

ing the organization of educational process, content, forms, and methods of teaching at higher educational institution. Teaching practice requires constant improvement of pedagogical process quality, search for its optimization ways.

Along with that, qualitative modernization of educational system components, its innovative renovation is impossible without wide use of information technologies of education. Computer systems of education are oriented on qualitative solving pedagogical tasks that must be purposefully developed and integrated.

## REFERENCES

1. Dronsejka I.P., Tynybekova S.D., *Formirovanie professional'nyh kompetentnostej studentov tehniceskikh special'nostej pri izuchenii matematicheskikh disciplin. Poisk*, 2012, 1, 265, 269 (in Russ).
2. Panjukova S.V., *Ispol'zovanie informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij v obrazovanii. M. Akademiya*, 2010, 224 (in Russ).
3. Dronsejka I.P., Muhamedova R.O., *Tehnologija organizacii samostojatel'noj raboty studentov vtuzov v kontekste modernizacii vysshego matematicheskogo obrazovanija. Vestnik VKGTU im. D. Serikbaeva*, 2013, 3, 42, 47 (in Russ).
4. Polat E.S., *Novye pedagogicheskie i informacionnye tehnologii v sisteme obrazovanija. M. Akademiya*, 2009, 272 (in Russ).

ӘОЖ 538.9

**Д. ЕРБОЛАТУЛЫ, А.Е. ТҮСПЖАНОВ,  
Н. ҚАНТАЙ, Қ.Б. ОРАЛҒАЗИЕВ**

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті,  
Өскемен қ., Қазақстан

**12X18H10T БОЛАТЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ФАЗАЛЫҚ КҮЙІН  
ЖӘНЕ БЕТТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Мақалада 12X18H10T болаттың беттіне алюминий, мырыш және «алюминий+мыс» элементтерін тозаңдау арқылы әртүрлі жабындылар алынды. Модификацияланған үлгілерді әртүрлі температурада баяу және тез қыздыру арқылы беткі қабат құрылымдары түрлендірілді және олардың микротаптылығы, фазалық құрамы, төзімділігі, беріктігі зерттелді.

**Түйін сөздер:** тот баспайтын болат, беттік өңдеу, беріктік, тозуға төзімділік, микротаптылық.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ  
И ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ СТАЛИ 12X18H10T**

В статье получены и исследованы покрытия из алюминия, цинка и «алюминий+меди» на подложке из стали 12X18H10T. Поверхностно модифицирован-

ные образцы были подвергнуты термообработке при различных температурах с различной выдержкой. Проведены исследования структурно-фазового состояния, коррозии и износостойкости образцов.

**Ключевые слова:** нержавеющая сталь, поверхностной обработки, прочность, устойчивость к старению, находящегося в состоянии, микротвердость.

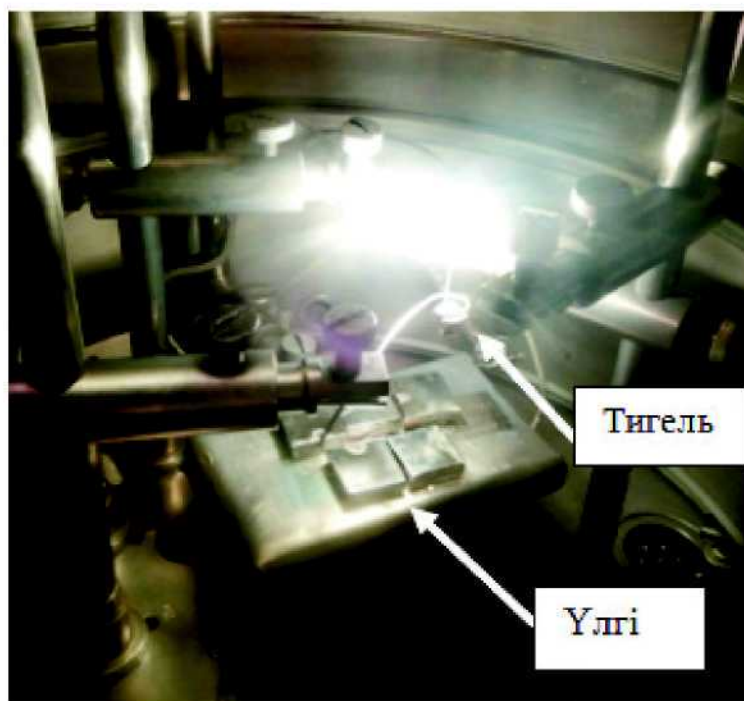
#### THE STUDY OF STRUCTURAL-PHASE STATE AND SURFACE PROPERTIES OF STEEL 12KH18N10T

