

**Ф.А. Тұрғанова, Ш.Т. Кошкарбаева, М.С. Сагаев, Қ.Б. Аманбаева, Р.С. Абжалов\***  
магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
т.ғ.д., профессор, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
аға оқытушы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан  
\*Корреспондент авторы: [rayim555@mail.ru](mailto:rayim555@mail.ru)

## НИКЕЛЬ ФОСФИДІ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖОБАСЫ

### Түйін

Мақалада химиялық әдіспен алынатын никель фосфиді қаптамасының қасиеттері келтірілген. Тұрақтылығы жоғары, қорғаныш және қорғаныш-сәндік қаптамаларды тұндыруда никель фосфиді қаптамасы кеңінен қолданылады. Химиялық никельдеу кезінде күрделі конфигурациялы беттердің өзінде тегіс қаптамалар алынады. Никель фосфиді қаптамасының құрамында фосфордың болуы оларды беріктік, коррозиялық және соққыға төзімділік қасиеттермен қаптамасыз етеді, сондықтан никель фосфиді қаптамалары кең қолданысқа ие болған. Никель фосфиді ерітіндісіне лигандар, буфер ерітінділері, тұрақтандырғыштар, жылтыр түзушілер және басқалар қосылады. Мақалада никель фосфидін алудың технологиясық сызбасы келтіріліп, осы сызба бойынша процесстің жүруі ашылып жазылған. Сонымен қатар, технологиялық есептеулердің нәтижелері жазбаланған. Атап айтқанда есептеулер негізгі және қосымша қондырғыларға, химикаттардың шығындарына жүргізілген. Никель фосфиді қаптамасын алу процесінде қолданылатын ваннаның, ілгіштің өлшемдері анықталған.

**Кілттік сөздер:** химиялық қаптама, майсыздандыру, татын кетіру, үйкеліс коэффициенті, тұрақтылық.

**Кіріспе.** Тозуға төзімділігі жоғары және үйкеліс коэффициенті төмен материалдарды жасау мәселесі өз орнын жоғалтпайды, сондықтан коррозияға тұрақты және тозуға төзімді қаптамалар алу өзекті мәселе болып табылады.

Металл өнімдерінің коррозиядан және мерзімінен бұрын физикалық тозуының нәтижесінде әлемде өндірілген металдың маңызды бөлігі (5-10%) тиімсіз пайдаланылады. Бұл үлкен шығындарға әкеледі. Осыған байланысты басты мақсаттың бірі - металды үнемдеу және оны мерзімінен бұрын физикалық бұзылудан қорғау. Металдарды коррозиядан қорғаудың тиімді және жалпы әдісі химиялық және электролиттік қаптауларды қолдану болып табылады.

Тұрақтылығы жоғары, қорғаныш және қорғаныш-сәндік қаптамаларды тұндыруда никель фосфиді қаптамасы кеңінен қолданылады. Дегенмен, оның негізінде тозуға төзімді және өзін-өзі жағуға арналған композициялық қаптамаларды алудың практикалық қызығушылығы бар. Металл беттерін өзгертудің тиімді әдістерінің бірі композитті немесе көп қабатты жабындардың электролиттік және химиялық тұнбасы болып табылады. Композициялық электрохимиялық және химиялық қаптамаларды алу принципі электролит суспензиясынан алынған металдармен бірге әртүрлі өлшемдер мен түрлердің шашыраңқы бөлшектерін тұндыру болып табылады.

### Теориялық талдау

Никель фосфиді қаптамалары өндірісте қорғаныс-декоративті және декоративті бұйымдар мен машиналардың, аппараттардың, аспаптардың бөліктерін қорғау үшін; жоғары температурада және арнайы ортада (сілтілер, кейбір қышқылдар) коррозиядан қорғау үшін; болатқа басқа қаптаманың негізбен жабысу адгезиясын қаптамасыз ету үшін аралық қабат; үйкелісте жұмыс істейтін беттердің тозуға төзімділігін арттыру үшін қолданылады [1].

