

ӘОЖ 539.92:378; МҒТАР: 29.01.45  
<https://doi.org/10.47526/habarshy.vi1.482>

М.К. СКАКОВ<sup>1</sup>, М.М. НУРИЗИНОВА<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>физика-математика ғылымдарының докторы, профессор,  
Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті  
(Қазақстан, Өскемен қ.), e-mail: skakovmk@mail.ru

<sup>2</sup>PhD докторант, Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті  
(Қазақстан, Өскемен қ.), e-mail: makpal.nurizanova@gmail.com

## ПӘНДЕРДІҢ КӘСІБИ ЦИКЛІНДЕ ТРИБОЛОГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМІН ДАЯРЛАУДЫҢ ҚАЖЕТТІЛІГІ

Мақалада пәндердің кәсіби циклінде трибология саласындағы болашақ физика мұғалімдерін даярлаудың қажеттілігі қарастырылады. Жоғары оқу орындарының физика білім беру бағдарламаларының студенттері үшін теориялық-эксперименттік зерттеудің нақты мәселелерін шешу үшін трибологияның физикалық процестерін визуализациялау және модельдеу құралдарын жасау ұсынылады. Сондай-ақ, трибологияның физикалық негіздері бойынша арнайы курс әзірлеу және оны жалпы физика курсының тиісті бөлімдерін оқыту кезінде оқу процесіне енгізу ұсынылады.

Жұмыста мысал ретінде трибожүйелер элементтерінің өзара әрекеттесуінің термодинамикалық негіздері келтірілген. Трибожүйелер мен сыртқы факторлардың әсерінен материалдардың жабындарының термодинамикалық және функционалдық сипаттамаларындағы өзгерістер Шығыс Қазақстан университетінде құрылған «Беттік инженерия және трибология» ғылыми орталығының зерттеу пәні болып табылатындығын ескере отырып, авторлар физика білім беру бағдарламалары студенттері трибологияның физикалық негіздерін меңгеруі орынды деп санайды. Осы орталықтың құрамында әлемдік стандарттарға сәйкес келетін ғылыми-зерттеу эксперименттік базасы және ғылыми дәрежелері мен атақтары бар жоғары білікті кадрлар, трибология саласындағы мамандар бар екендігі көрсетілген. Осы мақсатқа жету үшін университетте ғылыми эксперименттік базаның және тиісті кадрлық әлеуеттің болуы өте маңызды.

**Кілт сөздер:** трибологияның физикалық негіздері, болашақ физика мұғалімі, кәсіби цикл, жұмыс оқу бағдарламасы, арнайы курс, кәсіби даярлық, білім беру жүйесін жаңарту, ғылыми орталық.

М.К. Skakov<sup>1</sup>, М.М. Nurizanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University  
(Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk), e-mail: skakovmk@mail.ru

<sup>2</sup>PhD Doctoral Student, Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University  
(Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk), e-mail: makpal.nurizanova@gmail.com

### \*Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Скаков М.К., Нуризинова М.М. Пәндердің кәсіби циклінде трибология саласындағы болашақ физика мұғалімін дайындаудың қажеттілігі // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2021. – №1 (119). – Б. 114–123. <https://doi.org/10.47526/habarshy.vi1.482>

### \*Cite us correctly:

Skakov M.K., Nuryzinova M.M. Pänderdiń kásibi tsiklinde tribologiya salasyndaǵy bolashaq fizika muǵalimin dayndaýdyń qajettiligi [The Need to Train a Future Physics Teacher in the Field of Tribology in the Professional Cycle of Disciplines] // Iasayı úniversitetiniń habarshysy. – 2021. – №1 (119). – B. 114–123. <https://doi.org/10.47526/habarshy.vi1.482>

## The Need to Train a Future Physics Teacher in the Field of Tribology in the Professional Cycle of Disciplines

The article discusses the feasibility of training future physics teachers in the field of tribology in the professional cycle of disciplines. For students of educational programs of physics of higher educational institutions to solve specific problems of theoretical and experimental research, it is proposed to develop tools for visualization and modeling of physical processes of tribology. It is also proposed to develop a special course on the physical foundations of tribology and introduce it into the educational process when studying the relevant sections of the General physics course.

As an example, thermodynamic bases of interaction of elements of tribosystems are given in this paper. Given that changes in the thermodynamic and functional characteristics of tribosystems and coatings of materials under the influence of external influences are the subject of research of the scientific center "Engineering of surface and tribology", established at the East Kazakhstan University, the authors consider it appropriate to study the physical foundations of tribology by students of educational programs of physics. It is shown that the center has a research and experimental base corresponding to international standards and highly qualified staffs with academic degrees and titles, specialists in the field of tribology. To achieve this goal, it is very important to have a scientific experimental base and appropriate human resources at the University.

**Keywords:** physical fundamentals of tribology, future physics teacher, professional cycle, working curriculum, special course, professional training, modernization of the education system, research center.

