



Әдістемелік ұсыныстар мен  
нұсқаулардың; әдістемелік  
ұсыныстардың; әдістемелік  
нұсқаулардың титул парағы

Нысан  
ПМУ ҰС Н 7.18.3/40

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті  
Химия және химиялық технологиялар кафедрасы

Химиялық өндірістердің негізгі процестері және аппараттары пәні бойынша  
5В072100 – Органикалық заттардың химиялық технологиясы мамандығының  
студенттеріне арналған

Пәнді оқып игерудің

**ӘДІСТЕМЕЛІК ҰСЫНЫСТАРЫ МЕН НҰСҚАУЛЫҚТАРЫ**



Әдістемелік ұсыныстар мен  
нұсқауларды; әдістемелік ұсыныстарды;  
әдістемелік нұсқауларды бекіту парағы

Нысан  
ПМУ ҰС Н 7.18.3/41

**БЕКІТЕМІН**

ОІ жөніндегі проректор  
\_\_\_\_\_ Пфейфер Н.Э.

20\_\_ж.«\_\_»\_\_\_\_\_

Құрастырушы: аға оқытушы \_\_\_\_\_

Химия және химиялық технология

Химиялық өндірістердің негізгі процестері және \_\_\_\_\_  
5В072100 – Органикалық заттардың химиялық технологиясы мамандығының  
студенттеріне арналған

**әдістемелік ұсыныстары мен нұсқаулары**

Пәнді оқып игерудің

Кафедраның отырысында ұсынылды  
20\_\_ж. «\_\_»\_\_\_\_\_, №\_\_ хаттама

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ Жапаргазина К.Х. 20\_\_ж. «\_\_» \_\_\_\_\_

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультетінің ОӘК  
мақұлданды  
20\_\_ж. «\_\_»\_\_\_\_\_, №\_\_ хаттама

ОӘК төрайымы \_\_\_\_\_ Нургожин Р.Ж. 20\_\_ж. «\_\_» \_\_\_\_\_

**МАҚҰЛДАНДЫ:**

ЖжӘҚБ бастығы \_\_\_\_\_ Варакута А.А. 20\_\_ж. «\_\_» \_\_\_\_\_

Университеттің оқу-әдістемелік кеңесімен мақұлданды  
20\_\_ж. «\_\_»\_\_\_\_\_ №\_\_ хаттама

## **Тақырып 1. Кіріспе. Химиялық технологияның негізгі процестерінің түрлері**

Бұл тақырып бойынша 2 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – зертхана сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 4 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады: Пәннің тақырыбы және мақсаты. Химиялық технологияның негізгі процестерінің түрлері. Қалыптасқан және қалыптаспаған процестер.

Үздіксіз және мерзімді әрекетті процестер. Химиялық технология процестері мен аппараттарының халық шаруашылығы және экологиялық проблемаларды шешудегі маңызы.

**Зертханалық сабақта** келесі жұмыстар орындалады:

Химия-технологиялық зертханаларды жұмыс істеу ережелері.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Химиялық технология процестері мен аппараттары пәнінің дамуы туралы қысқаша тарихи мәліметтер [1. 6-15 б.], [2. 5-34 б.], [3. 3-18 б.]

2.Қазақстан және шетел ғалымдарының химиялық технология процестері мен аппараттары туралы ғылымға қосқан үлесі. [1. 6-15 б.], [2. 5-34 б.], [3. 3-18 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Химиялық технология дегеніміз не?

2. Химиялық технологияның процестінің түрлері?

Олардың маңызы.

3. Химиялық технологияның негізгі процестері қандай?

4.Химиялық технологияның процестері мен аппараттарының экологиялық мәселелерді шешудегі ролі қандай?

## **Тақырып 2. Химиялық технология процестерінің теориялық негіздері**

Бұл тақырып бойынша 2 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – тәжірибе сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 8 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады: Масса мен энергияның сақталу заңдары. Материалдық баланстар. Термодинамиканың бірінші заңы (энергияның сақталу заңы). Жылу және қозғалыс мөлшерінің баланстары.

**Тәжірибелік сабақта** процестер мен аппараттарды талдау мен есептеудің жалпы принциптері қарастырылады. Материалдық және жылу баланстарын есептеу ерекшеліктері, сұйықтар мен газдардың физика-химиялық қасиеттері үйретіледі.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

Масса мен энергияның сақталу заңдары. Материалдық баланстар. [1. 17-23 б.], [3. 16-25 б.], [4. 18-38 б.]

Термодинамиканың бірінші заңы (энергияның сақталу заңы). Жылу және қозғалыс мөлшерінің баланстары. [1. 17-23 б.], [3. 16-25 б.], [4. 18-38 б.]

### **Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Масса мен энергияның сақталу заңдары.
2. Термодинамика заңдары.
3. Сұйықтар мен газдардың негізгі физика-химиялық қасиеттері қандай?

