

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZIRLIYI**

**AZƏRBAYCAN TEXNIKI UNIVERSITETI**

---

Magistr hazırlığı üçün

**«SÜRTÜNMƏDƏ İSTİLİK  
PROBLEMLƏRİ»**

fənninin

**P R O Q R A M I**

060630– “Mexanika mühəndisliyi” ixtisası (proqramı) üzrə

Azərbaycan Respublikasının Təhsil Nazirliyinin 26 may 2015- ci il tarixli 599 sayılı əmri ilə təsdiq edilmişdir.

**BAKI – 2015**

Tərtib etdi:

baş müəllim, t.f.d:

Fərhad Məhəmməd oğlu Şirzadov

060630– “Mexanika mühəndisliyi” ixtisası (proqramı) üzrə magistr hazırlığı üçün “**Sürtünmədə istilik problemləri**” fənninin proqramı. AzTU, Bakı – 2015. 11 s.

***Rəy verənlər*** AzTU-nun “Tökmə və qaynaq istehsalı” kafedrasının müdiri, ***prof., t.e.d. Məmmədov A.T.***; AzMIU- nun “Texnoloji maşınlar və avdanlıqlar” kafedrasının müdiri, ***prof., t.e.d. Şərifov A.R.***

## İZAHAT VƏRƏQİ

Fənnin tədrisinə ayrılan saatların miqdarı	– 60 s.
o cümlədən mühazirə	– 45 s.
məşğələ	–15 s.

### Fənnin tədrisinin məqsədi

“Sürtünmədə istilik problemləri” tribotexnika elminin əsas məsələlərindən biri olub, sürtünmənin mövcud olduğu bütün sahələrdə aktualdır. Təsadüfi deyildir ki, bir çox tribotexniki sistemlərin iş şəraitinin qiymətləndirilməsi zamanı cütlər arasında baş verən sürüşmə sürəti və təzyiqlə yanaşı, həmçinin kontakt temperaturunu da nəzərə alaraq, proseslər haqda fikirlər söylənilir.

Sürtünmə, temperaturun əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da mayeli sürtünmədə daxili, bərk cisimlərin sürtünməsində isə həm xarici və həm də daxili sürtünmədən nəticələnir. Temperaturun inkişafı temperaturun paylanmasına və nəticədə maye və bərk cisimin xüsusiyyətlərinin dəyişməsinə, həmçinin sərhəd sahəsinin fiziki- kimyəvi xüsusiyyətlərinə təsir edir. Artan temperatur materialın strukturunun dəyişməsinə, daxili gərginliklərə, ölçünün artmasına, yağın keyfiyyətinin dəyişməsinə və sonda arzuolunmaz nəticələr sayəsində intensiv yeyilməyə səbəb ola bilər ki, bunu da qabaqcadan proqnozlaşdırmaq üçün tribocütlər arasındakı

temperaturun hesablanması və ölçülərək qiymətləndirilməsi vecidir.

Qeyd olunan zərərli termiki proseslər əsasən sürüşmə sürətinin və kontakt cütlərini biri-birlərinə sıxan normal qüvvənin təsirindən yaranır. Bu cür mənfi təsirlərin aradan qaldırılması məqsədi ilə tribotexniki sistemlərin layihələndirilməsi zamanı onların termiki nöqtəyi nəzərdən analiz olunaraq, qiymətləndirilməsi və temperaturun mənfi təsirlərinin qarşısının alınması məqsədi ilə hər hansı bir konstruktiv, texnoloji və istismar tədbirlərinin görülməsi tribosistemin ömürüzunluğunun və etibarlığının yüksəldilməsinə əsas verir.

Temperaturun həddən artıq çox və ya az olması sürtünmə cütlərinin iş şəraitini ağırlaşdırır və bu da intensiv yeyilməyə səbəb olur. Məsələn, tribosistemdə temperaturun  $100^{\circ}\text{C}$  dən yüksək olması ilə cütlər arasında əmələ gələn, kimyəvi təbəqə sürtünmə cütləri arasındakı sürtünmə qüvvəsinin və yeyilmə intensivliyinin azalmasına səbəb olur. Temperaturun həddən artıq yüksəlməsi ilə kimyəvi proseslərin tarazlığı pozulur və cütlər arasındakı aralıq maddənin dağılması yeyilməni intensivləşdirir. Qeyd olunan mənfi təsirlərinin qarşısının alınması məqsədi ilə prosesdə baş verə biləcək fiziki və kimyəvi proseslərə uyğun temperaturun təminatı vacibdir.

Tədris proqramında nəzərdə tutulmuş mühazirə məşqələ mövzuları üzrə tədris magistrələrə həm nəzəri və həm də təcrübi biliklər verəcəkdir ki, bununla da onlar gələcəkdə qarşıya qoyulan problemin həllində kompyuter proqramlarından istifadə etməklə, çoxvariantlı yanaşma üsulunu tətbiq edib, etibarlı və iqtisadi baxımdan səmərəli olan variantları təklif edə biləcəklər.

