

# UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

## TEHNICA CRIOGENICĂ

### Ciclu de prelegeri



**Chișinău  
2019**

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**  
**FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI**  
**TRANSPORTURI**  
**DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ**

**TEHNICA CRIOGENICĂ**

**Ciclu de prelegeri**

**Chișinău**  
**Editura "Tehnica-UTM"**  
**2019**

Ciclul de prelegeri include principiile teoretice ale tehnologiei criogenice, legile generale și relațiile termodinamice, procesele de obținere a temperaturilor scăzute.

În lucrare sunt prezentate metodele de calcul al ciclurilor de temperatură joasă, metodele de analiză a ciclurilor instalațiilor criogenice, indicii energetici ai acestora și raporturile dintre diferiți parametri. Sunt luate în considerare procesele de transfer de căldură și metodele de separare a amestecurilor de gaze în aparatul de sisteme criogenice.

Lucrarea este destinată studenților specialității *715.4 Mașini și instalații frigorifice, sisteme de climatizare* pentru însușirea disciplinei *Tehnica criogenică*.

Autori: conf. univ., dr. L. Ivanov  
asistent univ., master I. Gidei

Redactor responsabil: conf. univ., dr. V. Cartofeanu

Recenzent: conf. univ., dr. Vladimir Dmitriev

Redactor Eugenia Balan

---

Bun de tipar 03.09.19	Formatul 60x84 1/16
Hârtie ofset. Tipar RISO	Tirajul 50 ex.
Coli de tipar 10,5	Comanda nr.84

---

2004, UTM, Chișinău, bd.Ștefan cel Mare și Sfânt, 168  
Editura „Tehnica-UTM”  
2045, Chișinău, str.Studentilor, 9/9

© UTM, 2019

## CUPRINS

Capitolul 1. APLICAȚIILE CRIOGENIEI.....	3
1.1. Generalități.....	3
1.2. Evoluția criogeniei.....	4
1.3. Cele mai importante realizări din domeniul criogeniei.....	5
1.4. Măsurarea temperaturilor în criogenia tehnică.....	6
Capitolul 2. TERMODINAMICA OBȚINERII TEMPERATURILOR JOASE. APLICAȚIILE CRIOGENIEI.....	10
2.1. Agenți termodinamici utilizați în sistemele criogenice.....	10
2.2. Procesele principale utilizate la obținerea temperaturilor joase.....	11
2.3. Procese de obținere a temperaturilor joase.....	11
Capitolul 3. CICLURI CRIOGENICE.....	26
3.1. Clasificarea ciclurilor frigorifice.....	26
3.2. Caracteristicile ciclurilor criogenice.....	28
3.3. Ciclul cu o singură laminare (ciclul Linde).....	31
3.4. Ciclul cu răcire preliminară și laminare.....	38
3.5. Ciclul cu laminare repetată.....	42
3.6. Ciclul cu detentor.....	46
3.7. Cicluri combinate cu laminare și extinderea agentului termodinamic în detentoarele de presiune medie și înaltă.....	53
3.8. Ciclul de joasă presiune cu turbodetentor.....	62
Capitolul 4. SEPARAREA AMESTECURILOR.....	66
4.1. Separarea componentelor amestecurilor de gaze la temperaturi joase.....	66
4.2. Rectificarea amestecurilor binare.....	73
4.3. Instalații de separare a gazelor.....	87
4.4. Procesele de sorbție și folosirea lor în criogenia tehnică.....	92
4.5. Cinetica de adsorbție.....	99
	109

Capitolul 5. PROCESE DE SEPARARE A AERULUI.....	
5.1. Dezvoltarea industriei de separare a aerului.....	109
5.2. Generatoare de azot de capacitate mică până la medie.....	112
5.3. Generatoarele de azot mari.....	114
5.4. Instalațiile de producere a oxigenului.....	119
5.5. Lichefiatoarele și principiile lichefierii.....	127
5.6. Lichefiatoarele complexe.....	137
Capitolul 6. ECHIPAMENTE CRIOGENICE.....	140
6.1. Mașini pentru comprimarea gazelor.....	140
6.2. Instalații de destindere.....	143
6.3. Schimbătoarele de căldură.....	144
6.4. Coloane de rectificare.....	151
6.5. Purificatoare.....	153
6.6. Filtre uscătoare.....	154
6.7. Criostate.....	155
6.8. Instalații de depozitare.....	156
BIBLIOGRAFIE.....	163

## BIBLIOGRAFIE

1. Stamatescu C., Peculea M., Radcenco V., Pornela S., Barbu H. Criogenie tehnică. București, 1982.
2. Șerban Al., Chiriac Florea. Criogenie tehnică. București: Editura Agir, 2006.
3. Hera Dragoș. Criogenie tehnică. Ediția a II-a. București: Editura Matrix Rom, 2009.
4. Архаров А. М., Марфенина И.8., Микулин Е. И. Основы теории и расчета. Москва, 1988.
5. Архаров А. М., Беляков В. П., Микулин Е. И., Пронько В.Г., Шурчальский Э.Ф. Криогенные системы. Основы проектирования аппаратов и установок. Москва, 1987.
6. Бродянский В. М., Семёнов А. М.. Термодинамические основы криогенной техники. Москва, 1980.
7. Беляков В. П. Криогенная техника и технология. Москва, 1982.
8. Капица П. Л.. Расчеты гелиевого ожижительного цикла с каскадным включением детандеров. Москва, 1950.
9. Stamatescu C., Toma P. Tehnica frigului. București, 1979.
10. Niculița P. Îndrumătorul specialiștilor frigotehniști din industria alimentară. București, 1991.
11. Ivanov L., Sajin T. Tehnica criogenică. Ciclu de prelegeri. Chișinău: Editura "Tehnica-UTM", 2001.