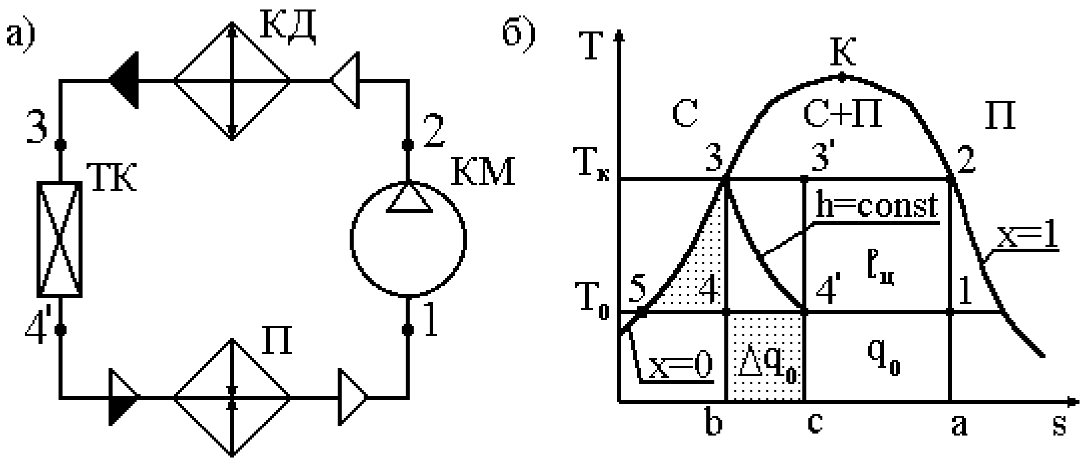
ŋ̧qdqyəY bɆ dəqƐbYəe d ɐɔɐqɔy Jqdqɣqyè

Белем бирү федераль агентлыгы
Дәүләт югары профессионал белем бирү оешмасы
«Казан дәүләт технология университеты»

М.Б. ҺАДИЕВ

СУЫТУ МАШИНАЛАРЫ ҺӘМ КРИОГЕН ТЕХНИКАСЫ

Югары уку йортлары студентлары өчен дәреслек



КАЗАН
КГТУ
2009

ŋ̧qdqyəY bɆ dəqƐbYəe d ɐɔɐqɔy Jqdqɣqyè

ŋqdqɐeɄ bɆ dədɆbɄзə d ɕɔɑbɔɐ Ɉqddɏqɐè

УДК 621.56/.59 (075.8)
ББК 31.392я7
Х71

Суыту машиналары һәм криоген техникасы: уку дәреслеге / М.Б. Һадиев. – Казан: Казан дәүләт технология университеты, 2009. – 224 б.

ISBN 978-5-7882-0777-3

Бу китапта түбән температурага ирешүнең физик нигезләре, суыту һәм криоген техникасының куллану өлкәләре, техниканың конструктив һәм функционал схемалары, эш процесслары һәм хисаплау ысуллары бирелә. Шул техникада кулланылучы эшче матдәләрнең үзлекләре турында да мәгълүмат бирелә. Китапның ахырында суыту техникасы буенча татарча-русча терминнар сүзлеге китерелә.

150.801.65(101500) – Физик корылмаларның вакуум һәм компрессор техникасы белгечлеге буенча укучы студентлар өчен уку дәреслеге.

Әсбаб «Компрессор машиналары һәм корылмалары» кафедрасында әзерләнде.

Казан дәүләт технология университетының мәгариф советы карары буенча басыла.

Р е ц е н з е н т л а р : Татарстан Республикасы фәннәр академиясенең әгъза корреспонденты, техник фәннәр докторы, Казан дәүләт техника университетының гомуми физика кафедрасы профессоры Г.Ю. Даутов, НИИтурбокомпрессор ябык акционерлык җәмгыяте генераль директорының фән буенча урынбасары, техник фәннәр кандидаты А.Г. Сафиуллин.