№	Mövzunun adı	Cəmi (saat)	O cümlədən	
			Mühazirə	Məşğələ
	Giriş. Fənnin məqsədi və əsas vəzifələri	2	2	-
1	Bərk cisimlərin sürtünməsinin termofiziki əsasları	6	4	2
2	Yağlar, sürtünməni azaldan soyuducu maddə kimi	6	4	2
3	Sərhəd sürtünməsi şəraitində sürtünmə, yeyilmə və yağlamada istilik prosesləri	10	8	2
4	Temperaturun tribosistemə təsirinin nəzəri və təcrübi qiymətləndirilməsi	26	20	6
5	Sürtünmə istilik problemlərinin praktik tətbiqi	10	7	3
<b>Cəmi</b>		<b>60</b>	<b>45</b>	<b>15</b>

**”Sürtünmədə istilik problemləri” fənni üzrə mühazirələrin məzmunu (cəmi 45 saat).**

**Giriş. Fənnin məqsədi və əsas vəzifələri (2 saat).**

**1. Bərk cisimlərin sürtünməsinin termofiziki əsasları (4 saat).**

- 1.1. Sürtünmə və sürtünmə tənliklərində temperatur ifadəsi. Sürtünmə qüvvəsinin işi;
- 1.2. Enerjinin saxlanması və termiki hesablar;
- 1.3. Temperatur fizikası və kontaktda olan səthlərə temperaturun təsiri haqda ümumi məlumat;
- 1.4. Həcmi və işildama temperaturları;
- 1.5. Tribokontaktlarda temperaturun ölçülməsi məqsədi və üsulları.

## **2. Yağlar, sürtünməni azaldan soyuducu maddə kimi (4 saat).**

- 2.1. Temperaturun hesablanmasında maye üçün enerji tənliyi;
- 2.2. Yağın sıxlığının, istilik keçirmə əmsalının, xüsusi istilik tutumunun və özlülüyünün temperatur və təzyiqdən asılılığı.

## **3. Sərhəd sürtünməsi şəraitində sürtünmə, yeyilmə və yağlamada istilik prosesləri (8 saat).**

- 3.1. Xarici sürtünmə əmsalının bərk cisimin temperaturundan asılılığı və sərhəd təbəqəsinin ömürüzunluluğuna təsiri;
- 3.2. Sərhəd yağlanmasında keçid temperaturları və onların termokinetik üsulla qiymətləndirilməsi;
- 3.3. Sürtünmədə keçid temperaturuna yağın və sürtünmə cütü materiallarının təsiri. Sərhəd sürtünməsində yeyilmə;

3.4. Sərhəd temperaturu kriteriyasına əsasən, ağır yüklənmiş sürtünmə düyünləri üçün yağlayıcı maddənin seçilməsi.

#### **4. Temperaturun tribosistemə təsirinin nəzəri və təcrübi qiymətləndirilməsi (20 saat).**

4.1. Sürtünmədə istiliyin hesablanması haqda ümummi məlumat. Temperaturun sürtünmə cütlərinin möhkəmlik və sürtünmə-yeyilmə xarakteristikalarına təsiri;

4.2. Bərk cisimin sürtünmə və yeyilməsində istilik məsələləri;

4.3. Sürtünmədə istilikötürmə məsələsinin ümumi qoyuluşu;

4.4. Sürtünmə yolu və kontakt ləkəsinin mövcud olma vaxtı;

4.5. Qeyri stasionar rejimdə sürtünmə səthinin orta temperaturunun və işıldama temperaturunun təyini;

4.6. Təkrarlanan – qısa müddətli sürtünmə rejmində həcmi temperaturun hesablanması;

4.7. Sürüşmə yastığının temperatur rejminin hesablanması;

4.8. Stasionar rejimdə temperaturun hesablanması;

4.9. Bərk cisimin sürtünmə və yeyilməsinin istilik dinamikası;

4.10. Termomexaniki qeyri-stabillik;

- 4.11. Sürtünmə və yeyilmənin istilik dinamikasının hesablanması modeli;
- 4.12. Sürtünmənin istilik rejmi üçün yeyilmə xarakteristikasının təyini;
- 4.13. Tribologiyada əks istilik verilənləri.

## **5. Sürtünmə istilik problemlərinin praktik tətbiqi (7 saat).**

- 5.1. Dişli çarxların istilik rejmləri;
- 5.2. Tormozların istilik rejmləri;
- 5.3. Tribotexniki cütlərin istilik ötürməsinin optimallaşdırılması hesabına sürtünmə düyünlərinin istismar xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması;
- 5.4. Tribotexniki cütlərin arzuolunmaz termiki təsirlərdən qorunmasının reallaşdırılması;
- 5.5. Tribosistemin imtinasız iş ehtimalının termiki qiymətləndirilməsi və resursun proqnozlaşdırılması.