Химиялық никельдеу кезінде күрделі конфигурациялы беттердің өзінде тегіс қаптамалар

алынады. Қаптамалардың құрамында фосфордың немесе бордың болуы (гипофосфитпен немесе боргидридтің тотықсыздануы кезінде) оларды беріктік, коррозиялық және соққыға төзімділік қасиеттермен қамтамасыз етті, сондықтан никель қаптамалары кең тараған қолданысқа ие болды. Металдың гипофосфитіне дейін никель иондарының тотықтықсыздануы және никель қаптамаларын алу мүмкіндігі ертеректерде сипатталған, ал химиялық никельдеудің бастамасына негіз болған 1944-1948 жылдарда Бреннер және оның қызметкерлері болды.

Химиялық никельдеудің барлық ерітінділері беттік аудандары активтелген диэлектрик материалдарын металдандыру үшін жарамды болады.

Гипофосфитті қолдану арқылы химиялық никельдеуге көптеген жұмыстар жасалған. Көптеген ерітінділердің жалпы формадағы құрамы, (ммоль/л):

Ni (II) тұзы	5÷250 (көбінесе 50÷200);
Гипофосфит	15÷650 (көбінесе 100÷300).

Никель ерітіндісіне лигандалар, буфер ерітінділері, тұрақтандырғыштар, жылтыр түзушілер және басқалар қосылады.

Никель тұздарының ішінде жиі қолданылатыны оның сульфаты немесе хлориді болып табылады. Сонымен қатар оның ацетатын, карбонатын, гипофосфитін, сульфатын да қолдануға әбден мүмкіншілік бар.

Негізінде гипофосфитті натрийдің тұзы ретінде немесе аммонитдің, кальцийдің, никельдің тұздары ретінде енгізеді [2].

#### **Тәжірибелік бөлім**

Жобадағы қарастырылып жатқан тақырып маңызды болып есептеледі. Алюминий қорытпаларын машиналардың бөлшектерін дайындау үшін қолдану жыл сайын артып келеді, бұл алюминийдің бірқатар өзіндік қасиеттеріне байланысты: жеңілдігі, коррозиялық тұрақтылығы, жоғары жылу өткізгіштігі, оның қосылыстарының улы еместігі.

Бірақ алюминийдің елеулі кемшілігі – қаттылығының төмендігінде (100-150 МПа), соның салдарынан беті үйкелісте жұмыс істейтін бөлшектер жұмыстан тез шығады.

Сондықтан, алюминий қорытпаларынан жасалған бөлшектер бетін қаттылығы жоғары басқа металмен қаптаудың практикалық маңызы жоғары.

Осыған байланысты жоғары қаттылыққа және адгезияға ие никель қаптамасы әсіресе термиялық өңдеуден кейін үлкен тәжірибелік қызығушылық тудырады [3].

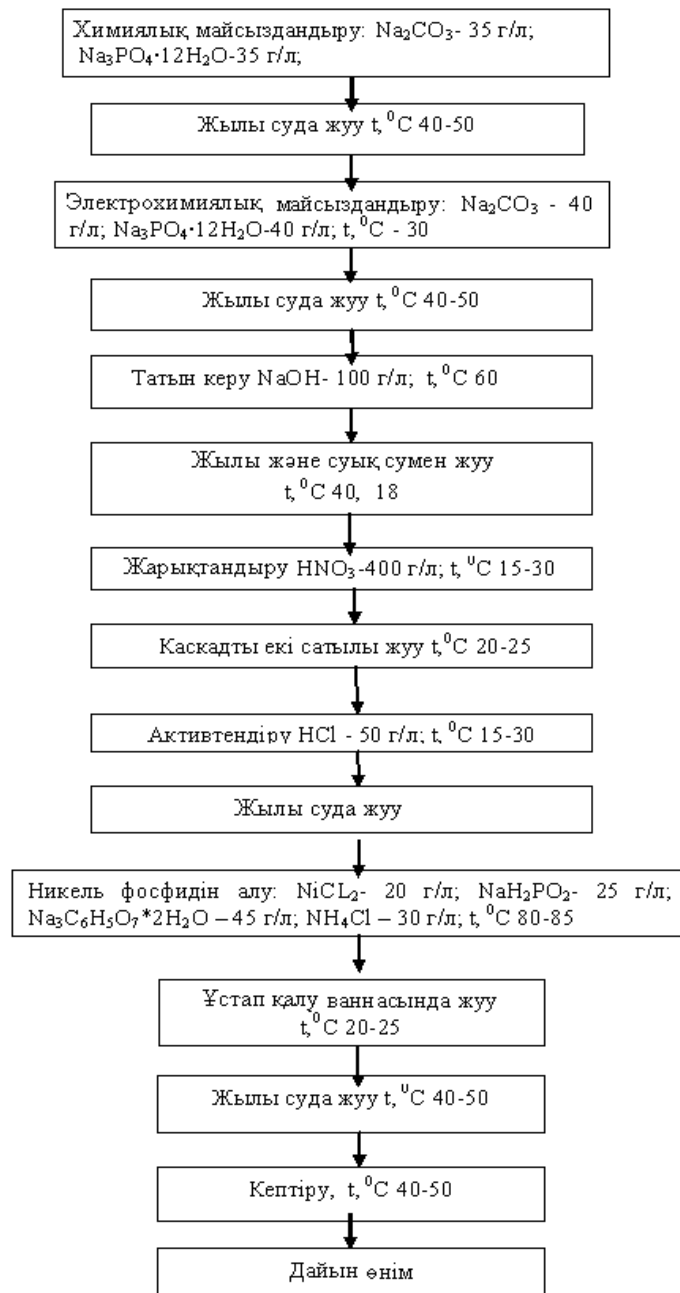
Никельді қаптамалар әртүрлі өндірістерде астыңғы қабат ретінде пайдаланылады және қорғаныштық сәндік және арнайы мақсаттар үшін қолданылады. Олар қаттылықпен, айтарлықтай коррозияға төзімділікпен және жақсы жылтырлық қабілеттілігімен (58 - 62%), меншікті электр кедергісімен 8,3-10<sup>-2</sup> Ом • м сипатталады [4].

