

СӘРСЕН АМАНЖОЛОВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ  
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ САРСЕНА АМАНЖОЛОВА

КЕЛІСІЛДІ / СОГЛАСОВАНО

«ТехноАналит» ЖЖС директоры/  
Директор ТОО «ТехноАналит»  
Веригин А.А.



БЕКІТІЛДІ / УТВЕРЖДЕНО

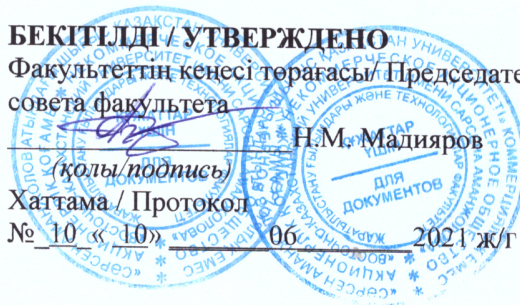
Факультеттің кеңесі төрағасы / Председатель  
совета факультета

Н.М. Мадияров

(қолы/подпись)

Хаттама / Протокол

№ 10 «10» 06 2021 ж/г



ПӘН БАҒДАРЛАМАСЫ (SYLLABUS)  
ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (SYLLABUS)

БЕТТІК ҚАБАТТЫҢ ТРИБОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ТРИБОТМЕТРИЯ

*Оқу пәнінің атауы/наименование учебной дисциплины*

6В07101 – МАТЕРИАЛТАНУ ЖӘНЕ ЖАҢА МАТЕРИАЛДАР  
ТЕХНОЛОГИЯСЫ

*(БББ атауы және коды/код и название ОП)*

Оқу түрі / Форма обучения / күндізгі  
(күндізгі / очная, ОБ/СО)

Курс/Курс 3

Семестр/Семестр 5

Кредиттер саны/Количество кредитов 8

Дәрістер/Лекции 30

Практикалық (семинар) сабақтар/

Практические (семинар) занятия 40

Зертханалық сабақтар/

Лабораторные занятия 10

БӨӨЖ / СРОП 40

БӨЖ / СРС 120

Емтихан / Экзамен 5 семестр

Өскемен, 2021 ж/г.

Құрастырушы / Составитель: Сағдолдина Ж.Б., қауымдастырылған профессор, PhD докторы

### Пән бағдарламасы

**Пән бағдарламасы (Syllabus) / Программа дисциплины (Syllabus)**

**Пәннің бағдарламасы (Syllabus)** университет Академиялық кеңес отырысында бекітілген оқу бағдарламасы негізінде жасалған / **Программа дисциплины (Syllabus)** разработана на основании учебной программы, утвержденной на заседании Академического совета университета  
Хаттама / Протокол №\_5\_ «\_20\_» \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2021 ж./г.

Кафедра отырысында ұсынылған / Рекомендована на заседании кафедры  
Хаттама / Протокол №\_10\_ «02\_» \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2021 ж.

Кафедра меңгерушісінің м.а./  
И.о. заведующего кафедрой

М.Б.Баяндинова

## 1. Пән туралы ақпарат / Информация о дисциплине

Пәннің атауы / Наименование дисциплины <u>«Беттік қабаттың трибологиясы және трибометрия»</u>	Пәннің коды / Код дисциплины ТРiТ КМiТ-3202	Кредит саны / Количество кредитов 8	Курс / Курс Семестр / семестр 3, 5
БББ атауы / Название ОП <u>«Беттік қабаттың трибологиясы және трибометрия»</u>	БББ коды / Код ОП 6B07101	Кафедра Инженерия және технологиялар	Факультет Жаратылыстану ғылымдары және технологиялар
Пәнді өткізу уақыты және орны / Время и место проведения дисциплины <i>оқу кестесі бойынша, № 7 оқу ғимараты</i>			
Кеңес беру уақыты – оқу кестесі бойынша Время консультации – по расписанию			
Рейтинг кестесі: 7 және 15 апта / График рейтинга: 7 и 15 недели			
Оқытушының А.Т.Ә., ғылыми дәрежесі, ғылыми атағы, қызметі / ФИО преподавателя, ученая степень, ученое звание, должность Сағдолдина Ж.Б., қауымдастырылған профессор, PhD		Байланыс ақпараты (телефон, e-mail) / Контактные данные (телефон, e-mail) 87476636113, <a href="mailto:Sagdoldina@mail.ru">Sagdoldina@mail.ru</a>	

**2. Пәннің қысқаша мазмұны / Краткое описание дисциплины:** «Беттік қабаттың трибологиясы және трибометрия» пәні сыртқы үйкелістің және беткі қабаттың тозу табиғаты мен заңдылықтары; үйкелудің қазіргі заманғы теориялары; үйкеліс коэффициенттерін анықтау әдістері; тозу қарқындылығын есептеу және болжау; абразивтік тозудың түрлері, оның табиғаты және механизмі; үйкеліс және тозу кезіндегі қолданылатын майлар мен қоспалардың мәні, үйкелетін бөлшектерге арналған материалдарды таңдау әдістемесі; ерекше жағдайларда (агрессивті ортада, вакуумда, төмен және жоғары температурада) тозуға төзімділікті, үйкелісті және тозуды арттыру әдістері; үйкеліс пен тозуды зерттеу үшін қолданылатын әдістер мен жабдықтар туралы жалпы мәлімет береді.

**Мақсаты / Цель:** білім алушыларға энергияны үнемдеу мәселелерін шешуге, машиналар мен жабдықтардың үйкеліс түйіндерінің сенімділігін арттыруға, оларды техникалық пайдалану шығындарын азайтуға қажетті білім мен дағдыларын үйрету.

**Міндеттері / Задачи:** білім алушыларды үйкеліс, тозу және майлау теориясының негіздерімен, әдіс-тәсілдерімен таныстыру, үйкелістің негізгі түрлерін зерттеу, үйкеліс жұптарының параметрлері және олардың негізінде металл өңдеу технологияларының принципімен таныстыру.

### **Құзыреттіліктер / Компетенции**

**Кәсіби құзырет:** қозғалыс тетіктерінің үйкеліс, тозудың және майлау қағидаттарын қолданып тұжырымын беруге; майлау жүйесінің тиімділік

дәрежесін бағалауға; үйкелетін бөлшектерді беттік қатайту технологияларын және үйкеліс пен тозуды сынау әдістерін меңгеру қабілеті.

**Оқыту нәтижелері / Результаты обучения:**

- үйкеліс, тозу және майлау теориясы үшін негізгі ұғымдарын меңгеру;
- үйкеліс жұптары материалдарының түрлері, олардың түйіндесу және өзара әрекеттесу негіздерін білу;
- үйкеліс жұптары үшін оңтайлы материалдарды таңдау;
- механикалық өңдеу үшін оңтайлы майлау және майлау жүйелерін таңдау;
- құрал-жабдықтарын таңдау;
- есептеулер жүргізу, үйкеліс жұптарының параметрлерін таңдау және оларды дамыту.

**Пререквизиттер / Пререквизиты**

№	Пәндердің атауы, олардың бөлімдері (тақырыптары) / Название дисциплины, разделы (темы)
1	Қолданбалы механика
2	Физика
3	Химия
4	Металтану

**Постреквизиттер / Постреквизиты**

№	Пәндердің атауы, олардың бөлімдері (тақырыптары) / Название дисциплины, разделы (темы)
1	Диплом алды іс-тәжірибесі
2	Өндірістік іс-тәжірибе

**5. Күнтізбелік-тақырыптық жоспар / Календарно – тематический план**

№	Пән тақырыптарының атауы / Наименование тем дисциплины	Апта / недели	Сабақ түрі бойынша аудиториялық сағат саны / Количество аудиторных часов по видам занятий		Сабақ түрі бойынша аудиториялық емес сағат саны / Количество внеаудиторных часов по видам занятий		Барлығы (с.)/Всего (ч.)
			Дәріс (с.) / Лекция (ч.)	Пр/сем./ зертх-қ./ студ (с.) / Прак/ сем/лаб/с туд (ч.)	БООЖ (с.) / СРОП (ч.)	БӨЖ (с.) / СРО (ч.)	