The article received and investigated coatings of aluminum, zinc and «aluminium+copper» on a substrate of steel 12KH18N10T. Surface-modified samples were heat treated at different temperatures with different exposure. The conducted researches of structural-phase state, corrosion and wear resistance of the samples.

**Keywords:** stainless steel, a surface treatment, durability, resistance to aging, being in a state, microhardness.

12X18N10T аустенитті санаттағы болат ыстық қысымның күштік қондырғыларының бу қыздырғыш пен құбыр жетегін жасауда және -269°C дейінгі температурада криогенді техниканың дәнекерленген конструкцияларын дайындауда кең қолданысқа ие. 12X18N10T болатын коррозияға тұрақты және ыстыққа төзімді материал ретінде өндірістің әртүрлі салаларында пісіру құралдарын дайындауда, сонымен қоса қайнаған 65% азот, фосфор, күкірт лимон қышқылы мен басқа да тотықтырғыш орталарда, концентрациясы орташа кейбір органикалық қышқылдар, органикалық еріткіштер, атмосфера жағдайында жұмыс істейтін конструкция жасауда қолданылады. 12X18N10T маркалы болатты коррозияға және ыстыққа төзімді материал ретінде пайдаланылады. 12X18N10T маркалы болаттан ыдыстар, жылу алмасушы және реакциялық құрылғылар, сондай-ақ жылу бөлүші жылдам ядролық реакторлардың қабықтарының қабырғаларын жасайды. 12X18N10T маркалы болат қол және автомат дәнекерлеудің барлық түрлерімен жақсы дәнекерленеді [1].

Терең вакуумда жылукедергілі әдіспен ВУП-5 вакуумдық жұмыс бабында жабындар алынды. Тегістелген үлгілерді электрлі химиялық жылтыратуға 10% сірке қышқылының хлор қышқылы ерітіндісінде, 30В күшейткіші барысында 5-10 секунд ішінде душар етеді. Ары қарай, үлгіге ерітіндіде жеңіл-желпі электрлі химиялық өңдеу жасайды. Жабындының ұяқалыппен жабысушылығын жақсарту мен азғантай күшейту жағдайында тазаланған және дайындалған үлгілер вакуумдық жұмыс бабындағы камераға жабысушылықты жақсарту үшін үлгілерді жылыту мүмкіндігі бар арнайы үстелге орналастырылған. Отбақыр (тигель) материалы ретінде диаметрі 1 мм болатын вольфрамды сым алынды. Одан арнайы отбақырлар (тигель) жасап шығарылған (1-сурет).