### **Тақырып 3. Термодинамикалық тепе-теңдіктің заңдары**

Бұл тақырып бойынша 1 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – тәжірибе сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 8 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады: Термодинамиканың екінші заңы. Процестердің өту бағыттары және қозғаушы күші. Тепе-теңдік теңдеулері.

**Тәжірибелік сабақта** термодинамикалық тепе-теңдік заңдарын қолданумен абсолюттік, артық және қалдық қысымдарды есептеуді үйретіледі.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Термодинамиканың екінші заңы. Процестердің өту бағыттары және қозғаушы күші. Тепе-теңдік теңдеулері. [1. 17-23 б.], [3. 16-25 б.], [4. 18-38 б.]

### **Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Термодинамика заңдарының анықтамалары мен жазылуы
2. Тепе-теңдік теңдеулерінің мысалдарын жазу
3. Негізгі физика-химиялық шамалардың, өлшем бірліктердің әр жүйелерде жазылуы, оларды бір-біріне айналдыру.
4. Анықтамалармен жұмыс істеу.

### **Тақырып 4. Қозғалыс мөлшерін (импульс), жылу және массаны тасымалдау құбылыстары**

Бұл тақырып бойынша 1 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – тәжірибе сабағы, 3 сағат – зертхана сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 8 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады:

Гидравлика жөнін

дегі жалпы мәліметтер. Сұйық қозғалысының жылдамдығы және мөлшері. Турбулентті ағындағы жылдамдықтар өрісі. Ағын ядросы және шекаралық қабат. Шекаралық қабаттың тасымалдау процестеріне әсері. Субстанцияларды (қозғалыс, жылу және масса мөлшерлері) тасымалдаудың негізгі теңдеуі. Тасымалдау процестерінің қозғаушы күштері. Ағынның үзіліссіздік теңдеуі. Жылуды тасымалдау теңдеуі (конвективті жылу

алмасудың дифференциалды теңдеуі). Массаны тасымалдаудың теңдеуі (конвективті диффузияның дифференциалды теңдеуі). Қозғалыс санын тасымалдаудың теңдеуі (Стокс теңдеуі). Тасымалдау процестерінің аналогиясы.

**Тәжірибелік сабақта:** Гидравликалық процестер. Ағындардың жылжу тәртіптерін анықтау. Ағын энергиясы және Бернулли теңдеуі. Сұйықтың ағу жылдамдығын анықтау (Пито-Прандтльдің жылдамдық түтігі) Сұйықтың тесіктер мен насадкалар арқылы ағуы. Арынның жоғалулары (сызықтық, жергілікті). Құбыртасымалдың тиімді диаметрін анықтау.

**Зертханалық сабақта** келесі жұмыстар орындалады:

Түйіршікті-кесек материалдың төгу бұрышы мен табиғи еңісінің бұрышының шамасын анықтау.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Сығылатын және сығылмайтын сұйықтар, «Идеалды» сұйықтар [1. 32-55 б.], [3. 26-55 б.], [10. 48-70 б.]

2. Нақты сұйыққа әсер етуші күштер жайлы (көлемдік күштер: салмақ, инерция, ортадан тепкіш күштері, беттік-қысым, ішкі үйкеліс күштері) материал [1. 32-55 б.], [3. 26-55 б.], [10. 48-70 б.]

3. Сұйық қозғалысының түрлері және режимдері [1. 62-85 б.], [4. 40-75 б.], [8. 38-70 б.]

8. Турбулентті ағынның негізгі сипаттамалары (құйындар, пульсациялар, пульсация масштабы, турбулентті тұтқырлық, локалды (жергілікті) және уақыт бойынша орталанған жылдамдықтар) [1. 62-85 б.], [3. 56-85 б.], [10. 68-80 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Гидродинамика, гидростатика, гидравлика деген түсініктердің сипаттамасы.

2. Нақты сұйыққа әсер етуші күштер: көлемдік күштер: салмақ, инерция, ортадан тепкіш күштері, беттік-қысым, ішкі үйкеліс күштері

3. Сұйықтың жылдамдығы қандай шамалармен сипатталады?

**Тақырып 5. Химия-технологиялық процестерді моделдеу**

Бұл тақырып бойынша 1 сағат -дәріс сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 8 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады: Моделдеу туралы жалпы түсініктер. Физикалық моделдеу. Ұқсастық теориясының негіздері. Ұқсастық сандар. Дифференциалды теңдеулерді ұқсастық теориясының әдістерімен түрлендіру. Жалпылама ұқсастық сандар теңдеулері (ұқсастық теңдеулері). Гидродинамикалық процестердің ұқсастығы.

Өлшем бірліктерін талдау. Бэкингем теоремасы. Математикалық моделдеу. Математикалық модель туралы түсінік және оны құрастыру принциптері.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Химия-технологиялық процестерді зерттеу және жобалау кезіндегі моделдеудің маңызы [1. 92-113 б.], [4. 76-95 б.], [10. 81-100 б.]