1	Трибологияға кіріспе. Жалпы мағлұматтар. Мәселелер.	1	2	2/1	3	8	16
2	Беткі қабат және оның қасиеттері. Кедір-бұдырлық параметрлері. Заттардың беттік жанасуы. Қалдық кенеулік	2	2	2/1	3	8	16
3	Беткі қабаттың физика-химиялық қасиеттері. Құрылымдық және фазалық өзгерістер. Беткі қабаттың құрылымы.	3	2	2/1	3	8	16
4	Адгезия. Беттік энергия. Адсорбция және хемосорбция.	4	2	2/1	3	8	16
5	Үйкеліс. Үйкеліс түрлері. Сырғанау және теңселіс үйкелісі.	5	2	2/1	3	8	16
6	Құрғақ үйкеліс. Шекаралық үйкеліс. Сұйықтық үйкелісі. Аралас үйкеліс. Герси-Штрибек диаграммасы	6	2	2/1	3	8	16
7	Үйкеліс жұптарының жұптарының тозуы. Шеттік және рұқсат етілген тозу. Тозу механизмдері	7	2	2/1	3	8	16
8	Тозу түрлері. Абразивті тозу. Тозу механизмдері. Қажулық тозу.	8	2	2/1	3	8	16
9	Пластикалық деформация әсерінен тозу. Кавитациялық тозу. Молекулалық-механикалық тозу.	9	2	2/1	3	8	16
10	Коррозия-механикалық тозу. Фреттинг-коррозиялық тозу. Тотығып тозу. Сутектік тозу. Эрозиялық тозу.	10	2	2/1	3	8	16
11	Тозуды өлшеу әдістері	11	2	4/0	2	8	16
12	Үйкеліс жұптарының материалдарын таңдау. Қойылатын талаптар.	12	2	4/0	2	8	16
13	Конструкциялық бөлшектердің тозуға төзімділігін арттыру	13	2	4/0	2	8	16
14	Үйкеліс түйіндерінің тозуға төзімділігін	14	2	4/0	2	8	16

	қамтамасыз етудің технологиялық әдістері.						
15	Майлау. Майлау материалдарының түрлері және физика-механикалық қасиеттері	15	2	4/0	2	8	16
	<b>Барлығы</b>		<b>30</b>	<b>40/10</b>	<b>40</b>	<b>120</b>	<b>240</b>
<b>Ағымдағы бақылау / Текущий контроль</b>		<b>Пәннің жалпы сағат санының 10% (санын көрсету) - 24</b>					

## 6. Дәріс сабақтарының мазмұны / Содержание лекционных занятий

### Тақырып 1 / Тема 1. Трибологияға кіріспе. Жалпы мағлұматтар. Мәселелер.

#### Дәріс тезистері / Тезисы лекций

Машина жасаудың қарқынды дамуы олардың алдына жаңа міндеттер қоя отырып, трибология саласындағы мамандардың қызметін үздіксіз ынталандырады. Ғарыштық зерттеулердің, атом энергетикасының дамуы температураның кең диапазонында (криогендіен 1500 °С-қа дейін), вакуумда, агрессивті ортада, майлау әсері жоқ сұйықтықтарда, оның ішінде сұйық металдарда, қарқынды радиация жағдайында үйкелетін денелердің жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз етуді талап етеді. Биологиялық белсенді ортада подшипниктердің жұмысы үшін материалдарды әзірлеу қажет.

Трибологияның дамуына үлкен үлес қосқан ғалымдар С.Б. Айнбиндер, В.А. Белый, Ф.П. Боуден, Д.Н. Браун, Д.Н. Гаркунов; Б.В. Дерягин, Ю.Н. Дроздов, Ю.А. Евдокимов, А.Ю. Ишлинский, И.В. Крагельский, Н.М. Михин, М.А. Левитин, К. Ипрамов, А.С. Проников, П.А. Ребиндер, Д. Тейбор, М.Н. Хрущов, А.В. Чичинадзе және т.б.

XV ғасырда Леонардо Да Винчи үйкелісті зерттеуде құнды үлес қосқан. Леонардо Да Винчидің моделін 180 жылдан кейін француз Г.Амонтон (1663-1705ж.ж.) қайта ашты. 1699 жылы Амонтон алдымен үйкелістің жүктеме мөлшеріне, қалыпты үйкеліс бетіне тәуелділік заңын тұжырымдады.

Трибологияны дамытудағы маңызды фактор микро - және нано-зерттеулерді жүргізуге арналған жаңа жабдықты, материалдардың триботехникалық қасиеттерін зерттеуге арналған сынақ машиналарын, жұқа беткі қабаттарды (және беттердің өздерін), майлау майларына жоғары тиімді қоспаларды зерттеуге арналған жабдықтар мен аспаптарды әзірлеу және пайдалану болып табылады.

*Әдебиеттер/ Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3]*

### Тақырып 2 / Тема 2. Беткі қабат және оның қасиеттері. Кедір-бұдырлық параметрлері. Заттардың беттік жанасуы. Қалдық кенеулік

#### Дәріс тезистері / Тезисы лекций

Үйкелісті зерттеу кезіндегі алғашқы мәселелердің бірі жанасатын (контакт) беттердің өзара байланысы. «Байланысу (контакт)» ұғымын қатты дене беттерінің пішінінің ауытқуы мен байланысқан беттер арасында болатын заттардың (газдар мен майлау материалдары) әсерін ескере отырып салыстырмалы ығысу мен қысушы күштердің (сжимающих сил) әсерін болатын беттердің әрекеттесуі деп түсінуге болады.

Машина бөлшектерінің жұмысына кедір-бұдырлықтың әсері әртүрлі. Кедір-бұдырлық беткі қабаттың эксплуатациялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді. МС

215142-82 сәйкес, беттің кедір-бұдырлығы дегеніміз белгілі бір базалық ұзындық бойымен алынған салыстырмалы түрде кішкентай қадаммен алынған тегіссіздіктің жиынтығы.

Қатты денелердің үйкеліс процесін жүзеге асыру үшін беттердің байланысы немесе осы денелердің өзара әрекеттесуі қажет. Қатты заттардың беттерімен байланыста болатын құбылыстардың сипаты осы беттердің физика-механикалық, химиялық қасиеттерімен және микрогеометриясымен анықталады. Беттердің байланысын зерттеу кезінде И.В. Крагельский контактінің (байланыстың) номиналды, контурлы және нақты ауданын анықтады.

Қалдық кернеулер диаграммасының сипатына беткі беріктендіру әдістері мен қорғаныш жабындары үлкен әсер етеді. Бөлшектердің беткі қабаттары жоғары жиілікті токтармен қатайғаннан кейін, беткі қабаттанудан, азоттаудан және цементтеуден кейін беткі жағында максималды қысатын кернеулер бар екендігі анықталды, ал мұндай өңдеуден кейін бөліктер тозуға төзімділігін арттырды.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3]*

### **Тақырып 3 / Тема 3. Беткі қабаттың физика-химиялық қасиеттері. Құрылымдық және фазалық өзгерістер. Беткі қабаттың құрылымы.**

#### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Пластикалық деформациялар микроқұрылымның өзгеруіне әкеледі. Металл құрылымында кездейсоқ орналасқан кристалды түйіршіктер пластикалық деформацияның әсерінен біркелкі бағыт алады. Металдың суық пластикалық деформациясында оның қаттылығы мен беріктігі артады. Бұл құбылыс металды қатайту және тегістеу деп аталады.

Бөлшектердің бетінің сапасы бетінің микро - және макрогеометриясымен, толқындығымен, құрылыммен, қатаюмен және қалдық кернеулермен сипатталады. Беткі қабаттың құрылымына әсер ететін маңызды фактор-бұл өңдеу процесінде пайда болған жаңа беттерде тез дамидыны тотығу процестері.