1-сурет – ВУП-5 вакуумдық әмбебап жұмыс бабындағы тозаңдау үрдісі

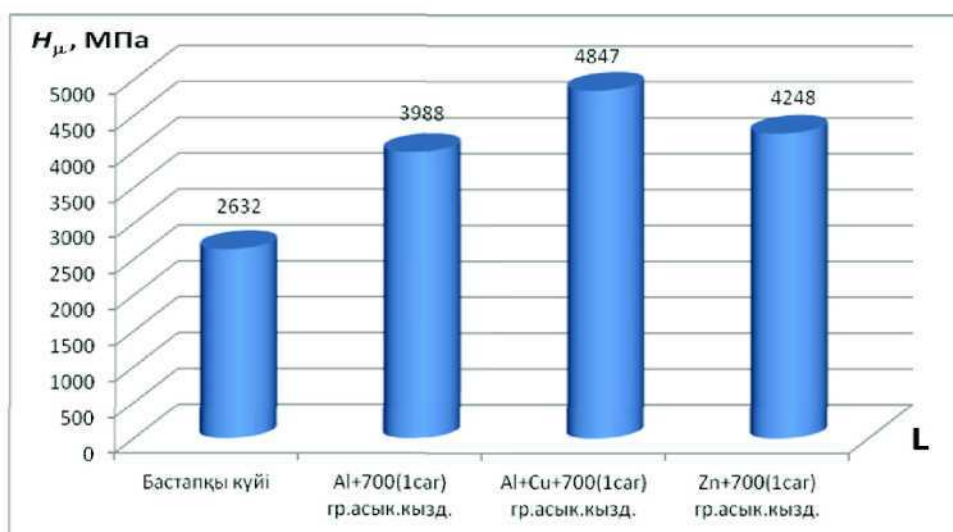
Отбақырларда тозаңдатылған материалдың «бөліктері» орналастырылды. Қыздыру нәтижесінде материал балқыды және біздің тарапымыздан дайындалған үлгілерге тұнды. Екі қабатты тозаңдату өткізілген кезде екі отбақыр (тигель) қолданылды және тозаңдату кезекпен вакуумды бұзбай камерада өткізілді [2-3].

Үлгілерді термиялық өңдеу зертхана жағдайында вакуумдағы қалдық қысым 1 Па аспайтын түтікшелі СУОЛ-0,4,4/12-М2-У4.2 электропешінде жасалды.

Үлгілердің микроқаттылығын өлшеу ПМТ-3, микро қаттықты өлшейтін аспапта орындалды. Сынақ кезінде  $P=100$  г (0,98 Н) жүктеме әрбір нүктеде 10 сек уақыт бойымен түсіріліп отырды. Микроқаттылықты өлшеу инденторы ретінде жоғары ұшының бұрышы  $136^\circ$  дұрыс төрт қырлы алмас пирамидасы қолданылды. Микроқаттылығы МЕМСТ 9450-60 талабына сәйкес [1, 2] анықталды.

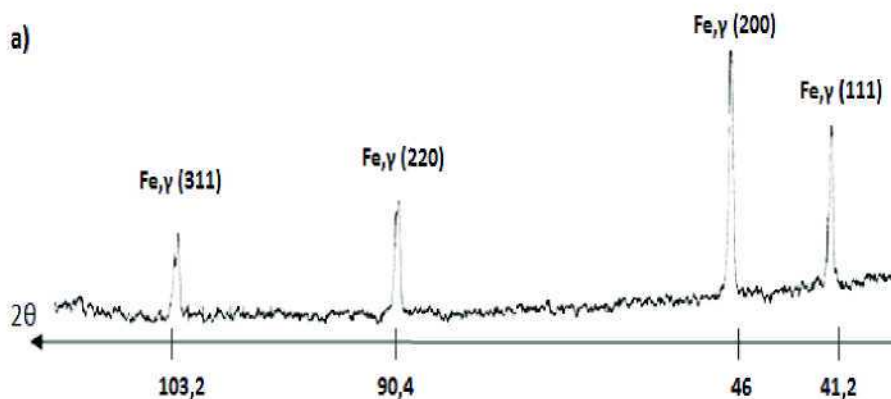
Микроқаттылықты өлшеу нәтижесін өңдеу үшін Excel компьютерлік бағдарламасы қолданылды (2-сурет).

