини ( $u$ ) эритма қовушоқлигига ( $\eta$ ) боғлиқлиги: 1 – 4 мА; 2 – 6 мА; 3 – 8 мА.



6 – расм. Турли қовушоқликли ( $\eta$ ) эритмаларда фиброин макроионларининг

ҳаракатланиш тезлигини ( $u$ ) электр токига ( $I$ ) боғлиқлиги: 1-30 Па.с; 2–17 Па.с; 3-10 Па.с.

Электр майдонида ток кучини ошиши макроионларнинг ҳаракатланишини тезлашишига ва аксинча қовушоқликнинг ошиб бориши макроионлар тезлигини чизиқли тарзда пасайишига олиб келиши аниқланган. Бунинг асосида фиброин эритмасининг турли концентрацияларида макроионларнинг электр майдонида силжиши ва ҳаракатланиш тезлиги кўрсатиб берилган.

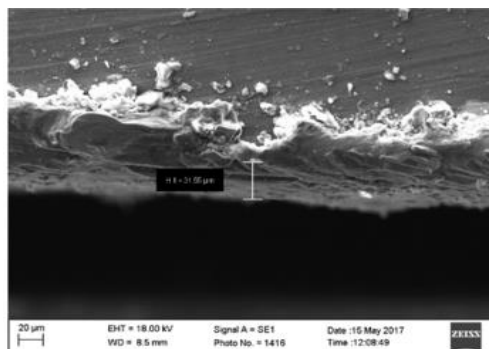
**Макроионларни электрод сиртида электрохимёвий тикланиши** хитозан ва фиброин макроионларини металл ионлар сингари электрод сиртида электрохимёвий тикланиши Фарадей қонунига ( $m = kIt$ ) биноан амалга ошади. Макроионларнинг электродларга самарали силжиб бориш имкониятлари инобатга олиб, биополимерларнинг суюлтирилган  $C = 0,25$  г/дл эритмаларида тажрибалар ўтказилди. Электролиз жараёни ток кучининг  $I = 1$  мА,  $I = 4$  мА ва  $I = 8$  мА бўлганда 10 соат давомида олиб борилди. Электролиз вақти тугагач электр майдони таъсирида электродларга етиб келган ва тикланмаган макроионларни қайта эриб кетиши учун электродлар ячеякада яна 5 соат давомида ушлаб турилди. Сўнг электродлар ячеякадан олиниб, хона ҳароратида қуритилди ҳамда электролиздан олдинги ( $m_1$ ) ва кейинги ( $m_2$ ) массалари аналитик тарозидида  $\pm 0,0001$  г аниқликда ўлчаниб, улар орасидаги фарқлар  $\Delta m = m_2 - m_1$  топилди. Натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Макроионларнинг электролиз сиртида тикланиш натижалари

Намуна	Мис пластинка -электрод			Титан пластика – электрод		
	1 мА	4 мА	8 мА	1 мА	4 мА	8 мА
ХЗ массаси, $\Delta m$ , г	-	0,091	0,102	-	0,082	0,098
ФБ массаси, $\Delta m$ , г	-	0,092	0,105	-	0,084	0,102

Ток кучининг миқдори 1 мА бўлганда  $\Delta m$  нинг миқдори ўлчаш хатоликлари диапазонида эканлиги аниқланди. Макроионлар ва ионларни биргаликда электрохимёвий тикланиши 7 - расмда келтирилган SEM тасвирларида ҳам кўриш мумкин.



7-расм. Металл сиртида макроионлар тикланишининг SEM тасвири.