Металдың беткі қабаты жоғары белсенділікке ие, соның салдарынан әрекет етуші күштер қатты дененің (металдың) бетіне әртүрлі сипаттағы заттардың қабыршақтарын адсорбциялайды. Заттардағы (металдардағы) байланыс күштерін бес түрге бөлуге болады: иондық, ковалентті, металл, Ван-дер-Ваальстік немесе молекулалық, сутегі немесе резонанстық байланыс. Байланыстың тек бір түрі бар заттар өте сирек кездеседі. Әдетте, көп жағдайда әртүрлі байланыстардың үйлесімі байқалады, бірақ байланыстың басым түрі заттың белгілі бір физикалық, химиялық және механикалық қасиеттерін анықтайды.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3]*

### **Тақырып 4 / Тема 4. Адгезия. Беттік энергия. Адсорбция және хемосорбция.**

#### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Заттарда әрекет ететін байланыс күштері адгезияға әкеледі. Адгезия беткі қабаттағы молекулааралық өзара әрекеттесуден туындайды. Адгезияның ерекше жағдайы-бұл бірігу (когезия). Бұл молекулааралық өзара әрекеттесу, сутегі немесе химиялық байланыс күштері. Адгезия екі негізгі факторға байланысты. Бірінші фактор-нақты байланыс аймағының мөлшері, ол геометриялық байланыс аймағынан жүздеген, тіпті мыңдаған есе

ШҚУ Е Ү 013-21-03 Пән бағдарламасы (Syllabus)

Ф П ВКУ 013-21-03 Программа дисциплины (Syllabus)

аз. Екінші себеп-үлгілердің бетінде металл оксидтері мен әртүрлі сипаттағы заттар молекулаларының адсорбцияланған қабатының болуы.

Өңделген бет оның қалыптасу ерекшеліктеріне байланысты химиялық белсенділігі жағынан да, физика-механикалық қасиеттері жағынан да үлкен гетерогенділікпен ерекшеленеді. Сонымен қатар, микросызаттардың дамуына негіз болатын ақаулар беткі қабатта пайда болады. Еркін байланыстарға байланысты беттік атомдар қатты дененің ішіндегі атомдарға қарағанда көп энергияға ие. Кристалдың жалпы энергиясы ішкі және беттік энергиядан тұрады.

Қатты дененің қанықпаған күш өрістерінің қатты бетке қозғалатын газ молекулаларының күш өрістерімен әрекеттесуі немесе қатты денемен жанасатын сұйықтықтың өзара әрекеттесуі нәтижесінде оның беті қоршаған ортадағы заттардың қабығымен жабылған: газдар, әдетте ауада болатын су буы және басқа сұйықтықтардың буы, сондай-ақ сұйықтықтарда еріген және қатты дененің бетімен жанасатын заттар.

Қатты дененің бетінде газдардың, будың немесе ерітінділердің жұқа қабаттарының пайда болу құбылыстары немесе осы заттардың дененің бетіне сіңуі адсорбция деп аталады. Беттік энергия қорының азаюы нәтижесінде адсорбция жылуы шығады. Адсорбцияға қарсы процесс десорбция деп аталады.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5, 6]*

*Қосымша:[1, 2, 3]*

## **Тақырып 5 / Тема 5. Үйкеліс. Үйкеліс түрлері. Сырғанау және теңселіс үйкелісі.**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Үйкеліс дегеніміз-бір дененің екіншісіне қатысты бірінші денеге басылған кезде пайда болатын қарсылық. Бұл жағдайда тыныштық, сырғанау және жылжымалы үйкеліс бөлінеді. Механикалық компонент байланыс беттеріне қозғалу кезінде енгізілген байланыс денелерінің шығыңқы жерлерінің серпімді және пластикалық ығысуына төзімділіктен туындайды.

Көптеген зерттеулер металдар үшін үйкеліс коэффициентінің деформациялық компоненті адгезияға қарағанда шамамен 100 есе аз екенін көрсетті. Сондықтан бірінші жуықтаудағы үйкеліс коэффициенті адгезиялық компонентке тең.

Үйкеліс күшін өлшеу үшін әртүрлі трибометрлер қолданылады. Олар үйкеліс бетінің кедір-бұдырлығын, үйкеліс буы материалдарын, қалыпты жүктемені, сырғу жылдамдығын, температураны, майлауды және басқа да көптеген факторларды зерттеуге мүмкіндік береді.

Жылжымалы үйкеліс күші жылжымалы үйкеліс күшінен кемінде 10 есе аз. Жылжымалы үйкеліс күштері әртүрлі теориялармен түсіндірілді. Бұрын жылжымалы үйкеліс конъюгацияланған беттердің 56 сырғуымен бірге жүреді деп есептелген. Кейінірек сырғанау жылжымалы үйкеліс күшіне әсер ететіні анықталды. Жылжымалы денелердің беттерінде ілінісу күштері пайда болады. Адгезиялық ілінісу жылжымалы үйкеліс күштеріне аздап әсер етеді, бірақ жылжымалы денелердің тозуында үлкен рөл атқарады.

Үйкеліс күшіне мыналар әсер етеді: майлаудың тұтқырлығы, жылжымалы денелердің мөлшері, сепараторлардағы үйкеліс, беттердің кедір-бұдырлығы және т. б.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 6/ Тема 6. Құрғақ үйкеліс. Шекаралық үйкеліс. Сұйықтық үйкелісі. Аралас үйкеліс. Герси-Штрибек диаграммасы**

Екі қатты дененің арасындағы үйкеліс құбылысын зерттеу кезінде үйкелістің үш негізгі түрін ажыратуға болады: құрғақ (майлаусыз үйкеліс), шекаралық және сұйық. Майлау материалынсыз үйкеліс үйкеліс беттерінде арнайы енгізілген майлау материалдары болмаған кезде пайда болады. Үйкеліс молекулалық-механикалық сипатқа ие. Осылайша, нақты байланыс алаңдарында әрекет ететін молекулалық күштер адгезияны тудырады, беттерді орнатуға әкеледі.

Майлаусыз үйкеліс процесі беттердің секірмелі сырғуымен бірге жүреді. Шекаралық үйкеліс майлау қабатының қалыңдығы 0,1 мкм-ден аз болған кезде конъюгацияланған денелердің бетінде пайда болады. Бұл жағдайда үйкеліс күші үйкелетін беттердің табиғаты мен күйіне байланысты болады. Шекаралық майлау кезіндегі үйкеліс механизмі келесі түрде ұсынылуы мүмкін. Жүктеме астында байланыста серпімді және пластикалық деформация жүреді. Байланыс алаңдарында шекаралық пленканы бұзбай беттерді өзара енгізу мүмкін.

Сұйық үйкеліс режимі үйкеліс беттері қысыммен сұйық майлау қабатымен бөлінген кезде және бу элементтерінің тікелей байланысы болмаған кезде пайда болады. Майлаудың тұтқырлығы мен үйкелетін беттердің қозғалыс жылдамдығының жоғарылауымен сұйық үйкеліс артады. Майлау қабатының қалыңдығының артуы үйкеліс күшін төмендетеді. Сонымен қатар, сұйық майлау кезіндегі үйкеліс күші жұптасатын беттердің табиғатына байланысты емес.

Аралас (жартылай сұйық) үйкеліс режимі байланыста сұйық және шекаралық майлау болған кезде орын алады. Мұндай үйкеліс іске қосу және тоқтату, жоғары температура мен жүктеме, майдың жеткіліксіз тұтқырлығы және оны беру кезінде, сондай-ақ абразивті механикалық қоспалар майға түскенде пайда болады.

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5, 6]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 7 / Тема 7. Үйкеліс жұптарының жұптарының тозуы. Шеттік және рұқсат етілген тозу. Тозу механизмдері**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Жанасатын беттердің салыстырмалы қозғалысы және олардың механикалық өзара әрекеттесуі тек беткі қабаттар материалдарының күйі мен қасиеттерінің өзгеруіне ғана емес, сонымен бірге олардың жойылуына әкеледі. Әдетте, бұзылу материалдың ұсақ бөлшектерін үйкеліс беттерінен бөлу түрінде болады, бұл уақыт өте келе жанасатын бөліктердің мөлшері мен пішінінің өзгеруіне әкеледі. Бұл құбылыс тозу деп аталады.

Машинаны пайдалану кезінде тозу болатындықтан, бөліктің тозу дәрежесін анықтау және оны жөндеу қажеттілігін анықтау өте маңызды. Шекті тозуларды белгілеу реттеу операцияларын орындау және пайдалануда және жөндеу кезінде бөлшектерді жарамсыз ету үшін қажет. Шекті тозуларды анықтау үшін үш критерийді басшылыққа алу керек: техникалық, функционалдық және экономикалық. Шекті тозудың техникалық белгісін түйіспелі коррозия, кернеулердің релаксациясы және бөлшектердің макропластикалық деформациясы салдарынан қозғалмайтын конъюгация сипатының өзгеруін бағалау үшін де қолдануға болады.