**М.К. Скаков<sup>1</sup>, М.М. Нуризинова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>доктор физико-математических наук, профессор, Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова (Казахстан, г. Усть-Каменогорск), e-mail: skakovmk@mail.ru

<sup>2</sup>PhD докторант, Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова (Казахстан, г. Усть-Каменогорск), e-mail: makpal.nurizanova@gmail.com

### Необходимость подготовки будущего учителя физики в области трибологии в профессиональном цикле дисциплин

В статье рассматривается целесообразность подготовки будущих учителей физики в области трибологии в профессиональном цикле дисциплин. Для студентов образовательных программ физики высших учебных заведений по решению конкретных задач теоретико-экспериментального исследования предлагается разработать средства визуализации и моделирования физических процессов трибологии. Предлагается также разработать спецкурс по физическим основам трибологии и внедрить его в учебный процесс при изучении соответствующих разделов курса общей физики.

В работе в качестве примера приведены термодинамические основы взаимодействия элементов трибосистем. С учетом того, что изменения в термодинамических и функциональных характеристиках трибосистем и покрытий материалов под влиянием внешних воздействий являются предметом исследования научного центра «Инженерия поверхности и трибология», созданного в Восточно-Казахстанском университете, авторы считают целесообразным изучение физических основ трибологии студентами образовательных программ физики. Показано, что данный центр имеет в своем составе соответствующую мировым стандартам научно-исследовательскую экспериментальную базу и высококвалифицированные кадры с учеными степенями и званиями, специалистов в области трибологии. Для достижения поставленной цели очень важно наличие научной экспериментальной базы и соответствующего кадрового потенциала в университете.

**Ключевые слова:** физические основы трибологии, будущий учитель физики, профессиональный цикл, рабочая учебная программа, специальный курс, профессиональная подготовка, модернизация системы образования, научный центр.

### **Кіріспе**

Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Жаңа жағдайдағы Қазақстан: Іс-қимыл кезеңі» атты халыққа Жолдауы еліміздің дамуының жаңа міндеттерін айқындап берді. Жолдау жүктеген маңызды міндеттердің ішінде ғылым-білім саласын дамытудың маңызы бөлек [1]. Әлеуметтік салада білім беру сапасын жақсартуға баса мән беру керектігін мемлекет басшысы ерекше атады. Өткен 2019 жыл білім саласы қызметкерлері үшін нәтижелі болды. Тәуелсіздік тарихында тұңғыш рет «Педагог мәртебесі туралы» заң қабылданды. Елімізді ғылыми-технологиялық тұрғыдан дамыту жөніндегі арнаулы бағдарламалық құжат бізге қажет екендігін айтты. Бүгінгі қоғам білім беру жүйесінде аумалы-төкпелі өзгерістерге төтеп бере алатын, кез келген күтпеген жағдайда жұмыс жасай алатын, көзқарасы кең, мәдениеті жоғары, психологиялық-педагогикалық құзыретті болуымен қатар, түрлі күрделі мәселелерді еркін шеше алатын, жасампаздықты негізге ала отырып, тиімділігі жоғары дәрежедегі қызметті ұйымдастыруға қабілетті мамандарды даярлауды талап етеді. Сондықтан Қазақстан Республикасының «Білім туралы» заңына сәйкес, болашақ мамандарға кәсіптік білім беру мәселесін жоғары деңгейде шешу ісі жоғары оқу орнындағы білім беру жүйесінің кәсіби бағытта ғылыми педагогикалық тұрғыда құрылып, жүйелі түрде бір-бірімен тығыз байланысқан, бір мақсатқа негізделген процестерден тұратынын ескеру арқылы дайындалған жоғары оқу орны студенттеріне физика пәнінен кәсіби білім беру сапасын жетілдіру шараларын саралауға арналған жұмыс жалпы мемлекеттік бағдарламалармен тығыз байланыста деп санауға толық негіз бар.

Осы өзекті мәселені ескере келе бұл жұмыстың мақсаты жоғары оқу орны (ЖОО) физика білім беру бағдарламасы студенттері үшін трибологияның физикалық негіздерін меңгерудің қажеттілігін анықтау.