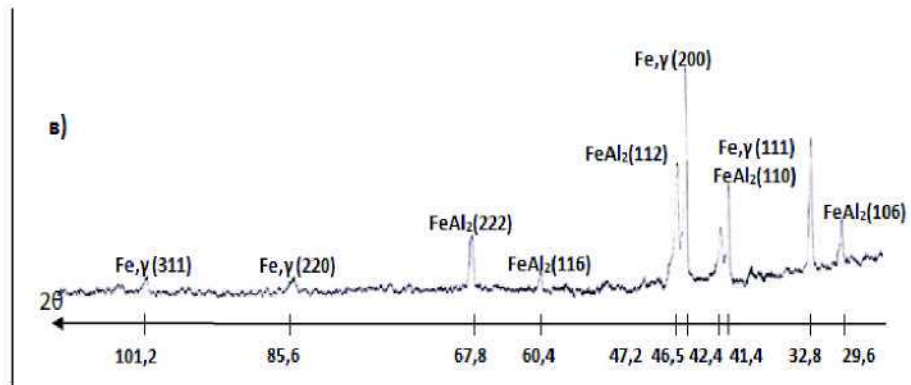
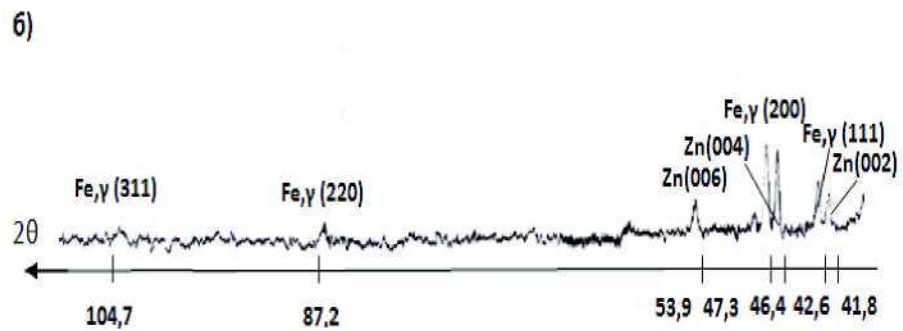
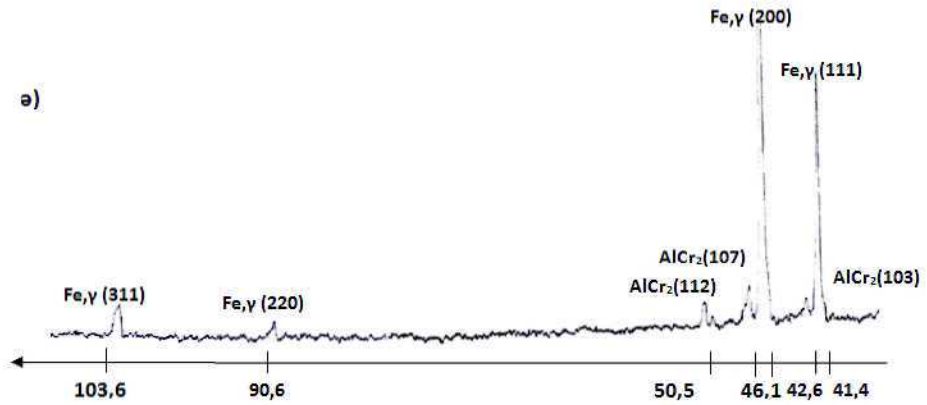
Бастапқы күйі және модификациялаудан кейінгі салыстырулар:



2-сурет – 12X18N10T болатының орташа микроқаттылығы: бастапқы күйі; Al, Zn, Al+Cu модификацияланған кейін

12X18N10T болатының бастапқы күйі және модификацияланғаннан кейінгі рентген-фазалық талдаудың дифрактограммасы.