Тозу механизмін қарастыра отырып, үйкеліс жұбының жанасу аймағында пайда болатын үш құбылысты ажыратуға болады: үйкеліс беттерінің өзара әрекеттесуі, беткі қабаттағы өзгерістер, беткі қабаттың бұзылуы. Барлық осы құбылыстар кезең-кезеңмен жүрмейді, олар бір-біріне өзара әсер етіп, үздіксіз араласады. Беттердің өзара әрекеттесуі механикалық және молекулалық деңгейде жүреді.

Уақыт өте келе тозудың өзгеруі тозу қисығымен сипатталады. Әр түрлі факторларға байланысты (материалдардың қасиеті, үйкеліс қондырғысының жұмыс режимі мен шарттары) тозу қисықтары әртүрлі болады. Көзбен немесе микроскоппен анықталатын үйкеліс беттерінің бұзылуы жеке элементар процестер түрінде жүреді, олардың комбинациясы материалдар мен үйкеліс жағдайларына байланысты.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[1, 2, 3, 4, 6]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 8 / Тема 8. Тозу түрлері. Абразивті тозу. Тозу механизмдері. Қажулық тозу.**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Тозу түрлерінің алғашқы жіктеулерінің бірін А. К. Зайцев ұсынды. Әр түрлі белгілермен ерекшеленетін бірқатар басқа классификациялар бар. Б. И. Костецкийге жетекші (басым) және ілеспе тозу түрлерін ажырату ұсынылды.

Машиналарды пайдалану кезінде үйкеліс бетіне әсер ету сипаты мен ондағы процестердің сипатына сәйкес тозу түрлерінің жіктелуі кең таралған. Машиналарда келесі тозу түрлері байқалады: механикалық тозу, молекулалық-механикалық тозу, коррозиялық-механикалық тозу.

Абразивті тозу-бұл бөлшектің қатты бөлшектермен (абразивпен) әрекеттесуі нәтижесінде бетінің бұзылуы. Абразивті материал-бұл табиғи немесе жасанды шыққан материал, оның дәндері жеткілікті қаттылыққа ие және кесу (тырнау) қабілетіне ие. Абразивті тозуға абразивті ортада жұмыс істейтін машина бөлшектерінің көп мөлшері әсер етеді.

Абразивті тозуға төзімділік беткі қабаттардың құрамы мен құрылымына да байланысты. Абразивті тозу кезіндегі материалдардың тұрақтылығы көбінесе жұмыс жағдайлары мен режимдеріне байланысты. Абразивтік бөлшектерді бөлшектердің майлау материалымен күштік байланыс аймағына орналастыру тозуды күрт арттырады. Абразивті тозу процесін ескере отырып, оның пайда болуының ерекше жағдайлары: соққы кезінде абразивті тозу; гидро және газ абразивті тозу; абразивті болған кезде полимерлердің тозуы.

Үйкеліс кезіндегі зақымданудың ең көп таралған түрі-бұл беттердің жылу, химиялық, адгезиялық және басқа да жанасу әсерлерінің фонында беттердің жергілікті бөлімдері қабылдайтын жоғары ауыспалы және циклдік серпімді-пластикалық жүктемелердің әсерінен болатын шаршау. Шаршау тозуының табиғаты туралы әртүрлі көзқарастар болды. 1903 жылы Бейби өз еңбектерінде алғаш рет көрсеткен.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[1, 2, 3, 4]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 9 / Тема 9. Пластикалық деформация әсерінен тозу. Кавитациялық тозу. Молекулалық-механикалық тозу.**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Пластикалық деформация (ұсақтау) әсерінен тозу-бұл микроотүсірілімдердің пластикалық деформациясы нәтижесінде бөліктің мөлшерін немесе пішінін өзгерту. Пластикалық деформация әдетте металдардың тозуымен бірге жүреді және үйкеліс бетіне тікелей жақын жерде байқалады. Бұл сонымен қатар бүкіл бөлікке немесе оның едәуір көлеміне таралатын деформацияны білдіреді.

Кавитация дегеніміз-қатты дененің бетінде қозғалатын сұйықтық ағынында

сұйықтықта ерітілген және одан шығарылған булар, ауа немесе газдармен толтырылған көпіршіктер түрінде қуыстардың пайда болу құбылысы. Кавитация-бұл қуыс. Кавитациялық тозудың қарқындылығы температураға, сұйықтықтың қасиеттеріне және бөлшектердің материалына байланысты. Дыбыстық және ультрадыбыстық тербелістер діріл кавитациясының пайда болуына ықпал етеді.

Молекулалық-механикалық тозу үйкеліс беттерінің механикалық және молекулалық өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болады. Байланыс орнында беттерді орнату нәтижесінде материалдың терең жыртылуы орын алады, сондықтан оны кептелу кезінде тозу деп атайды. Көбінесе майлаудың болмауы, ауыр жүктемелер, температура мен сырғу жылдамдығы байқалады. Тозудың бұл түрі бірінші және екінші типтегі орнату арқылы тозуға бөлінеді.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[1, 2, 3, 4]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 10 / Тема 10. Коррозия-механикалық тозу. Фреттинг-коррозиялық тозу. Тотығып тозу. Сутектік тозу. Эрозиялық тозу.**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Коррозиялық-механикалық тозу үйкеліс беттеріне механикалық әсер ету нәтижесінде пайда болады. Тозудың бұл түрі негізінен үйкеліс беті материалының оттегімен немесе тотықтырғыш ортамен химиялық реакциясынан туындайды.

Фреттинг-коррозия-бұл төмен амплитудасы, айналуы, тербелісі бар тербелістер кезінде бір-біріне тығыз басылған беттердің сырғу орындарындағы коррозиялық-механикалық бұзылу. Бұл жылжымалы байланыс нүктелерінде қорғаныс оксиді қабықшасының үздіксіз бұзылуына байланысты пайда болады. Фреттингкоррозияның ең қауіпті салдары-коррозиялық беріктіктің төмендеуіне байланысты бөлшектердің жарылуы.

Тотығу тозуы-коррозиялық-механикалық тозу, онда материалдың оттегімен немесе тотықтырғыш ортамен химиялық реакциясы тозуға негізгі әсер етеді. Тотығу тозуы материалдың оттегімен немесе тотықтырғыш ортамен әрекеттесуі нәтижесінде үйкеліс бетінде қорғаныс қабықшалары пайда болған кезде пайда болады, содан кейін бұл қабықшалар процестің қайталануымен механикалық әсер етеді.

Сутектің тозу әсерінің ашылуы Д. Н. Гаркунов пен А. Л. Поляковқа тиесілі. Беткі қабаттарда сутектің пайда болуы оның трибохимиялық реакциялар нәтижесінде майлау материалдарынан, отыннан, қоршаған газ ортасынан және металл емес үйкеліс жұптарынан қарқынды бөлінуіне байланысты. Беткі қабаттарда сутектің болуы металды құю және химиялық-термиялық өңдеу процестерінің нәтижесі болуы мүмкін.

Эрозия-бұл сыртқы ортаның әсерінен заттың беткі бұзылу процесі. Көбінесе эрозия коррозиямен бірге жүреді. Коррозиялық эрозиялық тозу-бұл коррозиялық-механикалық тозудың бір түрі. Коррозия мен эрозияның рөлі механикалық және химиялық әрекеттесуге байланысты.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[1, 2, 3, 4]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 11 / Тема 11. Тозуды өлшеу әдістері**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Тозуды өлшеудің қолданыстағы әдістері әдеттегі құралдардың көмегімен тозатын бөлшектердің мөлшерін өлшеуден де, ядролық-физикалық процестерге негізделген

әдістерді қолданудан да тұрады. Тозуды өлшеу үшін зақымдануды бағалаудың интегралды және дифференциалды әдістері қолданылады. Бөліктің салмағын немесе көлемін жоғалту арқылы тозуды өлшеу, әдетте, үлгілерді зерттеу кезінде қолданылады және көптеген машина бөлшектері үшін жарамсыз.

Бөлшектердің тозу мөлшерін анықтаудың ең көп таралған және қол жетімді әдісі-микрометриялық өлшеу әдісі. Микрометрлеу әдісімен тозуды бағалау микрометрлердің, ұзындықтың соңғы өлшемдерінің, аспаптық және әмбебап микроскоптардың, индикаторлық нутромерлердің, тұтқыш-механикалық аспаптардың немесе дәлдігі әдетте 1-ден 10 мкм-ге дейін болатын басқа да аспаптардың көмегімен жүргізіледі.