### **Негізгі бөлім**

Еліміздегі педагогикалық бағытта жұмыс жасайтын ЖОО-да жоғары білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты негізінде жасалған «Физика (білім)» білім беру бағдарламасының жұмыс оқу бағдарламасына талдау жасалынды [2]. Яғни, бакалавриат – кемінде 240 академиялық кредит міндетті түрде меңгерілетін тиісті білім беру бағдарламасы бойынша «бакалавр» дәрежесін бере отырып, кадрлар даярлауға бағытталған жоғары білім деңгейі болып табылады. Жоғары білім беру бағдарламасының мазмұны үш цикл пәндерінен тұрады – жалпы білім беретін пәндер (ЖБП), базалық пәндер (БП) және кәсіби (бейіндеуші) пәндер. Кәсіби цикл пәндері көлемі жоғары білімнің білім беру бағдарламасының жалпы көлемінен кемінде 60 академиялық кредитті құрайтын оқу пәндерін және кәсіптік практика түрлерін қамтиды. 2019–2020 оқу жылдарына талдау жасау барысында байқағанымыз Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті бВ01502 «Физика мұғалімін даярлау» білім беру бағдарламасы бойынша таңдау пәндеріне тоқталатын болсақ: Математикалық физика әдістері; Физиканың математикалық теңдеулері; Физиканың компьютерлік әдісі; Физикалық процестерді моделдеу; Синергетика және физиканың ғылыми дамуы; Физиканың даму тарихы; Компьютердің физикалық негіздері; Компьютер көмегімен физикалық есептерді шығару; Физикалық білім берудегі жоғары технологиялар және Нанотехнология негіздері оқытылады екен [3].

Ал, Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінің «бВ01504 – Физика (білім)» білім беру бағдарламасы бойынша кәсіптік пәндер циклінің бір модулін талдай отыра, Физиканы оқытудың инновациялық технологиялары; Физика тарихы; Физикалық

процестерді математикалық және компьютерлік модельдеу; Физиканы оқыту әдістемесі; Нанотехнология және наноматериалдар негіздері, мектептегі физикалық эксперимент; Электр және магнетизм; Электростатика және магнитостатика; Электростатика және электродинамика негіздерін меңгереді [4].

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті – қазіргі заманғы ұлттық және қазіргі заманғы трендтерді ескере отырып, аймақтың білім беру жүйесі үшін жоғары білікті кадрлар даярлауды жүзеге асыратын жетекші жоғары оқу орны. Мұндағы физика білім беру бағдарламасының мақсаты: жаңартылған білім беру аясында физика және физиканы оқыту әдістемесі бойынша бәсекеге қабілетті мамандарды даярлау, ғылыми-педагогикалық, өндірістік-технологиялық міндеттер мен мәселелерді шығармашылықпен шеше алатын жаңа формациядағы білікті маманды, педагогты қалыптастыру. Физика білім беру бағдарламасының кәсіби цикл пәндері болып: оптика, электр және магнетизм, жоғары қиындықты есептерді шешу, физикалық процесстерді компьютерлік үлгілеу және т.б. қарастырылған екен [5].

Физика білім беру бағдарламасына арналған жұмыс оқу бағдарламасын талдай келе мыналар анықталды: қазіргі уақытта физиканың арнайы пәндерін оқуға арналған сағат саны өте аз және оқу жоспарында белгіленген аудитория сағаттарының өте аз пайызын құрайды, физика оқу жұмыс бағдарламасы университеттің ерекшеліктерін көрсетпейді. Физика оқулықтары іс жүзінде жоқ, физиканы оқыту технологиялары заманауи талаптардың толқынына сәйкес келмейді, оқытушылар сабақта физикалық экспериментті сирек қолданады. Нәтижесінде көптеген білім алушылардың физикадан дайындық деңгейі қойылған мақсаттарға сәйкес келмейді. Олардың физикадағы іргелі білімі және оны болашақ кәсіби қызметке байланысты мәселелерді шешуде қолдану қабілеті нашар қалыптасқан. Білім алушыларды физиканың кәсіби цикл пәндерін оқуға ынталандырылмайды. Олар физика білім беру бағдарламасы бойынша арнайы пәндерді оқып үйрену және олардың кәсіби қызметі үшін маңызы жоқ қосымша пәндер деп санайды.

Ал, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің бір топ оқытушылары «Білімді ақпараттандыру жағдайында болашақ физика мұғалімдеріне «оптика» пәнін оқытудың әдіс-тәсілдері және құралдары» атты мақаласында жоғары оқу орнында білімді ақпараттандыру жағдайында «Оптика» пәнін оқытудың әдістемелік жүйесін жасауға аса мән берген еді [6].

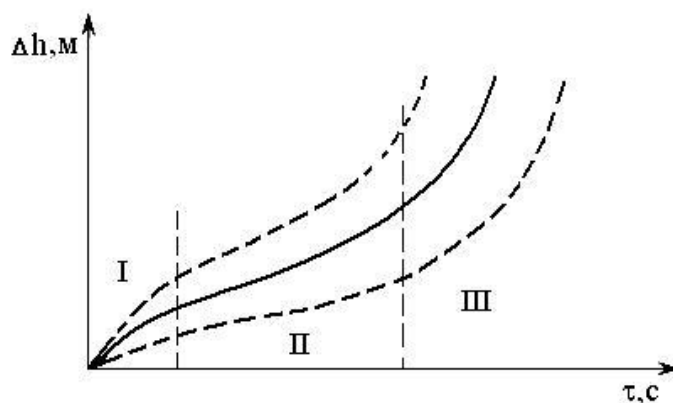
Бұл сала тек елімізде ғана емес ресейлік ғалымдардың да назарынан тыс қалмапты [7]. Физика мұғаліміне нанотехнологияның мағыздылығын мақсатты түрде ашып, физика білім беру бағдарламасындағы білім алушыларға нанотехнологиялық білім мен дағдыларды қалыптастырудың жолы әзірленген.