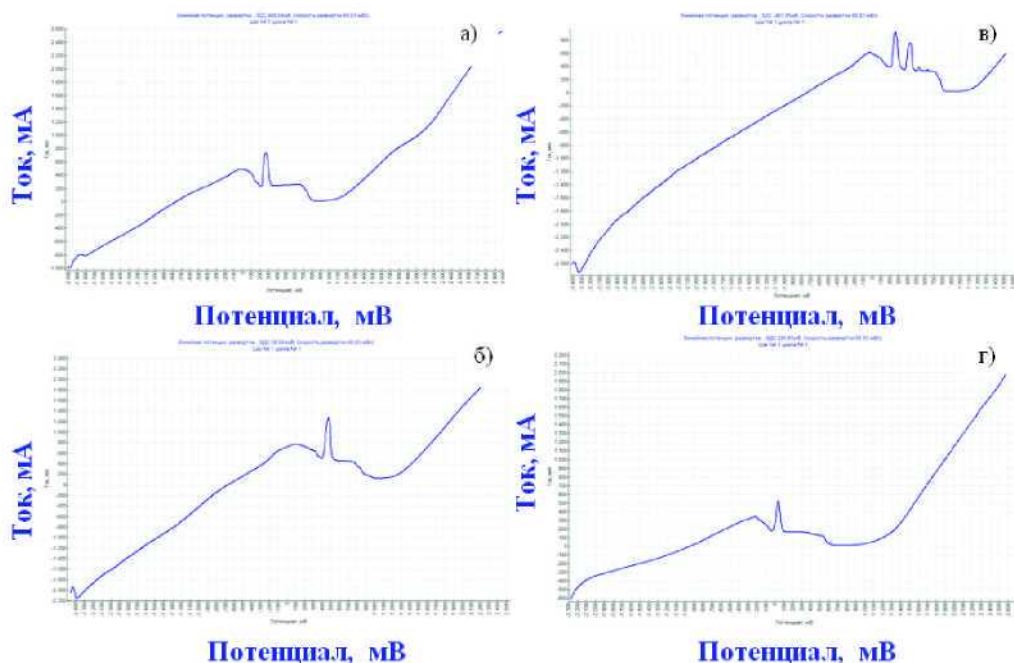


а) бастапқы үлгі; ә) Al+700С (1 сағ.) баяу қыздыру;  
 б) Zn+700С (1 сағ.) баяу қыздыру; в) Al+Cu+700С (1 сағ.) баяу қыздыру  
 3-сурет – 12Х18Н10Т болатының диффрактограммасы

3(а) суреттен 12Х18Н10Т болатының бастапқы күйінің және модификацияланғаннан кейінгі рентген-фазалық талдаудың дифрактограмма-сы бойынша 12Х18Н10Т болатының бастапқы күйі  $\gamma$ -Fe негізіндегі қабырғасы центрленген кубтық тордан тұратындығы көрінеді. 3(ә), (б), (в) суреттерден 12Х18Н10Т болатын модификацияланғаннан кейін салыстырғанда, кристалдық торы тетрагоналды (алюминиймен қапталған)  $AlCr_2$ , (мырышпен қапталған) Zn және (алюминий+мыспен қапталған)  $FeAl_2$  ауысатыны және  $\gamma$ -Fe негізіндегі қыры центрленген кубтық тордан тұратындығын көруге болады. Бұдан дифракто-грамма сызықтарының бастапқы күйімен салыстырғанда кейбірінің кеңейгендігі және үлкейгендігі байқалады, ал кейбір сызықтардың керісінше кішірейгендігін көруге болады [2, 3].

1-кесте – Коррозиялық тұрақтылыққа зерттеу нәтижелері

Үлгі/қасиеті	S(м <sup>2</sup> )	T(с)	M <sub>0</sub> (кг)	M <sub>1</sub> (кг)	K
12Х18Н10Т бастапқы күй	232	0,0022	0,0090338	0,0090325	2,55
12Х18Н10Т+Al	239.25	0,0022	0,0092973	0,0092902	13,49
12Х18Н10Т+Zn	232	0,0022	0,0094381	0,0094331	9,80
12Х18Н10Т+Al+Cu	232.5	0.0022	0,0076918	0,0076858	11,73