Салмақ әдісі әдетте кішкене бөліктердің тозуын анықтау үшін қолданылады. Олар сынаққа дейін және кейін өлшенеді. Бұл әдістің дәлдігі таразының дәлдігіне байланысты және  $(0,05...5) \cdot 10^{-6}$  г. аралығында болады.

Кейбір жағдайларда аз тозу мәндерінде профиледеу әдісі қолданылады. Бұл әдіс тозуды өлшеудің микрометриялық әдісінің бір түрі болып табылады. Профилографта "Бастапқы тозу" деп аталатын шама өлшенеді.

Жасанды негіздердің әдісі - тозған бетке қатаң түрде анықталған пішінді конус, пирамида және т.б. түрінде тереңдету қолданылады. Бұл әдіс негіздер Қолданылатын жерлерде жергілікті сызықтық беткі тозуды анықтауға мүмкіндік береді, сондықтан тозған беттің пішіндерін бағалауға болады

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5, 6]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 12 / Тема 12. Үйкеліс жұптарының материалдарын таңдау. Қойылатын талаптар.**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Үйкеліс қондырғыларының бөліктері олардың мақсатына байланысты кең ассортименттегі құрылымдық, үйкеліс, тозуға төзімді және үйкеліске қарсы материалдардан жасалған. Көптеген жағдайларда материалдар негізгі құрылымдық материалдың қаңқасына пленкаларды немесе төсемдерді жабу түрінде қолданылады. Кейде электр өткізгіштікке қойылатын нақты талаптарға сәйкес, ысқылайтын бөлшектер болаттан және арнайы мақсаттағы басқа қорытпалардан, металл оксидтерінен, керамикалық және металл емес материалдардан жасалады.

Материалдарды таңдау қиын міндет болып табылады, өйткені ол түйіндердің дизайны мен мақсатына, өндіріс технологиясына, пайдалану жағдайларына, бөлшектердің жалпы беріктігіне, олардың қызмет ету мерзіміне және материалдың құнын және пайдалану шығындарын ескере отырып жасалынады.

Қазіргі уақытта триботехника үйкеліс жұптары үшін материалдарды таңдаудың жалпы принциптері мен әдістерін қалыптастыруға мүмкіндік беретін үлкен тәжірибе жинады. Бұл техниканың жеке кезеңдері: пайдалану жағдайларын талдау, материалдарды алдын-ала таңдау, үйкеліс түйінінің жұмыс қабілеттілігін есептік-конструктивті бағалау, материалды түпкілікті таңдау.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 13 / Тема 13. Конструкциялық бөлшектердің тозуға төзімділігін арттыру**

ШҚУ Е Ү 013-21-03 Пән бағдарламасы (Syllabus)

Ф П ВКУ 013-21-03 Программа дисциплины (Syllabus)

## **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Үйкелетін бөлшектердің беріктігі мен сенімділігін арттырудың конструкторлық әдістері әртүрлі және үйкеліс түйіндерін жобалау сатысында шешіледі. Үйкеліс түйінін құрудағы негізгі міндеттер: машинаның үйкеліс түйінінің схемаларын оның тозуға төзімділігі мен құрылымның сенімділігіне әсер ету тұрғысынан бағалау және таңдау, үйкеліс жұбының материалдарын таңдау, тағайындау мөлшерін және нысаны бөлшектер, берілген режимде үйкеліс түйінінің қалыпты жұмысын қамтамасыз ету және артық жүктемелерден қорғау, ең аз шығындармен пайдалануды қамтамасыз ету, үйкеліс түйінін ластанудан қорғау.

Салыстырмалы түрде кішігірім сызықтық, бұрыштық немесе бірлескен қозғалыстар үшін қатаң байланысы бар кинематикалық жұптарды бірқатар артықшылықтарға ие жоғары серпімді аралық элементі бар бекітілген қосылыстармен алмастыруға болады. Олардың жұмыс процесінде байланыстардың өзара ығысуына арнайы серпімді бөліктің деформациясы арқылы қол жеткізіледі; бұл жағдайда сырғу немесе илемдеудің сыртқы үйкелісі резеңке серпімді элементтің ішкі үйкелісімен ауыстырылады. Бұл қосылыс резеңке металл топса түрінде жасалады.

Жылжымалы үйкелісті жылжымалы үйкеліспен ауыстыру бөлшектердің беріктігін, олардың жұмысының сенімділігі мен машиналардың тиімділігін арттыруға көмектеседі. Жылжымалы үйкеліс жағдайында жұмыс істейтін түйіндер үшін келесі артықшылықтар тән. Үйкеліс тораптарының бөлшектерін жобалау және машинаның орналасуы кезіндегі температуралық деформацияларды есепке алу жұмыс жағдайында үйкеліс беттерінің конфигурациясын мүмкіндігінше аз бұрмалау үшін жұптастыру және шараларды әзірлеу кезінде саңылаулардың дұрыс тағайындалуына дейін азаяды.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 14 / Тема 14. Үйкеліс түйіндерінің тозуға төзімділігін қамтамасыз етудің технологиялық әдістері.**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Үйкеліс бөлшектері беттерінің тозуға төзімділігін қамтамасыз етудің қолданыстағы технологиялық әдістері бірнеше топқа бөлінеді: механикалық, химиялық және термиялық, тозуға төзімді жабындарды қолдану, төсеу және т.б. бұл әдістерді қолдану машина бөлшектерінің өнімділігін арттыруға деген ұмтылыстан туындайды.

Кесу процесі-бұл үлкен жылу шығарумен, металдың деформациясымен, кесу құралының тозуымен және кескіште өсумен бірге жүретін күрделі физикалық процесс. Өңдеу әдісіне байланысты бұзылулардың орналасуы мен формасы өзгереді. Кедір-бұдырлардың бағыты бетінің тозуға төзімділігіне, қону сенімділігіне, пресс қосылыстарының беріктігіне әсер етеді.

Әр түрлі мақсаттағы үйкеліс түйіндерінің беріктігі мен тозуға төзімділігін арттыру үшін беттік пластикалық деформацияны қатайту әдістері кеңінен қолданылады. Беріктендіру металдың беткі қабатының шаршау қарсылығын және қаттылығын арттыру және беткі қабатта қысу кернеулерін, сондай-ақ реттелетін микрорельефті қалыптастыру үшін жүзеге асырылады.

Термиялық өңдеу дегеніміз-химиялық құрамын өзгертпестен құрылымы мен қасиеттерін өзгерту үшін қатты күйдегі металды жылытуға және салқындатуға байланысты процестер. Термиялық өңдеу негізгі параметрлермен сипатталады: белгілі бір температураға дейін қыздыру.

Термомеханикалық өңдеу-бұл қыздыру, пластикалық деформация және салқындатуды қамтитын бір Технологиялық процесте біріктірілген пластикалық деформация және термиялық өңдеу операцияларының жиынтығы. Термомеханикалық әсер механикалық қасиеттердің жоғарылауын қамтамасыз ететін құрылымдық күйге әкеледі.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **Тақырып 15 / Тема 15. Майлау. Майлау материалдарының түрлері және физика-механикалық қасиеттері**

### **Дәріс тезистері / Тезисы лекций**

Үйкеліс күшін азайту үшін майлау материалдарын қолдану ежелден бері белгілі. Ғасырлар бойы қолданылған органикалық май, негізінен өсімдік майы XIX ғасырдың соңында ауыстырылды. минералды (мұнай) майлар келді. Ғылым мен техниканың дамуымен мұнай майлары жақсарды; содан кейін синтетикалық майлау материалдары, қатты және ақырында өздігінен жағылатын материалдар пайда болды.

Негізгі мақсаты-жағармай материалдар кедергісінің азаюы трению және жыл сайынғы ақылы атындағы энергиясын жоғалту, тозуын төмендету бетінің үйкеліс.

Майлау материалдары сұйық болуы мүмкін (майлар, су, кейбір химиялық машиналарда жоғары концентрациядағы күкірт қышқылы, эмульсиялар және басқа сұйықтықтар), газ тәрізді (ауа және газ майлары), пластикалық және қатты (талық, графит, Молибден дисульфиді және т.б.).