Кәсіби цикл пәндері әрқашан өте күрделі, қабылдауы оңай емес біршама ұғымдардан тұратындығы белгілі. Ғылым дамуының жылдам қарқыны мұндай ұғымдардың, айғақтардың, идеялар мен заңдылықтардың ұлғаюына әкеледі. Мектеп оқушыларымен қатар жоғары оқу орнының студенттері үшін де ғылыми-зерттеу орталықтары мен өндірісте қолданылатын қондырғыларда орын алатын аса күрделі құбылыстарды елестетіп, олардың жұмыс істеу принциптерін түсіндіру көптеген қиындықтарды туғызады. Осындай қиындықтардан шығуда ақпараттық технологиялар кеңінен қолданылады. Дегенменен, болашақ физика мұғалімдерін даярлауда жаңа технологиялар мен қондырғыларды пайдалану арқылы жеке пәндерді оқыту әдістемесі бір жүйеге түспей, жекелеген ұсыныстар деңгейінде қалыптасып отыр. Осындай саланың бірі – Трибология. Трибология ұғымы біздің өміріміздің барлық салаларында кездеседі. Яғни, трибология дегеніміз бұл қатты деформацияланатын денелердің салыстырмалы қозғалысы кезіндегі байланыс әрекеттесуін зерттейтін және сипаттайтын ғылым, физиканың бір ерекше саласы [8]. Трибология ұғымымен таныса отырып, біздің «Физика (білім)» білім беру бағдарламасының білім алушыларына қажеттісі «Трибологияның физикалық негіздері». Біздің ойымызша, «Трибологияның физикалық

негіздері» молекулалық физика, механика, термодинамика, электродинамика, материалтану және металлофизиканың заманауи ғылыми идеяларын ұсынады. Сонымен, үйкеліс кезінде беткі қабаттардың пайда болу және бұзылу механизміне рін қарастыру, студенттерге трибологияның физикалық негіздері туралы ақпарат беру.

Трибофизика қазіргі физиканың бағыты ретінде денелер өзара қозғалыс жағдайында бір-бірімен байланысатын денелердің нақты жүйелерінде (трибожүйелерде) болатын процестер мен құбылыстарды зерттейді. Трибофизика механика мен материалтану шеңберінен тыс термодинамика, статистикалық физика, электродинамика, кинетика және басқалардың мәселелерін қарастырады. Трибофизиканың қазіргі даму кезеңі өзара әрекеттесетін денелердің беттерінде және беткі қабаттарында болатын құбылыстар мен процестерді зерттеуге және білуге, жоғары тиімді физикалық, химиялық және математикалық зерттеу әдістері мен компьютерлік технологияларды қолдануға жан-жақты көзқараспен сипатталады. Эксперименттік және теориялық зерттеулердің нәтижелерін талдау әр түрлі сыртқы жағдайларда және өзара әрекеттесетін беттердің әр түрлі күйлерінде әр түрлі материалдардың үйкелісі мен тозуының табиғатын түсінуде айтарлықтай прогреске қол жеткізуге мүмкіндік берді.

Бұған үйкеліс кезінде металдар мен полимерлердің адгезиялық өзара әрекеттесуін, құрылымдық-фазалық түрлендірулер мен сыртқы энергетикалық әсердің әр түрлі температуралары мен деңгейлеріндегі беткі қабаттардың реологиясын зерттеу нәтижелері ықпал етті. Термодинамикалық тәсіл негізінде алынған нәтижелерді талдау және жалпылау бүкіл беткі материалдық жүйенің артық энтропия мен тозу қарқындылығының минималды өндірісі бар ең тиімді құрылымдық-энергетикалық күйге көшуге деген ұмтылысы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Кез келген трибологиялық жүйе жұмыс барысында өзінің функционалды сипаттамаларын өзгерте алады, сонымен қатар оның физикалық жағдайлары өзгереді.



1-сурет – Трибожүйелердің функционалды сипаттамаларының өзгеруі [9]

Байланыс трибологиялық өзара әрекеттесу аймағына энергия енгізу кезінде жүйеде жұмыс жасалады және байланыстың нақты бағыты қалыптасады. Содан кейін өзара әрекеттесу нәтижесінде келесі процестерді қамтитын энергияның диссипациясы (дисперсиясы) пайда болады:

- энергияны жинақтау: жергілікті ақаулар мен дислокациялардың пайда болуы, материалдың деформацияланған көлемінде энергияны жинақтау;
- эмиссия: фонндар (акустикалық толқындар, шу), фотондар (триболюминесценция), электрондар (экзоэлектрондар, Крэмер әсері);
- энергия жинақталуын жылуға айналдыру және энтропияның ұлғаюы.