(а) бастапқы күйі; (б) 12Х18Н10Т+Al; (в) 12Х18Н10Т+Zn; (г) 12Х18Н10Т+Al+Cu  
4-сурет – 12Х18Н10Т болатының коррозияға төзімділігін сынау Ток, мА мен Потенциал, мВ байланыс графигі

Коррозиялық тұрақтылыққа сынау кезінде алынған график динамикалық қисықтан тұрады. Бастапқы үлгінің коррозияға ұшырау жылдамдығы 2,55-ке тең болып, 0,0013 г масса жоғалтты. 12X18H10T+Al модификациялаудан кейін коррозияға ұшырау жылдамдығы 13,49-ды құрады және 0,0071 г масса жоғалтты.

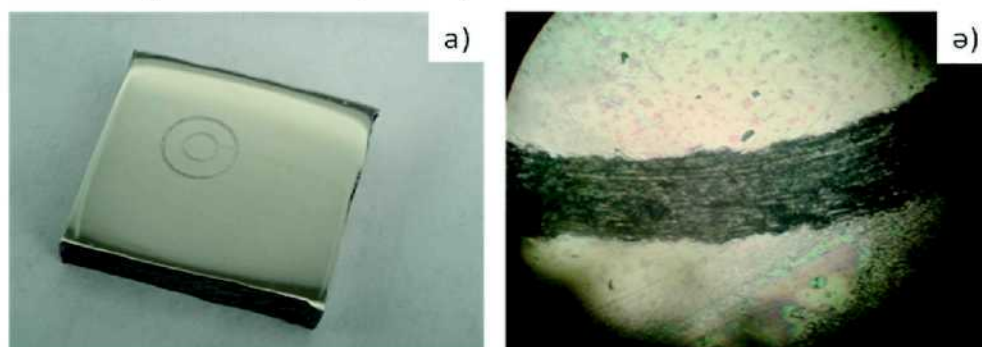
Тозуға төзімділікті сынау Micron tribo трибометрінде орындалды [2]. Осы үлгілерге сынақ жасау кезінде айналыс саны 12X18H10T болат үшін 150Н-дан 600-ге дейін ауырлық ұлғайтылды.

Тозуға төзімділікті сынаудың бірқатар жағдайлары 2-кестеде келтірілгендей, қолданылған әдістің тиімділігін көрсетеді.

2-кесте – Тозуға байланысты сынақтың трибологиялық параметрлері

Үлгі/қасиеті	Айналуының жалпы саны	Индентордың айналым шеңберінің диаметрі (мм)	Шардың диаметрі (индентор, мм)	Күш түсіру, мН	Орта
12X18H10T болатының бастапқы жағдайы	300	4	3	150	Ауа
12X18H10T+Al-700C (1 сағ.) баяу қызд.	600	4	3	150	Ауа
12X18H10T+Al+Cu-700C (1 сағ.) баяу қызд.	600	4	3	150	Ауа
12X18H10T+Zn-700C (1 сағ.) баяу қызд.	600	4	3	150	Ауа

12X18H10T болат үлгілерінің тозуға төзімділікке қатысты сынақтан, баяу қыздырудан кейінгі жолақшаларының құрылымы берілген, жолақшалардың ені бастапқыға қарағанда кеміді (3-кесте).



а) үлгінің бастапқы күйі; ә) модификацияланғаннан кейінгі жолақшаның құрылымы  
5-сурет – 12X18H10T болатының вакуумдық тозаңдаудан кейінгі тозуға төзімділікке қатысты үйкеліс соқпағы