Жобада никель фосфиді қаптамасын алу үшін никельдеудің сілтілі ерітіндісі таңдалынып алынды. Сілтілі ерітінділердің негізгі артықшылығы – никель фосфиді қабықшасының негізгі металмен сенімді жабысуы болып табылады.

#### **Нәтижелер және талқылау**

Никель фосфиді қаптамасын алу процесінің технологиялық сызбасы 1 суретте келтірілген. Бұйым беттерінде жануар және өсімдік майлары болуы мүмкін. Бұйымның негізгі материалымен химиялық байланыспаған ластарды (майлану, шаң және т.б.), майсыздандыру арқылы жояды. Алюминий және олардың қоспаларын майсыздандыру үшін құрамында негізінде гидролиздейтін тұздары бар ерітінділерді (сода, поташ, үш натрий фосфат, цианды калийді) қолдану қажет, олардың концентрациялары 100-150 г/л -ден аспауы керек. Алюминий және оның қорытпаларын майсыздандыру катодта жүргізу керек, себебі анодты өңдеу металдың еруімен немесе олардың беттік аудандарында оксид қабықшаларының түзілуімен

жүреді. Майсыздандырудан кейін металл бетінен майсыздандырғыш заттардың қалдықтарын, коррозия өнімдері мен оксид қоспаларын жою үшін татын кетіру процесі жүргізіледі. Ол үшін тазаланатын бұйымды арнайы ерітінді құрамына салады. Татын кетіру ерітіндісінің құрамы бұйымның қолданылу мақсатына байланысты таңдалынып алынады. Жарықтандыру операциясын өте жұқа қабатты қабықшаны бұйым бетінен жоюға арналған, бұл қабықша татын кетіру процесі кезінде түзіледі. Активтендіру химиялық немесе электрохимиялық әдіспен жұқа тотық қабықшаларын бұйым бетінен жоюға арналған. Бұйым бетін активтендіруден кейін қаптаманың жабысу сапасы бірнеше есе жоғарылайды. Алюминийді активтендіру 5% тұз қышқылы ерітіндісінде 20-30 секунд ұзақтығында жүргізіледі. Содан соң бұйым бірден жуылып никель фосфор қаптамасын алу ваннасына түседі.



Сурет 1. Никель фосфиді қаптамасын алу процесінің технологиялық сызбасы

Алдын ала дайындаудан өткен үлгілерге никель фосфиді қаптамасын алу процесі келесі сілтілі ерітінді құрамында жүргізіледі: никель хлориді – 20 г/л; натрий гипофосфиті - 25 г/л; лимонқышқылды натрий - 45 г/л; хлорлы аммоний -30 г/л; Аммиак рН=8,0-8,2 дейін

Жұмыс режимі рН = 8-9, Температура = 80-85°C, Тұндыру жылдамдығы = 10-15 мкм/сағ, тұндыру уақыты 1 сағ, жүктеу тығыздығы 1,0-1,5 дм<sup>2</sup>/л.