I күй (1-суретті қараңыз) – ТЖ бөлшектерінің жұмыс істеу кезеңі, тұрақты емес жай-күй. Осы кезеңде жүйе E1, E2 бөлшектерінің өзара әрекеттесуінің оңтайлы жағдайларына автоматты түрде бейімделеді және оны *өзін-өзі реттеу кезеңі* деп атауға болады. Мұндағы E1, E2 – қатты денелердің өзара әрекеттесуі. Бөлшектердің қасиеттері мен олардың өзара әрекеттесуі өзгермейтін сыртқы энергия әсерімен тозу қарқындылығы төмендейтін етіп өзгереді. Осы кезеңде конъюгацияланған беттердің оңтайлы микрогеометриясы қалыптасады және бөлшектердің материалының құрылымы мен қасиеттеріндегі қолайлы өзгерістер – *трибореттеу* арқылы шақырылған.

Жұмыс және бейімделу кезеңдерін аяқтағаннан кейін II күй төмендейді – *тұрақты тозу қарқындылығымен тұрақты күй* кезеңі. Бұл кезең ТЖ үшін негізгі кезең болып табылады және жүйенің басқа кезеңдерімен салыстырғанда ең ұзақ уақытқа ие. Стационарлық жағдай неғұрлым ұзаққа созылса, трибологиялық жүйенің қалыпты жұмыс кезеңі соғұрлым ұзақ болады. ТЖ элементтерінің ақаулары мен қартаюының жинақталуымен ол көшкін сипатына ие болатын *тозудың жоғары және үдемелі қарқындылығымен* сипатталатын III күйге өтеді және апатқа әкеледі. Жоғары қарқындылықпен тозу фрикциялық өзара әрекеттесудегі материалдар мен бөлшектер қасиеттерінің өзгеруі, майлау материалдарының өзгеруі (тұрақтылығы) және зиянды жанама (динамикалық) процестердің пайда болуы салдарынан болады.

Трибожүйелер мен жабындардың термодинамикалық және функционалдық сипаттамаларындағы осы өзгерістер Шығыс Қазақстан университетінде құрылған «Беттік инженерия және трибология» ғылыми орталығының зерттеу пәні болып табылады [10]. Зертхана машина бөлшектерінің тозуға төзімділігін жақсарту үшін қорғаныш жабындарды алу және беттік модификация ресурс үнемдейтін әдісіне негізделген инновациялық технологияларды әзірлейтін ғылыми-зерттеу орталығы болып табылады. БИЖТҒЗ-ның негізгі мақсаты – жоғары халықаралық стандарттарға сәйкес келетін беттік инженерия саласында бәсекелестікке қабілетті ғылыми-зерттеу орталығын құру. Зертхана миссиясы Қазақстандағы трибология саласын дамыту, беткі техника саласындағы жоғары технологиялық әзірлемелерді құру және отандық өнеркәсіптік өндірісте жаңа жетістіктерді енгізу. Жоғары оқу орындарында ғылыми-зерттеу жұмыстарын кеңінен енгізу студенттерді ғылыми-зерттеу жұмыстарымен айналысуына жағдай жасады – бұл жұмысты енгізудің ең басты факторы жас мамандарды жаңа заманға сай, жаңа технологиямен таныстыру болып табылады. БИЖТҒЗ орталығында студенттер, магистранттар және докторанттар ғылыми жұмыстармен айналысады.

БИЖТ негізгі ғылыми бағыттары: қаржыландыратын ғылыми жобалар мен гранттар, ғылыми және инновациялық әзірлемелер, қызметкерлердің негізгі мақалалары мен патенттерінің алар орны ерекше. Ғылыми орталықта физика-математика ғылымдарының доктор, кандидаттары, философия докторлары (PhD), аға және кіші ғылыми қызметкерлер, білікті инженерлер қызмет атқарады. Ғылыми орталық заман талабына сай инновациялық құрал-жабдықтармен, яғни роботпен детонациялық зеңбірек – ол тозаңдатудың детонациялық-газды әдісі бұйымдар мен бөлшектердің жұмыс беттерін қалпына келтіруге ғана емес, сонымен қатар олардың пайдалану ресурсын едәуір арттыруға мүмкіндік береді (2-сурет). Қаптау әр түрлі материалдардан жасалуы мүмкін: металдар, олардың қорытпалары, металл оксидтері мен карбидтері, композициялық ұнтақтар, механикалық қоспалар. Детонациялық бүрку келесі артықшылықтарға ие: жоғары адгезия, төмен кеуектілік және де бүріккіш бөліктің деформациясы жоқ. Бұл әдістің маңызды артықшылығы: электр энергиясын аз тұтыну, экологиялық таза өндіріс.