3-кесте – 12X18H10T болатының тозуға төзімділігінің сипаттамасы

Үлгі/қасиеті	Боразда диаметрі $d_{sp}$ , мм	Материал көлемі $V$ , мм <sup>3</sup>	Шар жолының ұзындығы $L$ , мм	Тозу үдемелілігі $I$ , мм <sup>2</sup>	Тозу үдемелілігі $I$ , м <sup>2</sup>	Тозуға төзімділік мм <sup>2</sup>
12X18H10T бастапқы күйі	3,47967	305,76	7536	0,041	$3,62591 \cdot 10^{-10}$	$2,76 \cdot 10^9$
12X18H10T+Al-700C (1 сағ.) баяу қызд.	1,58691	807,18	15072	0,054	$7,04833 \cdot 10^{-12}$	$1,42 \cdot 10^{11}$
12X18H10T+Zn-700C (1 сағ.) баяу қызд.	1,63728	779,51	15072	0,052	$7,99955 \cdot 10^{-12}$	$1,25 \cdot 10^{11}$
12X18H10T+Al+Cu-700C (1 сағ.) баяу қызд.	1,04354	1267,74	15072	0,084	$1,29996 \cdot 10^{-12}$	$7,69 \cdot 10^{11}$



## Қорытынды:

1 Бастапқы қалпында 12X18H10T болатының орташа микроқаттылығы  $H_m=2632$  МПа тең болды. Ал модификацияланып  $700^\circ$  (1 сағ.) температурада баяу қыздырудан кейін, 12X18H10T+Al тозандалынған үлгінің микроқаттылығы  $H_m=3988$  МПа-ға жетіп, бастапқы күйге қарағанда 51,5% -ға артты. 12X18H10T+Al+Cu қапталған жабынның микроқаттылығы  $H_m=4847$  МПа тең болса, бастапқы күйге қарағанда 84,1%-ға артты, ал мырышпен қапталған жабынның орташа микроқаттылығы  $H_m=4248$  МПа-ға өсіп, бастапқы күйге қарағанда 61,3%-ға жоғарылады.

2 12X18H10T болатының бастапқы күйінің және модификацияланғаннан кейінгі рентген-фазалық талдаудың дифрактограммасы бойынша 12X18H10T болатының бастапқы күйі  $\gamma$ -Fe негізіндегі қабырғасы центрленген кубтық тордан тұратындығы анықталды. 12X18H10T болатын модификацияланғаннан кейін салыстырғанда, кристалдық торы тетаргоналды (алюминиймен қапталған)  $AlCr_2$ , (мырышпен қапталған) Zn және (алюминий+мыспен қапталған)  $FeAl_2$  ауысатыны және  $\gamma$ -Fe негізіндегі қыры центірленген кубтық тордан тұратындығын көруге болады.

3 Коррозиялық тұрақтылыққа сынау кезінде алынған график динамикалық қисықтан тұрады. Бастапқы үлгінің коррозияға ұшырау жылдамдығы 2,55-ке тең болып, 0,0013 г масса жоғалтты. 12X18H10T+Al модификациялаудан кейін коррозияға ұшырау жылдамдығы 13,49-ды құрады және 0,0071 г масса жоғалтты. Ал 12X18H10T+Zn модификациялаудан кейін коррозияға ұшырау жылдамдығы 9,80-ді құрап, 0,005 г масса жоғалтты. 12X18H10T+Al+Cu модификациялаудан кейін коррозияға ұшырау жылдамдығы 11,73-ті құрады және 0,006 г масса жоғалтты.

4 Тозуға төзімділікке сынақ жасау кезінде айналыс саны 150 мН күш түсіріліп, 300-ден 600 мин/айналымға дейін көбейтілді. Үлгінің бастапқы күйі  $2,76 \cdot 10^9$  тең болды. Алюминиймен модификациялаудан кейін тозуға төзімділігі 12X18H10T+Al  $1,42 \cdot 10^{11}$  тең болып, жолақшалардың ені бастапқыға қарағанда 48,5%-ға кеміді. «Алюминий+мыс» модификацияланған болаты 12X18H10T+Al+Cu  $7,69 \cdot 10^{11}$  тең, жолақшалардың ені бастапқыға қарағанда 64,1%-ға үлкейсе, ал мырышпен модификацияланғаннан кейін тозуға төзімділігі 12X18H10T+ Zn  $1,25 \cdot 10^{11}$  тең болып, жолақшалардың ені бастапқыға қарағанда 54,7%-ға кеміді.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Валиев Р.З. Объемные наноструктурные материалы: получение, структура и свойства / Р.З. Валиев, И.В. Александров. – М.: Наука, 2007.
2. Нургалиев Т.М. Исследование структурного-фазового состояния и физико-механических свойств матрицы и сварных швов аустенитной стали 12X18H10T / Т.М. Нургалиев [и др.] // «МӘҢГІЛІК ЕЛ» – ҚАЗАҚСТАННЫҢ БІЛІМІ МЕН ҒЫЛЫМЫН