## **Məşğələ dərslərinin mövzuları (15 saat).**

1. Quru sürtünməyə işləyən tribocütlərin termiki hesabına aid məsələ həlli (2 saat);
2. Tormozların və ilişmə muftalarının triboloji parametrlərinin hesablanması və sistemin dəyərləndirilməsi (3 saat);



3. Yağlama şəraitində işləyən tribocütlərin termiki baxımdan qiymətləndirilməsi və buna aid məsələ həlli (2 saat);
4. Temperaturun tribocütün yeyilməyə davamlığına, etibarlığına və ömürüzunluğuna təsirinin hesablanmasına aid məsələ (2 saat);
5. Temperaturun material parametrlərinə təsirinin hesabi qiymətləndirilməsi (2 saat);
6. FlexPDE simulasiya proqramının tətbiqi ilə müxtəlif səthdə yaranan sürtünmə temperaturlarının simulasiyası (4 saat).

## **Ədəbiyyat**

1. Brendel, H., u.a. Wissensspeicher Tribotechnik. Leipzig, 1988. - 416 S.
2. Czichos, H., Habig K.-H. Tribologie-Handbuch. Reibung und Verschleiß; System-Analyse, Prüftechnik, Werkstoffe und Konstruktionselemente. Braunschweig; Wisbaden: Vieweg, 2001. - 562 S.
3. Dieter Muhs, Herbert Wüttel, Dieter Jannasch, Joachim Voßiek. Roloff /Matek Maschinenelemente. Viewegs Fachbücher der Technik 2007.
4. Dirk Bartel. Simulation von Tribosystemen. Grundlagen und Anwendungen. Uni Magderburg - 2009.

5. Kərimov Z.H. Maşın hissələrinin uzunömürlüyü. Ali texniki məktəblər üçün dərs vəsaiti. I nəşr – Bakı, Elm nəşriyyatı, 2009, 113 s.
6. G. Knoll, R. Lechtape-Grüter, R. Schöner. Simulationstools für strukturdynamisch/elastohydrodynamisch gekoppelte Motorkomponenten, 2012.
7. Pigors, P. Werkstoffe in der Tribotechnik. Reibung, Schmierung und Verschleissbestaendigkeit von Werkstoffen und Bauteilen. Leipzig, Stuttgart: Dt.Verl. fuer Grundstoffindustrie. 1992. – 546 S.
8. Polzer, G.; Meißner, F. Grundlage zu Reibung und Verschleiß. Leizig, 1978. - 324 S.
9. K. Schiffner, J. Brecht, C. Hohmann. Simulation von Reibung und Verschleiß an Scheibenbremsbelaeen, 2012.
10. Stachowiak, G.W. Wear. Materials, Mechanisms and Practice. John Wiley&Sons, Ltd, 2005. – 458 p.
11. И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов. Под ред. Д.Г. Громаковского; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. 268 с.
12. Воячек, А. И. Основы проектирования и конструирования машин : учеб. пособие / А.

- И. Воячек, В. В. Сенькин. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 228 с.
13. Гаркунов Д.Н.: Триботехника (пособие для конструктора). Учебник для студентов вузов, 3-е изд. М., Машиностроение, 2000, 336 с.
  14. Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков. Трение и износ в экстремальных условиях. Справочник (Основы проектирования). Машиностроение 1986, 224 с.
  15. Косолапова С.А., Калиновская Т.Г., Какурина С.К. Конспект лекций по дисциплине детали машин и основы конструирования. Красноярск 2008.
  16. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трения и износ. М., Машиностроения- 1977, 526с.
  17. Основы конструирования. В 2-х кн. Книга 1. Автор: Орлов П.И. Издательство: М-Машиностроение, 1988. 560с.
  18. Основы конструирования. В 2-х кн. Книга 2. Автор: Орлов П.И. Издательство: М-Машиностроение, 1988. 544с.
  19. Путинцев С.В., Аникин С.А., Галата Р.А. Основы расчета и проектирования узлов трения ДВС: Учебное пособие. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 35 с.
  20. А. В. Чичинадзе. Основы Трибология. Москва, Машиностроения 2001. 664с.

Baş müəllim, t.f.d. Fərhad Məhəmməd oğlu Şirzadov

060630– “Mexanika mühəndisliyi” ixtisası (proqramı) üzrə

magistr hazırlığı üçün

## **«SÜRTÜNMƏDƏ İSTİLİK PROBLEMLƏRİ»**

fənninin

### **P R O Q R A M I**

Çapa imzalanıb 25.06.2015- ci il

Sayı 50. Formatı 60×84 1/16.

Əla növ kağız

AzTU- nun mətbəəsi. H. Cavid pr. 25.

Tel: (+12) 539-14-52

E-mail: [aztumentee@yahoo.com](mailto:aztumentee@yahoo.com)