**2-сурет – CCDS2000 детонациялық кешені**

Сонымен қатар ғылыми-зерттеу орталығы «Micron-tribo» үйкеліс машинасы («шар-диск» және «саусақ-диск» схемасы бойынша үйкеліске және тозуға сынақтар жүргізуге), металл материалдар мен жабындыларды МЕМСТ 23.208-79 бойынша қатты бекітілмеген абразивтік бөлшектерге үйкелу кезінде абразивтік тозуға сынау үшін пайдаланылатын қондырғы, материалдарды плазмалық-электролиттік түрлендіруге арналған қондырғы болаттар мен қорытпаларды цементтеуге, нитроцементтеуге, азоттауға, анодтауға, оксидтеуге және шынықтыруға мүмкіндік беретін қондырғылармен жабдықталған.

Беткі инженерия және трибология орталығы ғалымдарының [11, 12] түпнұсқа еңбектерінде электролитті-плазмалық өңдеуден және жабындардан кейін 12X18H10T, 18xH3ma-Ш, 30xгс, 34XH1M, P6M5 болаттарының модификацияланған беткі қабаттарының негізгі физикалық-механикалық қасиеттері мен құрылымдық-фазалық күйін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Жабындар мен өңдеу беттерін қолдану арқылы бөліктің беткі қабаттарының қасиеттерін мақсатты түрде өзгерту белгілі және дамыған технология. Алайда, бұл бағыт Құрылымдық материалдардың физикалық, механикалық және трибологиялық қасиеттеріне қойылатын талаптардың қатаң әрі дәл болуына байланысты маңызды бола түсуде. Сонымен қатар, қорғаныс жабындарын қолдану және беткі беріктендіру кезінде ресурстар мен энергия шығындарын азайтуға, еңбек өнімділігін арттыруға ықпал ететін ресурстарды үнемдейтін технологияларды қолдану маңызды рөл атқарады. Ұсынылған инновациялық технология [13, 14] жақсартылған трибологиялық қасиеттері бар, микроқаттылығын, тозуға төзімділігін және коррозияға төзімділігін арттыратын материалдың бетін алуға мүмкіндік береді. Олар ЭӨҰ-дан кейін үлгілердің беттік қаттылығын жалпы коррозияға қарсы тұрақтылықты да кристаллалық коррозияға төзімділікті төмендетпестен арттыру мүмкіндігін көрсетеді. Болаттар бетінің тозуға төзімділігі мен қыртысқа төзімділігі беткі қабаттың құрылымдық-фазалық күйінің өзгеруіне байланысты артады. Туындау процесі түрлендірілген қабатта жүзеге асады және құрылымдық құрамдастары ретінде нитридтер, карбидтер, инелі мартенситке айналу арқасында, болаттың азотпен және көміртегімен ЭБҰ процесінде мүмкіндігі артады. Алғаш рет ЭБҰ (цементтеу, нитроцементациялау, азоттау) субқұрылымның фрагментациясымен

және субсерік құрылымының қалыптасуымен қатар жүретіні анықталды. Фрагменттер мен субзерендердің көлемінде торлы дислокациялық құрылым байқалады. Субзерендердің шекаралары бойынша темір карбидтері мен нитридтерінің бөлшектері анықталады. Алғаш рет ЭӨҰ (цементтеу, нитроцементациялау, азоттау) субқұрылымның фрагментациясымен және субсерік құрылымының қалыптасуымен қатар жүретіні анықталды. Фрагменттер мен субзерендердің көлемінде торлы дислокациялық құрылым байқалады. Субзерендердің шекаралары бойынша темір карбидтері мен нитридтерінің бөлшектері табылады.

Осылайша, авторлардың жұмыстары тозуды азайту және коррозияға төзімділікті арттыру үшін жабындар мен беткі өңдеуді қолдану арқылы бөлшектердің беткі қабаттарының қасиеттерін мақсатты түрде өзгерту мүмкіндігін көрсетті. Алайда, құрылымдық материалдардың физика-механикалық және химиялық қасиеттеріне қойылатын талаптар қатаң әрі дәл бола бастағандықтан, бұл бағыт өзекті бола түсуде. Нәтижесінде, максималды тиімділікке қол жеткізу үшін дизайнерлердің үнемі өсіп келе жатқан талаптарын қанағаттандыру үшін қолданыстағы жабын жүйелері мен беткі өңдеу әдістерін жақсарту қажет. Қазіргі заманғы трибологияның бұл мәселесін шешу үшін жаңа материалдар жасауды, жаңа беткі өңдеу технологияларын әзірлеуді және дамытуды қамтитын кешенді тәсіл қажет. Осы бағыттағы зерттеулер бірнеше жылдар бойы гранттық және бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру жобалары шеңберінде «Технологиялық даму жөніндегі ұлттық агенттік» АҚ, ҚР БҒМ ҒК «Ғылым қоры» АҚ және ҚР БҒМ ҒК қаржылық қолдауымен жүргізілді.