Өнеркәсіпте минералды майлар ең кең таралған (95% дейін). Алу тәсілі бойынша олар: мазутты вакуумдік айдау арқылы алынған дистилляттық; мазут – гудронды вакуумдік айдау қалдығынан алынған қалдық; дистилляттық және қалдық майларды араластыру арқылы алынған компаундирленген болуы мүмкін.

Майлау материалдарының физика-химиялық сипаттамалары-бұл сапаны бағалау үшін стандарттармен реттелетін көрсеткіштер жүйесі. Негізгі сипаттамаларды қарастырыңыз.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[3, 4, 5]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **7. Практикалық (семинарлық) сабақтар мазмұны / Содержание практических (семинарских) занятий**

### **Тақырып 1 / Тема 1. Үйкеліс, тозу және майлау. Терминдер мен анықтамалар**

Тапсырма 1 / Задания 1. ГОСТ 27674-88 стандартын меңгеру.

### **Тақырып 2 / Тема 2. Қатты бекітілмеген абразивті бөлшектерге үйкеліс кезінде материалдардың тозуға төзімділігін сынау әдісі"**

Тапсырма 1 / Задания 1. ГОСТ 23.208-79 стандартын меңгеру.

### **Тақырып 3 / Тема 3. Беттің кедір-бұдырлығы\_терминдер мен анықтамалар**

Тапсырма 1 / Задания 1. ГОСТ 25142-82 стандартын меңгеру.

### **Тақырып 4 / Тема 4. Материалдардың қажалуға төзімділігін шар-диск әдісімен анықтау\_**

Тапсырма 1 / Задания 1. ASTM G99-17 стандартын меңгеру.

**Тақырып 5 / Тема 5. Металл бетінің тозу механизмі. Үйкеліс және тозу кезіндегі құбылыстар мен процестер**

Тапсырма 1 / Задания 1. Жұптасқан жұптардың жұмысындағы процестерді және тозу себептерін зерттеу.

**Тақырып 6 / Тема 6. Үйкеліс жұптарының тозу кезеңдері.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Тозу мөлшерінің уақытқа тәуелділігін анықтау.

**Тақырып 7 / Тема 7. Тозудың түрлері мен сипаттамалары.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Тозудың қандай түрлері бар екенін, сондай-ақ оның сипаттамаларын анықтау.

**Тақырып 8 / Тема 8. Үйкеліс жұптарының және үйкеліс түйіндерінің түрлері**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс жұбы мен үйкеліс түйіні ұғымының арасындағы айырмашылықты анықтау, олардың түрлерін зерттеу.

**Тақырып 9/ Тема 9. Материалдың тозуға төзімділік класын анықтау.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс жұбы мен үйкеліс түйіні ұғымының арасындағы айырмашылықты анықтау, олардың түрлерін зерттеу.

**Тақырып 10/ Тема 10. Үйкеліс жұптары үшін материалдар комбинациясын таңдау.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс жұбы мен үйкеліс түйіні ұғымының арасындағы айырмашылықты анықтау, олардың түрлерін зерттеу.

**Тақырып 11/ Тема 11. Триботехникалық мақсаттағы материалдар.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс жұптары үшін материалдар комбинациясын таңдау.

**Тақырып 12/ Тема 12. Триботехникада қолданылатын қара қорытпалар.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс тораптарында қолданылатын болаттар мен шойындардың негізгі топтарын зерттеу

**Тақырып 13/ Тема 13. Триботехникалық мақсаттағы түсті металдар негізіндегі қорытпалар.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс түйіндерінде қолданылатын түсті металдар негізіндегі қорытпалардың әртүрлі топтарын зерттеу.

**Тақырып 14/ Тема 14. Триботехникалық мақсаттағы металл емес материалдар.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс түйіндерінде қолданылатын металл емес материалдардың әртүрлі топтарын зерттеу.

**Тақырып 15/ Тема 15. Бөлшектердің тозуға төзімділігін арттырудың құрылымдық әдістері.**

Тапсырма 1 / Задания 1. Үйкеліс түйіндерін ұтымды жобалау арқылы тозуға төзімділікті арттыру мүмкіндігін зерттеу.

*Тапсырмаларды орындауға әдістемелік нұсқаулар (қысқаша) / Методические рекомендации по выполнению задания (кратко):* Төменде көрсетілген әдебиеттерді пайдалана отырып, практикалық сабақтарда берілген тақырыптар бойынша қысқаша баяндама, реферат, бақылау жұмыстарын дайындау және дәрісті пайдаланып есептер шығарулары керек.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[1, 2, 3, 4, 5, 6]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **8. Зертханалық (семинарлық) сабақтар мазмұны / Содержание лабораторных занятий**

**Тақырып 1 / Тема 1. Материалдың тозуға төзімділігін сынау**

Тапсырма 1 / Задания 1 Материалдың абразивті тозуға төзімділігін сынау

**Тақырып 2 / Тема 2. Профиль параметрлері мен бетінің кедір - бұдырлығын өлшеу**

Тапсырма 1 / Задания 1. Профиломерт 130 қондырғысында зерттеулер жүргізу.

**Тақырып 3 / Тема 3. Материалдардың микроқаттылығын өлшеу (быстроходность)**

Тапсырма 1 / Задания 1. Микротвердомер МЕТОЛАБ 502 қондырғысында зерттеулер жүргізу.

**Тақырып 4 / Тема 4. Материалдың қаттылығы мен серпімділік модулін өлшеу**

Тапсырма 1 / Задания 1. НаноСкан 4D Компакт және FISCHERSCOPE HM2000 қондырғыларында зерттеулер жүргізу.

**Тақырып 5 / Тема 5. Желдің кинетикалық энергиясы**

Тапсырма 1 / Задания 1. Желдің кинетикалық энергиясына байланысты есептер шығару

*Тапсырмаларды орындауға әдістемелік нұсқаулар (қысқаша) / Методические рекомендации по выполнению задания (кратко):* Дәрістерде қарастырылған әртүрлі жел қондырғыларының түрлерімен таныса отырып, сол жел генераторларының жұмыс істеу принципін меңгеріп, әртүрлі аймақтардағы желдің жылдамдығын, оның бағыты мен күшін анықтау.

*Әдебиеттер / Литературы:*

*Негізгі:[1, 2, 3, 4, 5, 6]*

*Қосымша:[1, 2, 3, 4]*

## **9. БӨЖ мен БОӨЖ бойынша тапсырма / Задания СРОП и СРО**

№	Тақырып атауы / Наименование тем	БӨЖ мен БОӨЖ тапсырмаларының мазмұны / Содержание заданий для СРОП и СРО	Бақылау түрі / Форма контроля	Тапсыру мерзімі / Срок сдачи
1 тақырып	Үйкеліс жұптары материалдарының құрылымы, құрылымы және ақаулары.	Беткі қабаттардың физикалық қасиеттері. Өңдеудің беткі қабаттың қызметтік қасиеттеріне әсері. Беттің кедір-	Ауызша	1 апта

		бұдырлығының сипаттамасы		
2 тақырып	Жанасатын беттердің жанасуы мен үйкелуі туралы негізгі ұғымдар.	Контактін талдау және байланыс аймағын бағалау.	Ауызша	2 апта
3 тақырып	Өңдеудің беткі қабаттың қызметтік қасиеттеріне әсері. Беттердің кедір-бұдырлығының сипаттамасы.	Өңдеудің беткі қабаттың қызметтік қасиеттеріне әсері. Беттердің кедір-бұдырлығының сипаттамасы.	Ауызша	3 апта
4 тақырып	Тозу түрлері және негізгі сипаттамалары.	Шаршау тозу. Абразивті тозу. Коррозиялық-механикалық тозу. Сутектік тозу.	Ауызша	4 апта
5 тақырып	Ішкі үйкеліс және сыртқы үйкеліс	Сырғу жылдамдығы мен температураның байланыс қасиеттері мен үйкеліс тербелістеріне әсері.	Ауызша	5 апта
6 тақырып	Үйкеліс түйіндерінің конструкциялық материалдары.	Көлік машиналарының тән үйкеліс түйіндері	Ауызша	6 апта
7 тақырып	Үйкеліс түйіндерінің жоғары пайдалану қасиеттерін қамтамасыз ету әдістері	Көлік машиналарының майлау жүйелеріне қойылатын талаптар.	Ауызша	7 апта
8 тақырып	Үйкеліс түйіндерінің жоғары тозуға төзімділігін қамтамасыз етудің технологиялық әдістері.	Үйкеліс тораптарының бөлшектерін жууға арналған жаңа техника.	Ауызша	8 апта
9 тақырып	Трибологияда рентгендік зерттеу әдістерін қолдану.	Ұшақ шассіінің топсаларының тозуын зерттеу. Шойын беттерінің тозуын зерттеу. Титан қорытпаларының коррозиясы кезінде	Ауызша	9 апта