ISBN 978-5-7882-0777-3
© Һадиев М.Б., 2009
© Казан дәүләт технология университеты, 2009

ŋqdqɐeɄ bɆ dədɆbɄзə d ɕɔɑbɔɐ Ɉqddɏqɐè

ŋqdqɐeɎ bɆ dədɆbɎзə d ɕɔɑbɔɐ Ɉqddɏqɐè

ЭЧТӘЛЕК

КЕРЕШ СҮЗ 5

1. ТАБИГЫЙҺӘМ ЯСАЛМА СУЫТУ. ТАРИХИ СӘХИФӘ 9

1.1. Табигый һәм ясалма суыту 9

1.2. Тарихи сәхифә 12

1.3. Үзләштерүне үзлегеңнән тикшерү өчен сораулар 18

2. ТҮБӘН ТЕМПЕРАТУРАГА ИРЕШҮНЕҢ ФИЗИК НИГЕЗЛӘРЕ ҺӘМ ЫСУЛЛАРЫ. АЛАРНЫ ТӨРКЕМЛӘҮ 19

2.1. Матдәнең халәтен үзгәртү ысулы 21

2.1.1. Каты матдәне эретү 21

2.1.2. Сыек матдәне парга әверелдерү 23

2.1.3. Каты матдәне парга әверелдерү (сублимация) 28

2.1.4. Халәт диаграммасы 29

2.2. Газларны киңәйтү ысулы 30

2.2.1. Газны тарлавык аша сытып чыгару 30

2.2.2. Газны өермә көпшәсендә киңәйтү. Өермә күренеше. Өермә көпшәсенең ике төре 37

2.2.3. Газны, эш башкартып, детандерда киңәйтү 39

2.2.4. Газны кинәт киңәйтү 42

2.3. Газларны каты яки сыек матдәләргә сеңдерү һәм алардан аеру ысулын куллану. Адсорбция, абсорбция һәм десорбция 43