Осылайша, жоғары оқу орындарының физика білім беру бағдарламалары студенттері трибологияның физикалық негіздерін меңгеруі орынды деп санаймыз. Инженерия және трибология орталығының құрамында тиісті ғылыми зерттеу эксперименттік базасы және ғылыми дәрежелері мен атақтары бар жоғары білікті кадрлар, трибология саласындағы мамандар бар. Біздің ойымызша, мақсатқа жету үшін ол өте маңызды.

Пәндердің кәсіби циклінде трибология физикалық негіздері саласында болашақ физика мұғалімін даярлаудың теориялық негіздемесі мен әдістемесін әзірлеу, яғни трибологияның физикалық негіздері саласындағы педагогикалық жоғары оқу орындарының студенттерін даярлаудың теориялық негіздемесі, педагогикалық жоғары оқу орны студенттерін оқыту бағдарламасының негізгі және вариативтік бөлігінің физикалық пәндердің жалпы курсына трибологиялық ұғымдарды енгізу процесінің әдістемелік негіздемесі, пәндердің кәсіби циклінде технологияның физикалық негіздері саласындағы болашақ физика мұғалімдерін даярлау әдістемесінің моделі, әдістеме трибологиялық ұғымдарды педагогикалық жоғары оқу орындарының студенттерін даярлау бағдарламасының инвариантты бөлігіне енгізу, трибологиялық ұғымдарды педагогикалық университеттің студенттерін даярлау бағдарламасының ауыспалы бөлігіне енгізу әдістемесі қарастырылса, пәндердің кәсіби цикліндегі трибологияның физикалық негіздері саласында болашақ физика мұғалімін даярлау әдістемесінің эксперименттік негіздемелерінде педагогикалық эксперименттің жалпы сипаттамасы беріліп, педагогикалық эксперименттің іздеу кезеңі, педагогикалық эксперименттің оқыту кезеңі жүзеге асырылады.

### **Қорытынды**

Осылайша, жоғарыда айтылғандардың негізінде пәндердің кәсіптік циклінде таңдау курсы ретінде «Трибологияның физикалық негіздері» арнайы курсын студенттердің оқу бағдарламасына енгізудің тиімділігі анықталды деген қорытынды жасауға болады.

Қойылған мақсатына сәйкес мынандай міндеттер анықталды:

1) жоғары оқу орындарының физика білім беру бағдарламасы студенттері үшін трибологияның физикалық негіздері бойынша арнайы курс әзірлеу;

2) жалпы физика курсының бөлімдері бойынша трибологиялық процестерді модельдеу және визуализациялау құралдарын әзірлеу.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына Жолдауы: 2020 жылғы 1 қыркүйек [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <http://www.akorda.kz>.
2. Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан О внесении изменений и дополнений в приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года No 604 «Об утверждении государственных общеобязательных стандартов образования всех уровней образования»: 5 мая 2020 года №182.
3. 6B01502 – «Физика мұғалімін даярлау». – Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті. – Шымкент, 2019. [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <http://www.okmru.kz>.
4. «6B01504 – Физика (білім)» білім беру бағдарламасы. – Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті. – Алматы, 2019. [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <http://www.kaznpu.kz>.
5. 6B01502 – Физика мамандығы бойынша білім беру бағдарламасы. – С. Аманжолов атындағы ШҚУ. – Өскемен, 2020 [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <http://www.vkgu.kz>.
6. Ramankulov, S., Dosymov, Y., Turmambekov, T., Azizkhanov, D., Kurbanbekov, S., & Bekbayev, S. (2020). Integration of case study and digital technologies in physics teaching through the medium of a foreign language // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(4), 142–157.
7. Шарошенко В.С. Подготовка будущего учителя физики в области нанотехнологий / В.С. Шарошенко, Н.В. Шаронова, И.В. Разумовская // *Школа будущего*. – 2015. – №4. – С. 55–61.
8. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: учебник для вузов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т., 2000. – 268 с.
9. Машков, Ю.К. Трибофизика и структурная модификация материалов трибосистем: монография / Ю.К. Машков, О.В. Кропотин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. – 324 с.
10. «Беттік инженерия және трибология» ғылыми зерттеу орталығы С. Аманжолов атындағы ШҚУ [Электронды ресурс]. – Өскемен, 2020. – Кіру режимі: <http://tribology.vkgu.kz/>
11. Rakhadilov B.K., Miniyazov A. Zh., Skakov M., Sagdoldina Zh. B., Tulenbergenov T., Sapataev E.E. Structural modification erosion plasma-irradiated tungsten and molybdenum surfaces // *Technical physics*. – 2020, Vol. 65, No. 3. – P. 382–391.
12. Sagdoldina Zh.B. Rakhadilov B.K., Skakov M.K., Stepanova O.A. Structural evolution of ceramic coatings by mechanical alloying // *Materials testing*. – 2019, 61(4). – P. 304–308
13. Rakhadilov B.K., Skakov M., Tulenbergenov T., Zhureroва L., Kurbanbekov Sh., Plasma installation for research of plasma-surface interaction // *Eurasian PhysicalTechnical Journal*. – 2019, Vol.16, No.2 (32). – P. 36–42.
14. Скаков М.К., Ерыгина Л.А., Батырбеков Э.Г., Котов В.М. Способ поверхностной закалки деталей из конструкционной стали. Патент №32397 на изобретение // *Бюл. №9*. – 2017. – 15 мая.