ДАМЫТУДЫҢ УӘЖДЕМЕСІ» атты «Аманжолов оқулары-2014» Халық. ғыл.-тәжір. конф. матер. 10-11 сәуір 2014. – С. 197-203.

3. Чериханова А.Х., Ерболатулы Д., Тусупжанов А.Е. Аустенитті 12Х18Н10Т болатының құрылым-фазалық өзгерісіне термомеханикалық өңдеудің әсері // Материалы II-ой Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Единство образования, науки и инноваций» / А.Х. Чериханова, Д. Ерболатулы, А.Е. Тусупжанов. – Усть-Каменогорск, 2011. – С. 92-96.

#### REFERENCES

1. Valiev R.Z., Aleksandrov I.V., *Ob»emnye nanostrukturnye materialy. poluchenie, struktura i svojstva. M. Nauka. 2007 (in Russ).*

2. Nurgaliev T.M., Zhaka E., Qantaj N., Tusupzhanov A.E., Erbolatuly D., *Issledovanie strukturnogo fazovogo sostojaniya i fiziko mehanicheskikh svojstv matricy i svornyh shvov austenimoy stali 12H18N10T. MANGILIK EL QAZAQSTANNYN BILIMI MEN QYLYMYN DAMYTUDYN UAZHDEMESI atty Amanzholov oqulary 2014. Halyqaralyq qylymi tazhiribelik konferencijasynyn materialdary. 10, 11 sauir 2014, 197, 203 (in Kaz).*

3. Cherihanova A.H., Erbolatuly D., Tusupzhanov A.E., *Austenitti 12H18N10T bolatynyn qurylym fazalyq ozgerisine termomehanikalыq ondeudin aseri. Materialy Iioj Respublikanskoj nauchno prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i studentov Edinstvo obrazovaniya, nauki i innovacij, Ust’Kamenogorsk, 2011, 92, 96.*

ӘОЖ 539.2

### Д. ЕСЕНГЕЛДІ, А.М. ПАВЛОВ, Р.Е. САКЕНОВА, Е.М. САКПАНОВ

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті,  
Өскемен қ., Қазақстан

#### ЭЛЕКТРОЛИТ ДИССОЦИАЦИЯСЫ ДӘРЕЖЕСІНІҢ КОНЦЕНТРАЦИЯҒА ТӘУЕЛДІЛІГІН АНЫҚТАУ

Бұл мақалада мыс купоросының сумен ерітіндісі арқылы электролит диссоциациясы дәрежесінің концентрацияға тәуелділігі анықталды. Алынған нәтиже бойынша график тұрғызылып, оқулықтағы берілген нәтижемен салыстыру жүргізілді. Электролит диссоциациясы дәрежесінің концентрацияға тәуелділігін анықтауда экспериментті қолданып, алынған нәтижені теориялық мәліметтермен салыстыру жұмыстары жүргізілді.

**Түйін сөздер:** электролит, концентрация, диссоциация дәрежесі, электродтар, мыс ертіндісі.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СТЕПЕНИ ДИССОЦИАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ

В этой статье определена зависимость степени концентрации электролита в растворе медного купороса меди с водой через диссоциацию. Результат, полученный по графику, построен и проведен с сопоставлением результата выданного учебником.