2.4. Термоэлектр һәм термомагнит ысулларын куллану 44

2.4.1. Термоэлектр ысулы. Зеебек, Пельтье күренешләре 44

2.4.2. Термомагнит ысулы. Эттингсһаузен күренеше 44

2.5. Магнитокалорик һәм электрокалорик ысулларны куллану 45

2.5.1. Магнитокалорик ысул 45

ŋqdqɐeɎ bɆ dədɆbɎзə d ɕɔɑbɔɐ Ɉqddɏqɐè

2.5.2. Электрокалорик ысул 46

2.6. Үзләштерүне үзлегеңнән тикшерү өчен сораулар 46

3. СУЫТУ МАШИНАЛАРЫ ЭШЕНЕҢ ТЕРМОДИНАМИК НИГЕЗЛӘРЕ 48

3.1. Техник системаларны төркемләү 48

3.2. Җылылык күчерүче ачык һәм йомык системалар 50

3.2.1. Ачык системалар 50

3.2.2. Йомык системалар 51

3.3. Кире термодинамик цикллар ярдәмендә җылылык күчерү 51

3.3.1. Кире циклларны төркемләү. Суыту һәм җылыту коэффициентлары 52

3.3.2. Карноның кире термодинамик циклы һәм аның суыту коэффициенты 54

3.4. Суыту машиналарының һәм корылмаларының төп төркемнәре 56

3.5. Үзләштерүне үзлегеңнән тикшерү өчен сораулар 56

4. ЭШЧЕ МАТДӘНЕ СЫЕКЧА ҺӘМ ПАР ХАЛӘТЕНӘ ӘВЕРЕЛДЕРҮГӘ НИГЕЗЛӘНЕП ЭШЛӘҮЧЕ СУЫТКЫЧ МАШИНАЛАР 57

4.1. Эшче мәтдәләр 57

4.1.1. Эшче матдәләрне тамгалау 58

4.1.2. Эшче матдәләргә куелган төп таләпләр 59

4.1.3. Киң кулланыштагы кайбер эшче матдәләрнең сыйфатлары 62

4.2. Бер катлы суыткычларның эш цикллары һәм схемалары 64

4.2.1. Идеаль ПКСМ ның эш циклы һәм схемасы 64

4.2.2. Реаль ПКСМ дагы аермалыклар 65

4.2.3. Тарлавык клапанлы ПКСМ ның схемасы һәм эш циклы 66

ŋqdqyeɤ bɆ deqɆbɤɜe d ɛoɑƃoɤ ɟqdqɤqɤè

4.2.4. Тарлавык клапан алдыннан эшче матдәне үтә суытучы ПКСМ ның схемасы һәм эш циклы 70
4.2.5. Компрессор алдыннан суыту агентының парын кыздыру. Регенераторлы ПКСМ ның схемасы һәм эш циклы 71
4.2.6. Бер катлы ПКСМ ның теоретик циклын хисаплау 73
4.3. Бер катлы ПКСМ нарның практик схемалары 74
4.3.1. Бер катлы аммиаклы ПКСМ ның практик схемасы 74
4.3.2. Бер катлы фреонлы ПКСМ ның практик схемасы 78
4.4. Күп катлы ПКСМ нарның эш цикллары һәм схемалары 81
4.4.1. ПКСМ нарда күп катлы кысуга күчүнең сәбәпләре 81
4.4.2. Күп катлы кысу һәм сыту процессларының циклдагы югалтуларга тәэсире 82
4.4.3. Ике катлы кысу һәм беркатлы сыту процессларын кулланып эшләүче ике катлы ПКСМ ның эш циклы һәм схемасы 85
4.4.4. Уралмалы суыту көпшәсе булган арадаш савытлы ике катлы суыткычның схемасы һәм эшләүе 87
4.4.5. Эшче матдәне ике кат сытып һәм арадаш савытта тулысынча суытып эшләүче ике катлы суыткычның схемасы һәм эшләүе 92
4.4.6. Эчке җылы алмашу аппаратлары булган ике катлы суыткычның схемасы һәм эшләүе 98
4.5. Каскадлы суыткыч машиналар 103
4.5.1. Ике каскадлы иң гади суыткыч 104

ŋqdqyeɤ bɆ deqɆbɤɜe d ɛoɑƃoɤ ɟqdqɤqɤè

ŋqdqɏeɎ bɆ dədɆbɎɜə d ɕɔɑbɔɏ Ɉqddɏqɏè

4.5.2. Каскадлы һәм күп катлы суыткычлар арасындагы төп аерма, аларны чагыштыру 107
4.6. Үзләштерүне үзлегеңнән тикшерү өчен сораулар 108
5. ГАЗ КОМПРЕССОРЛЫ СУЫТУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ЦИКЛЛАРЫ ҺӘМ СХЕМАЛАРЫ 110
5.1. Йомык цикл 111
5.2. ГКСМ ның даими һәм үзгәрүчән температуралы чыганакларга эшләве 114
5.3. Регенератив ГКСМ нарның теоретик цикллары 117
5.3.1. Йомык цикл 117
5.3.1. Ачык цикллар 119
5.4. Үзләштерүне үзлегеңнән тикшерү өчен сораулар 122
6. КРИОГЕН ТЕХНИКАСЫ 123
6.1. Криоген термостатлау, суыту, сыегайту, катыру корылмаларының схемалары һәм цикллары 123
6.2. Тирән суыту циклларын төркемләү 130
6.3. Һэмпсон - Линде циклы 131
6.4. Клод - Һейланд циклы 133
6.5. Капица Циклы 135
6.6. Үзләштерүне үзлегеңнән тикшерү өчен сораулар 137
7. ЙОМГАКЛАУ 139
ӘДӘБИЯТ 141
КУШЫМТАЛАР **144**
1. СУЫТУ ТЕХНИКАСЫ БУЕНЧА ТЕРМИННАР СҮЗЛЕГЕ 144
1.1. ГОСТ 24393-80 дәүләт стандартында каралган суыту техникасы терминнарының русча һәм татарча бирелеше һәм аңлатмасы 144
1.2. Политехник сүзлектәге [22] суыту техникасына карашлы терминнарның русча татарча сүзлеге 153

ŋqdqɏeɎ bɆ dədɆbɎɜə d ɕɔɑbɔɏ Ɉqddɏqɏè

ŋqdqɐeY bɆ dedɆbYзe d ɕɔɑbɔɐ Ɉqdqɐqɐè

2. СУЫТУ МАШИНАЛАРЫ (СМ) ЯКИ КОМПРЕС-СОРЛАРЫ (СК) ИСЕМЛЕГЕ 204

3. ТҮБӘН ТЕМПЕРАТУРАГА ИРЕШҮНЕҢ ҺӘМ ӨЙ СУЫТКЫЧЛАРЫНЫҢ КИЛЕП ЧЫГЫШЫ ТУРЫНДА ВАКЫТ ТАБЛИЦАСЫ 209

4. R12, R22, R717 СУЫТУ АГЕНТЛАРЫНЫҢ *p – h* ДИАГРАММАЛАРЫ 213

ŋqdqɐeY bɆ dedɆbYзe d ɕɔɑbɔɐ Ɉqdqɐqɐè