Химиялық никельдеуден кейін қолданылатын ұстап қалу ваннасы бұйымдарды кептіру алдында ерітіндіден тазалауға мүмкіндік береді, сонымен қатар бұл ұстап қалу ваннасындағы суды химиялық никельдеу ерітіндісін дайындау үшін пайдалануға болады. Тазалау дәрежесін жоғарылату үшін ұстап қалу ваннасынан кейін қосымша суық және ыстық суда жуу жүргізіледі. Ыстық жуда жуу бұйымдарды кептіру алдында температурасын жоғарылатады.

Сонымен қатар, технологиялық есептеулер жүргізілді. Бұл есептеулер негізгі және қосымша қондырғыларға, химикаттардың шығындарына жүргізілді. Қолданылатын ваннаның, ілгіштің өлшемдері анықталды.

### **Қорытынды**

Біздің елімізде қазіргі заманда бетбұрыс алған индустриалды-инновациялық дамудың талаптарына сай еліміздің экономикасының үздіксіз алға басуы инновациялық қызметті үнемі қолдап, қуаттайтын және ынталандыратын саясаттың арқасында мүмкін болып отыр. Бұл саясат ел экономикасының бұзып-жарып алға шығуын қамтамасыз ететін озық технологияны, басқарудың жаңа түрлерін, ғалымдар мен өнертапқыштардың ойлап шығарған жаңа дүниелерін тез өндіріске енгізіп отыруға бағытталған.

Негізінде, Ni – P қаптамаларын басқа қаптамалармен салыстырғанда мұндай қаптамалардың коррозиялық тұрақтылығы жоғары. Химиялық никельдеу кезінде күрделі конфигурациялы беттердің өзінде тегіс қаптамалар алынады. Қаптамалардың құрамында фосфордың болуы оларды беріктік, коррозиялық және соққыға төзімділік қасиеттермен қамтамасыз етеді, сондықтан никель фосфиді қаптамалары кең қолданысқа ие болған.

### **Әдебиеттер тізімі**

1. Гамбург Ю.Д. Гальванические и химические покрытия. Справочник по применению. М.: Техносфера, 2006, 215 с.
2. Синяев В.А., Шустякова Е.С., Левченко Л.В., Хан В.В. Способ получения фосфида металла. Пат. 930613 РК. 2013.
3. Винокуров Е.Г., Кудрявцев В.Н., Бондарь В.В., Борщ Е. Способ и устройство для удлинения сроков эксплуатации растворов для химического осаждения металлов. //Защита металлов, 2002, Т.28. № 4, С.219-222.
4. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование. Учебное пособие М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2014, 198 с.
5. Кубрин В.И., Луценко А.В., Технология нанесения гальванических и химических покрытий, Москва, 2024, 80стр.
6. Скоринова Е.П. ,Активация поверхности пластмасс перед химической металлизацией, XV Международная студенческая научная конференция Студенческий научный форум – 2023. Доступно на: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2023/63db82d606e15.pdf>
23. Брусницына Л. А., Степановских Е. И., Алексеева Т. А. Влияние солей никеля на свойства раствора химического меднения и качество осаждаемых покрытий // Бутлеровские сообщения. 2021. Т. 67, № 7. С. 39–46.

### **References**

1. Gamburg Ju.D. Gal'vanicheskie i himicheskie pokrytija. Spravochnik po primeneniju. M.: Tehnosfera, 2006, 215 s.
2. Sinjaev V.A., Shustjakova E.S., Levchenko L.V., Han V.V. Sposob poluchenija fosfida metalla. Pat. 930613 RK. 2013.
3. Vinokurov E.G., Kudrjavcev V.N., Bondar' V.V., Borshh E. Sposob i ustrojstvo dlja udlinenija srokov jekspluatacii rastvorov dlja himicheskogo osazhdenija metallov. //Zashhita metallov, 2002, T.28. № 4, S.219-222.
4. Mamaev V.I., Kudrjavcev V.N. Nikelirovanie. Uchebnoe posobie M.: RHTU im. D.I.Mendeleeva, 2014, 198 s.
5. Kubrin V.I., Lucenko A.V., Tehnologija nanesenija gal'vanicheskikh i himicheskikh pokrytij, Moskva, 2024, 80str.