		тозуды жан-жақты зерттеудің мысалдары.		
10 тақырып	Беткі қабаттардың күйін Зерттеудің физикалық әдістері.	Тозу фрактографиясы	Ауызша	10 апта
11 тақырып	Материалдардың бұзылуының активтендіру параметрлерін бағалаудың белгілі әдістеріне шолу.	Склерометрлеу кезінде материалдардың активтендіру параметрлерін бағалаудың жаңа әдісін әзірлеу және теориялық негіздеу	Ауызша	11 апта
12 тақырып	Үйкеліс түйіні машиналар динамикасындағы модельдеу объектісі ретінде.	Үйкеліс түйіндеріндегі динамикалық жүктеме шамасын бағалаудың жалпы схемасы	Ауызша	12 апта
13 тақырып	Жұмыс сұйықтықтарын механикалық ластанудан тазарту негіздері.	Жұмыс сұйықтықтарын механикалық ластанудан тазарту негіздері.	Ауызша	13 апта
14 тақырып	Беттік қабаттар материалының құрылымы, қасиеттері мен күйі теориясының кейбір мәселелерінің қысқаша сипаттамасы	Беттік қабаттар материалының құрылымы, қасиеттері мен күйі теориясының кейбір мәселелерінің қысқаша сипаттамасы	Ауызша	14 апта
15 тақырып	Деформацияланатын наноматериалдарды алу мен қолданудың технологиялық аспектілері.	Деформацияланатын наноматериалдарды алу мен қолданудың технологиялық аспектілері.	Ауызша	15 апта

Барлық сұрақтар бойынша кеңес беру - кестеге сәйкес

## **10. Ұпай қою саясаты мен критерийлері / Политика и критерий выставления оценок**

Кредиттік технология жағдайында оқу процесін ұйымдастыру элементтерінің бірі білім алушылардың оқу жетістіктерін бағалаудың балдық-ШҚУ Е Ү 013-21-03 Пән бағдарламасы (Syllabus)  
Ф П ВКУ 013-21-03 Программа дисциплины (Syllabus)

рейтингтік жүйесін қолдану болып табылады. Ұпай қою саясаты объективтілік, ашықтық, икемділік және жоғары саралаушылық принциптеріне негізделеді.

Пәнді оқыту барлық өтілген материалды қамтитын, әртүрлі формада (жазбаша немесе ауысша емтихан, тестілеу) емтихан қабылдаумен аяқталады. Емтихан тапсыруға рұқсат алудың негізгі шарты – бағдарлама бойынша барлық тапсырмаларды орындау.

Әр тапсырма 0-100 баллмен бағаланады.

№	Жұмыс түрі / Вид работы	Бір тапсырмаға қойылатын баға (max балл) / Оценка (max балл) за одно задание	Тапсырма саны / Кол-во заданий	Жиынтық баға / Сумма
<b>Рейтинг 1</b>				
1	Дәрістер	10	10	100
2	Зертханалық жұмысты орындау және қорғау	10	10	100
3	Бақылау жұмыстары және коллоквиумдар	10	10	100
Барлығы				100
<b>Рейтинг 2</b>				
1	Жеке тапсырмалар	10	10	100
2	Практикалық жұмысты орындау және қорғау	10	10	100
3	Бақылау жұмыстары және коллоквиумдар	10	10	100
Барлығы				100

Емтиханға жіберу рейтингісінің бағасы академиялық кезең бойынша алынған барлық ағымдық және аралық бақылаулар бағасы қосындысының орташа арифметикалық мәні болып табылады:

$$ЖР = (АБ_1 + АБ_2 + АБ_3 + \dots + АБ_n + АрБ_1 + АрБ_2) / (n+2),$$

мұндағы ЖР – емтиханға жіберу рейтингісі; АБ – ағымдық бақылау; АрБ – аралық бақылау; n – ағымдық бақылаулар саны; 2 – аралық бақылаулар саны.

Пән бойынша қорытынды бақылауға пән бағдарламасының барлық талаптарын орындаған (барлық практикалық (семинарлық, зертханалық) жұмыстарды және БОӨЖ, БӨЖ бойынша тапсырмаларды орындаған және тапсырған), емтиханға жіберу рейтингісін (50 баллдан кем емес) жинаған білім алушы жіберіледі. Пән бойынша емтиханға жіберу рейтингісі оң баға болмаса (50 баллдан кем емес) білім алушы емтиханға жіберілмейді.

Пән бойынша қорытынды баға автоматты түрде төмендегі формула бойынша есептеледі:

$$Қ = (P_1 + P_2) / 2 * 0,6 + \text{емтихан бағасы} * 0,4,$$

мұндағы P<sub>1</sub> – бірінші аралық бақылау бағасы; P<sub>2</sub> – екінші аралық бақылау бағасы.

Пән бойынша қорытынды баға білім алушы тек емтиханға жіберу

рейтингісі бойынша да, қорытынды бақылау бойынша да оң баға (50 баллдан кем емес) алған жағдайда есептеледі. Қандай да бір дәлелді немесе дәлелсіз себептермен қорытынды бақылауға келмеген жағдайда «Емтихан бағасы» бағанасына «0» (нөл) қойылады. Пән бойынша аралық аттестация нәтижелері білім алушыға сол күні хабарланады.

**Білім алушылардың оқу жетістіктерін бағалаудың төрт баллдық жүйе бойынша сандық эквивалентке сәйкес әріптік жүйесі / Буквенная система оценки учебных достижений обучающихся, соответствующая цифровому эквиваленту по четырехбалльной системе**

Әріптік жүйе бойынша бағалар / Оценка по буквенной системе	Баллдардың сандық эквиваленті / Цифровой эквивалент баллов	Баллдар (%-тік құрамы) / %-ное содержание	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалар / Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Өте жақсы / Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Жақсы / Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	Қанағаттанарлық / Удовлетворительно
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
FX	0,5	25-49	Қанағаттанарлықсыз / Неудовлетворительно
F	0	0-24	

**11. Оқытушы талабы / Требования преподавателя**

Білім алушылардың оқу жетістіктерін бағалау саясаты академиялық адалдық, талаптардың бірлігі, объективтілік пен адалдық, ашықтық және ашықтық принциптеріне негізделген.

Бірінші сабақта мұғалім білім алушыларға пәннің жұмыс оқу жоспары (силлабусы), академиялық пәннің жоспарланған оқу нәтижелері және оларды бағалау тәртібі туралы таныстырады.

Академиялық әділетсіздік байқалған жағдайда ЖОО білім алушылары тарапынан:

- аудиториядағы және аудиториядан тыс сабақтар кезінде: бірінші жол берілген тәртіп бұзғаннан кейін құрылған комиссия білім алушылармен әңгімелесу өткізеді; актіде шығарылған ескерту және қабылданатын шара (бағаланатын жұмыс үшін бағаны төмендету; білім алушының жазбаша жұмысын жою, бақылау іс-шарасын қайта өткізуге ұсыныс және т.б.) тіркеледі. Академиялық адалдық фактілеріне қайта жол берілген жағдайда оқу жылы ішінде қайта комиссия құрылады, акт жасалады және одан әрі шешімдер

қабылдау үшін тәртіптік-сыбайлас жемқорлыққа қарсы кеңеске (бұдан әрі – ТСЖҚК) беріледі;

- аралық немесе қорытынды аттестаттау кезінде: Академиялық әділетсіздік көрсеткен білім алушы сол академиялық кезеңде емтиханды қайта тапсыру құқығынсыз аудиториядан шығарылады. Бұл ретте емтихан ведомосына «Академиялық әділетсіздік танытқаны үшін емтиханнан алынды» деген жазба жазылады, оның түрі көрсетіледі. Емтиханды қайта тапсыру жазғы семестрде немесе келесі академиялық семестрде ақылы негізде жүзеге асырылады. Бұл ретте білім алушы осы оқу пәніне қайта жазылады, оқу сабақтарының барлық түрлеріне қатысады, жұмыс оқу бағдарламасына сәйкес оқу жұмысының барлық түрлерін орындайды және емтихан тапсырады. Емтиханнан қайта шығарылған жағдайда (ЖОО-да оқудың барлық кезеңі ішінде) білім алушы ШҚМУ-ға қайта қабылдану құқығынсыз оқудан шығарылады.