## REFERENCES

1. Memleket basshysy Qasym-Jomart Toqaevtyń Qazaqstan halqyna Joldaýy: 2020 jylǵy 1 qyrkúiek [Elektrondy resýrs]. – Kiru rejimi: <http://www.akorda.kz>. [in Kazakh]
2. Prikaz Ministra obrazovaniia i naýkı Respyblikı Kazahstan O vneseniı izmeneniı i dopolneniı v prikaz Ministra obrazovaniia i naýkı Respyblikı Kazahstan ot 31 oktiabria 2018 goda No 604

- «Ob ýtverjdenı gosýdarstvennyh obeobiazatelnyh standartov obrazovaniya vseh ýrovnei obrazovaniya»: 5 maia 2020 goda №182. [in Russian]
3. 6V01502 – «Fızıka muǵalimin dairalaý». – Óntústik Qazaqstan memlekettik pedagogikalıq ýnıversiteti. – Shymkent, 2019. [Elektrondy resýrs]. – Kiru rejimi: <http://www.okmpu.kz>. [in Kazakh]
  4. «6V01504 – Fızıka (bilim)» bilim berý baǵdarlamasy. – Abai atyndaǵy Qazaq Ulttyq pedagogikalıq ýnıversiteti. – Almaty, 2019. [Elektrondy resýrs]. – Kiru rejimi: <http://www.kaznpu.kz>. [in Kazakh]
  5. 6V01502 – Fızıka mamandyǵy boıynsha bilim berý baǵdarlamasy. – S. Amanjолоv atyndaǵy ShQÝ. – Óskemen, 2020 [Elektrondy resýrs]. – Kiru rejimi: <http://www.vkgu.kz>. [in Kazakh]
  6. Ramankulov, S., Dosymov, Y., Turmambekov, T., Azizkhanov, D., Kurbanbekov, S., & Bekbayev, S. (2020). Integration of case study and digital technologies in physics teaching through the medium of a foreign language // International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(4), P. 142–157. [in English]
  7. Sharoenko V.S. Podgotovka býdýego ýchıtelia fızıkı v oblasti nanotehnologıı/V.S. Sharoenko, N.V. Sharonova, I.V. Razýmovskaiya // Shkola býdýego. – 2015. – №4. –S. 55–61. [in Russian]
  8. Berkovich I.I., Gromakovskii D.G. Tribologıya. Fızicheskie osnovy, mehanika ı tehniceskıe prilozhenıya: ýchebnik dlia výzov. – Samara: Samar. gos. tehn. ýn-t., 2000. – 268 s. [in Russian]
  9. Mashkov, Iý.K. Tribofızıka ı strýktýrnaia modifikatsıya materialov tribosistem: monografıya / Iý.K. Mashkov, O.V. Kropotın. – Omsk: Izd-vo OmGTÝ, 2009. – 324 s. [in Russian]
  10. «Bettik injenerıya jáne tribologıya» ǵylymı zertteý ortalyǵy S. Amanjолоv atyndaǵy ShQÝ [Elektrondy resýrs]. – Óskemen, 2020. – Kiru rejimi: <http://tribology.vkgu.kz/>. [in Kazakh]
  11. Rakhadilov B.K., Miniyazov A. Zh., Skakov M., Sagdoldina Zh. B., Tulenbergenov T., Sapataev E.E. Structural modification erosion plasma-irradiated tungsten and molybdenum surfaces // Technical physics. – 2020, Vol. 65, No. 3. – P. 382–391. [in English]
  12. Sagdoldina Zh.B. Rakhadilov B.K., Skakov M.K., Stepanova O.A. Structural evolution of ceramic coatings by mechanical alloying // Materials testing. – 2019, 61(4). – P. 304–308. [in English]
  13. Rakhadilov B.K., Skakov M., Tulenbergenov T., Zhurerova L., Kurbanbekov Sh., Plasma installation for research of plasma-surface interaction // Eurasian Physical Technical Journal. – 2019, Vol.16, No.2 (32). – P. 36–42. [in English]
  14. Skakov M.K., Erygina L.A., Batyrbekov E.G., Kotov V.M. Sposob poverhnostnoi zakalkı detaleı ız konstrýktsionnoi stalı. Patent №32397 na izobretenie // Bıyl. №9. – 2017. –15 maya [in Russian].