6. Skorikova E.P. „Aktivacija poverhnosti plastmass pred himicheskoj metallizaciej, XV Mezhdunarodnaja studencheskaja nauchnaja konferencija Studencheskij nauchnyj forum – 2023. Dostupno na: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2023/63db82d606e15.pdf>
7. Brusnicyna L. A., Stepanovskih E. I., Alekseeva T. A. Vlijanie solej nikelja na svojstva rastvora himicheskogo mednenija i kachestvo osazhdaemyh pokrytij // Butlerovskie soobshhenija. 2021. T. 67, № 7. S. 39–46.

**Ф. А. Турганова, Ш. Т. Кошкарбаева, М. С. Сатаев, К. Б. Аманбаева, Р. С. Абжалов\***  
магистрант, [fara-4.4@mail.ru](mailto:fara-4.4@mail.ru), Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

к. т. н., доцент, [shakx@mail.ru](mailto:shakx@mail.ru), Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

д. т. н., профессор, [ms.sataev@mail.ru](mailto:ms.sataev@mail.ru), Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

старший преподаватель, [bakhyt@mail.ru](mailto:bakhyt@mail.ru), Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Казахстан

докторант, [rayim555@mail.ru](mailto:rayim555@mail.ru), Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент,  
Казахстан

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФИДА НИКЕЛЯ

### Аннотация

В статье описаны химические свойства никель-фосфидных покрытий. Никель-фосфидное покрытие широко используется при получении стойких, защитных и защитно-декоративных покрытий. В случае химического никелирования на деталях имеющие сложные конфигурации, можно получить покрытия с гладкой поверхностью. Наличие фосфора в составе никель-фосфидного покрытия, обеспечивает им долговечные, коррозионные и ударопрочные свойства, поэтому никель-фосфидное покрытие широко используется в промышленности. В раствор химического никелирования добавляются лиганды, буферные растворы, стабилизаторы, глянецовые добавки и так далее. В статье приведена технологическая схема производства фосфида никеля и полностью описан процесс по этой схеме. А также приведены результаты технологических расчетов. В частности, были произведены расчеты на основные и дополнительные установки и оборудования, затраты на химикаты. Определены размеры ванны и подвески для процесса получения никель-фосфидного покрытия.

**Ключевые слова:** химическая упаковка, обезжиривание, удаление ржавчины, коэффициент трения, стабильность.

**F. A. Turganova, Sh. T. Koshkarbayeva, M. S. Sataev, K. B. Amanbayeva, R. S. Abzhalov\***

Master's student, [fara-4.4@mail.ru](mailto:fara-4.4@mail.ru), M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan  
Candidate of Technical Sciences, [shakx@mail.ru](mailto:shakx@mail.ru), Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan  
University, Shymkent, Kazakhstan

Doctor of Technical Sciences, Professor, [ms.sataev@mail.ru](mailto:ms.sataev@mail.ru), M. Auezov South Kazakhstan University,  
Shymkent, Kazakhstan

Senior Lecturer, [bakhyt@mail.ru](mailto:bakhyt@mail.ru), M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan  
Doctoral student, [rayim555@mail.ru](mailto:rayim555@mail.ru), M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

## TECHNOLOGICAL PROJECT OF NICKEL PHOSPHIDE PRODUCTION

### Abstract

The article describes the chemical properties of nickel-phosphide coatings. Nickel-phosphide coating is widely used in obtaining resistant, protective and protective-decorative coatings. In the case of chemical nickel plating on parts with complex configurations, it is possible to obtain coatings with a smooth surface. The presence of phosphorus in the composition of the nickel-phosphide coating, provides them with durable, corrosion and impact-resistant properties, so the nickel-phosphide coating is widely used in industry. Ligands,

buffer solutions, stabilizers, glossy additives and so on are added to the solution of chemical nickel plating. The article presents the technological scheme of production of nickel phosphide and the process according to this scheme is fully described. And also shows the results of technological calculations. In particular, calculations were made on the basic and additional installations and equipment, the cost of chemicals. The dimensions of the bath and suspension for the process of obtaining a nickel-phosphide coating are determined.

**Key words:** chemical coating, degreasing, rust removal, friction coefficient, stability.