Ток кучининг 4 мА ва 8 мА бўлганда электродлар сиртида макроионлар тикланганлиги ва улар миқдори эритмадаги

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Негматов С.С., Икрамова М.Э., Аликулова Х.А. Стандарт намуналарни таққослаш, тажрибаларни режалаштириш ва ўлчашларни таъминлашнинг илмий ечимлари .....	3
Djumag'ulov Sh.X., Xamidov A.M., Boyqobilov D.B., Ro'zimuradov O.N., Todjiyev J.N. Elektrolit tarkibidagi suv va ftorid tarkibining o'zgarishi TiO <sub>2</sub> nanotrubkalari morfologiyasiga ta'siri .....	6
Жанабаев О.О., Эминов А.М., Калбаев Б.А. Учқудук каолинининг физик-кимёвий хоссалари ва керамик материаллар ишлаб чиқаришда қўллаш истикболлари .....	9
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Ekstraksiyon fosfor kislotasi va karbamid asosida ammoniy polifosfat olish jarayoni .....	13
Хаққулов Ж.М., Темиров З.Ш., Бурхонова Ш.Б. Полимер макроионларининг градиентли ва электр майдони таъсирида силжиши .....	16
Юсупов Ф.М., Юсупов С.К., Мирзаев З.А., Нуриддинова Д.З., Темиров Ф.Б. Изучение влияния температуры на процессы сульфирования низкомолекулярных полиэтиленовых отходов .....	21
Kurbanbayeva S.A., Ikramov A., Turabdjanov S.M., Qodirov O.Sh., Kadirov X.I. Study of the composition of the "TAR-product" and the separation of asphaltene homologues .....	24
Касымова М.Н, Негматова К.С. Исследование процесса образования металлокомплексов в структуре хлопкового волокна и разработка оптимальных составов композиций для крашения текстильных материалов .....	30
Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Рихсходжаева Г.Р., Икрамова М.Э., Кенжаев Н.А. Исследование химического состава и физико-химических свойств минерализованных пластовых вод Бердах, Сауле, АРАЛ, Сургиль и Балканских нефтегазовых скважин .....	35
Во'rixonov B.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B., Xayitov B.Q., Panjiyev A.X. Monoxlorsirka kislotasi efilari va aromatik aminlar asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi .....	40

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абед Н.С., Косимов Ш.Б., Эргашев Н.Э., Абдураззоков А.А., Тухташева М.Н. Технология получения триботехнических композиционных термопластичных полимерных материалов и деталей для машин и механизмов хлопкоперерабатывающих производств и проведение их опытных испытаний в производственных условиях .....	45
Бердиев Д.М., Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Пушанов А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения основы инструмента режущих зубьев методом прокатки .....	48
Khalikulov U.M., Khasanov A.S. Improvement of the mechanical properties of chromium-molybdenum steels using a modifier .....	51
Бегатов Ж.М., Эргашев М.С., Платошина М.М. Технологические особенности использования бандажей тяговых барабанов волоочильных машин .....	57
Хасанов А.С., Халикулов У.М. Термомеханическая обработка изделий из хромомолибденовой стали....	59
Норхуджаев Ф.Р., Шукуров Ш.Т. Термик ишлов бериш ва суюқ ҳолда азотлаш режимларининг тезкесар пўлатнинг структура ва хоссасига таъсири .....	67
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Almardonov S.A. Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlarini qoplashda o'tga chidamli materiallardan foydalanish .....	69
Шукуров Ш.Т. Оптимизация характеристик быстрорежущей стали с помощью термообработки и жидкого азотирования .....	73

## 3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Cho'liyev J.R. DA-1S markali modifikator yordamida oltingugurtning modifikatsiyalash va u asosida modifikatsiyalangan serobitum olish .....	76
Жалилов Ш.Н. Разработка технологии и технологических режимов прессования древесно-пластиковых композиционных плитных материалов на основе древесноволокнистого наполнителя из стеблей хлопчатника и модифицированных мочевиноформальдегидных полимерных связующих .....	79
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Nurdinov Z.B., Raximboyev Sh.I., Axmedova M.E. Gaz pechlarida alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasini ishlab chiqish va pech konstruksiyasini takomillashtirish .....	82
Xojiyeva F.J., Amonov M.R. Suvda eruvchan polimerlar asosida modifikatsiyalangan kraxmalni ohorlash jarayonida qo'llash samaradorligini o'rganish .....	84
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Nuraliev O.U., Ismoilov J.B. Thermodynamics of ore thermal recovery of copper slag .....	88