Білім алушының барлық аудиториялық сабақтарға кешікпей, сабаққа қатысуы міндетті болып табылады. Сабақтан қалған жағдайда деканатта тағайындалған тәртіппен өтелінеді.

Берілген курстың білім алушыларконтингентіне кірмейтін бөгде адамдардың дәріске қатысуына тыйым салынады.

Жұмысты көрсетілген мерзімде тапсыру қажет. Барлық тапсырмаларды тапсырудың соңғы мерзімі емтихан сессиясына 5 күн қалғанға дейін беріледі.

Әрбір оқу сабағы бойынша тақырыпты қайталау мен өтілген материалды өтеу міндетті. Оқу материалының меңгерілу дәрежесі жазбаша жұмыстармен немесе тестпен тексеріледі білім алушыларды тестілеу ескертусіз жүргізілуі мүмкін.

**Білім алушының оқытушымен өзіндік жұмысын (БӨӨЖ) орындау кезінде келесі негізгі функциялар ескеріледі:**

- бірінші – оқу пәні бойынша бағыттау-бағдарлау сабақтары кезінде оқытушы берген ақпаратты білім алушылардың белсенді қабылдауын іске асыруды көздейді;

- екінші - оқытушының ұсынымы негізінде білім алушылардың өздігінен оқу-әдістемелік құралдарды, әдебиеттерді оқуын, үй тапсырмаларын, бақылау, курстық жұмыстарды және т.б. орындауын көздейді.

Бұл кезеңде білім алушылардан жұмыс істеудің әдіс-тәсілдерін білу, қиындықтарды анықтау, өзін-өзі ұйымдастыру және өзіндік тәртіп талап етіледі;

- Білім алушының үшінші функциясы – өздерінде қиындық тудырған жағдайларды талдау мен жүйелеу, оқу материалын түсіну мен меңгерудегі қиындықтар себебін анықтау, басқа оқу әрекетін орындау.

Білім алушы шешімі табылмаған қиыншылықтарды оқытушыларға арналған сұрақтар жүйесіне айналдырады (оларды саралайды, реттейді, ресімдейді), бұл сұрақтарға өз жауаптарының нұсқаларын дайындайды;

- Білім алушының төртінші функциясы түсініктеме, ақыл-кеңес, консультация алу үшін оқытушымен сұхбаттасуын білдіреді.

## **12. Емтихан сұрақтары / Экзаменационные вопросы**

1. Жанасатын беттердің жанасуы мен үйкелуі туралы негізгі ұғымдар.
2. Үйкеліс жұптары материалдарының құрылымы, құрылымы және ақаулары.
3. Беткі қабаттардың физикалық қасиеттері. Өндеудің беткі қабаттың қызметтік қасиеттеріне әсері. Беттің кедір-бұдырлығының сипаттамасы.
4. Беткі қабат және оның қасиеттері. Кедір-бұдырлық параметрлері. Заттардың беттік жанасуы. Қалдық кенеулік
5. Тозу түрлері және негізгі сипаттамалары.
6. Беткі қабаттың физика-химиялық қасиеттері. Құрылымдық және фазалық өзгерістер. Беткі қабаттың құрылымы.
7. Бөлшектердің тозуға төзімділігін арттырудың құрылымдық әдістері.
8. Триботехникалық мақсаттағы материалдар.
9. Үйкеліс жұптары үшін материалдар комбинациясын таңдау.
10. Металл бетінің тозу механизмі. Үйкеліс және тозу кезіндегі құбылыстар мен процестер
11. Майлау материалдарының түрлері және физика-механикалық қасиеттері
12. Үйкеліс түйіндерінің тозуға төзімділігін қамтамасыз етудің технологиялық әдістері.
13. Тозуды өлшеу әдістері
14. Коррозия-механикалық тозу. Фреттинг-коррозиялық тозу. Тотығып тозу. Сутектік тозу. Эрозиялық тозу.
15. Пластикалық деформация әсерінен тозу. Кавитациялық тозу. Молекулалық-механикалық тозу.
16. Тозу түрлері. Абразивті тозу. Тозу механизмдері. Қажулық тозу.
17. Құрғақ үйкеліс. Шекаралық үйкеліс. Сұйықтық үйкелісі. Аралас үйкеліс. Герси-Штрибек диаграммасы
18. Адгезия. Беттік энергия. Адсорбция және хемосорбция.

## **13. Әдебиеттер тізімі / Список литературы**

### **Негізгі әдебиеттер / Основная:**

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безысность) : учебник. -4-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МСХА, 2001. - 616с.
2. Ю.Крагельский И.В. Узлы трения машин. Справочник / И.В.Крагельский. Н.М.Михин. - М.: Машиностроение. 1984. - 280с.
3. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) /В.Чичинадзе, С.М.Берлинер, Э.Д.Браун, Н.А.Буше ; под ред. А.Чичинадзе. - М : Машиностроение, 2003. - 576 с.
4. Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербин В.М. Основы трибологии и триботехники: – М. Машиностроение, 2008. – 206 с.
5. Кирпиченко Ю.Е., Трофименко А.Ф. Основы трибологии: Теория. Лабораторный практикум. Упражнения. – Гомель: Инфотрибо, 1995. – 224 с.

6. Основы трибологии (Трение, износ, смазка). Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ, и доп. / А. В. Чичинадзе, Э. Д. Браун, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе. - М.: Машиностроение, 2001. – 664

#### **Қосымша әдебиеттер / Дополнительная:**

1. Современная трибология: Итоги и перспективы. / Отв. Ред. Фролов К. В. М. –СПб.: ЛКИ, 2008. – 480 с.

2. Комбалов, В.С. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов [Электронный ресурс]: справочник / В.С. Комбалов; под ред. К.В. Фролова, Е.А. Марченко. – М.: Машиностроение, 2008. – 384 с.

3. Матвеевский Р.М. Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний справочник / Р.М.Матвеевский, В.Л.Лашхи, ИА.Буяновский. - М. : Машиностроение, 1989.- 217С.

4. Износостойкость сплавов, восстановление и упрочнение деталей машин : учебное пособие / С.П.Бережной, Н.Н.Бриков, М.Н.Бриков. О.Г.Биковский ; под ред. В. С. Попова. - Запорожье : Мотор Сич, 2006. -420с.

#### **Ғаламтор дерек көздері /Ресурсы сети Интернет**

1. [www.cnt-moscow.ru/ru/bible/tribo/](http://www.cnt-moscow.ru/ru/bible/tribo/)

2. [www.luol.ru/tribology.shtml](http://www.luol.ru/tribology.shtml)

3. [www.infobook.ru/book\\_](http://www.infobook.ru/book_)

4. [www.edu.ru/window/library](http://www.edu.ru/window/library)

5. [www.mir-styidenta.ucoz.ru/load](http://www.mir-styidenta.ucoz.ru/load)

6. [www.weldingsite.com.ua](http://www.weldingsite.com.ua);

7. [www.intertehno.ru](http://www.intertehno.ru).

**Желдік энергетиканың материалы мен технологиясы» пәні бойынша**  
**2021/2022 оқу жылына арналған**  
**пән бағдарламасына толықтырулар мен өзгерістер енгізу /**  
**Дополнения и изменения в программе дисциплины (Syllabus) по**  
**дисциплине «Желдік энергетиканың материалы мен технологиясы» на**  
**2021/2022 учебный год**

Пән бағдарламасына төмендегідей өзгерістер енгізіледі:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Пән бағдарламасы қайтадан қаралды, енгізілген өзгерістер  
\_\_\_\_\_ кафедра отырысында бекітілді.

Хаттама / Протокол № 10 « 02 » 06 \_\_\_\_\_ 2021 ж.

Оқытушы / Преподаватель  Ж. Сағдолдина  
қолы

Кафедра меңгерушісі / Заведующей кафедрой   
қолы