2. Физикалық және математикалық моделдеудің салыстырмалы сипаттамасын беру [1. 92-113 б.], [4. 76-95 б.], [10. 81-100 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Заттың негізгі физикалық қасиеттеріне қандай шамалар жатады?

2. Физикалық шамалардың өлшем бірліктерін анықтамалардан алып жазу.

3. Химия-технологиялық процесс дегеніміз не?

**Тақырып 6. Ағындардың гидродинамикалық структурасы (құрылымы)**

Бұл тақырып бойынша 3 сағат -дәріс сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 10 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады:

Ағындардың өнеркәсіптік аппараттар арқылы қозғалған кездегі жылдамдықтар өрісі. Сұйықтың аппаратта болу уақытының таралуы бойынша араластыру дәрежесін бағалау. Жүйелердің елес қисық сызығы. Сұйықтардың аппараттарда болу уақытының таралуының дифференциалды және интегралды функциялары.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

Ағындардың гидродинамикалық структурасы (құрылымы) [1. 115-133 б.], [4. 98-125 б.], [10. 101-130 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Химиялық технологияда қолданылатын аппараттар түрлері қандай?

2. Өнеркәсіптік аппараттар арқылы сұйықтар қозғалғанда жылдамдықтар қалай өзгереді?

3. Сұйықтардың аппараттарда болу уақытының таралуының дифференциалды және интегралды функциялары.

**Тақырып 7. Гидромеханикалық процестер мен аппараттар. Химиялық аппараттардағы қолданбалы гидравликаның жалпы мәселелері**

Бұл тақырып бойынша 4,5 сағат -дәріс сабағы, 3 сағат - тәжірибе сабағы, 5 сағат - зертхана сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 12 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады:

Гидростатиканың негізгі теңдеуі. Бернулли теңдеуі. Гаген – Пуазейль теңдеуі.

Екі фазалы ағындардың газ (бу)- сұйық және сұйық-сұйық жүйелеріндегі гидродинамика элементтері.

**Тәжірибелік сабақта:** Құбырлар мен аппараттардың диаметрін есептеу. Газдар мен сұйықтардың мөлшерін анықтау. Пневмотранспорт.

**Зертханалық сабақта** келесі жұмыстар орындалады:

Кеңістіктің түйіршікті-кесек массамен толтырылу дәрежесін анықтау

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Ағындардың өнеркәсіптік аппараттар арқылы қозғалған кездегі жылдамдықтар өрісі. Сұйықтың қозғалыссыз түйіршікті қабаттар және кеуекті кедергілер арқылы қозғалысы. [2. 142-195 б.], [8. 106-145 б.], [10. 158-220 б.]

2. Жалған сұйылту қабатының гидродинамикасы. Пневмотранспорт. Сұйықтың қабықшалы қозғалысы. [1. 300-345 б.], [4. 126-155 б.], [8. 188-318 б.]

3. Газдың сұйық қабаты арқылы қозғалысы (барботаж). Сұйық тамшыларының тұтас ортадағы қозғалысы. Ньютонды емес сұйықтар қозғалысының ерекшеліктері. [2. 262-395 б.], [4. 126-175 б.], [10. 228-280 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Гидродинамикалық процестерге қандай процестер жатады?

2. Гидродинамикалық процестерде қолданылатын аппараттардың ерекшеліктері қандай?

3. Сұйықтың қозғалысының түрлері қандай болады?

4. Сұйықтың қозғалыссыз түйіршікті қабаттар және кеуекті кедергілер арқылы қозғалысының ерекшеліктері неде?

5. Газдың сұйық қабаты арқылы қозғалысының (барботаж) ерекшелігі неде?

**Тақырып 8. Сұйық орталарда араластыру**

Бұл тақырып бойынша 2 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – тәжірибе сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 8 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады:

Араластырудың түрлері. Араластырудың қарқындылығы және тиімділігі. Сұйықтың араластырғышы бар аппараттардағы қозғалысы. Араластыруға жұмсалған энергия шығыны. Газ шығынын және қысымын анықтау.

**Тәжірибелік сабақта:** Сұйық орталарда араластыру. Механикалық араластыру. Пневматикалық араластыру. Аппараттарды есептеу ерекшеліктері қарастырылады.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Араластырғыштардың конструкциялары, олардың сипаттамасы және оларды таңдау [1. 345-373 б.], [4. 177-215 б.], [10. 282-330 б.]

2. Пневматикалық және циркуляциялық араластыру [1. 345-373 б.], [4. 177-215 б.], [10. 282-330 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Сұйық орталарда араластыру қандай мақсатта қолданылады?
2. Араластырудың түрлері қандай? Олардың ерекшеліктері неде?
3. Араластыру процесінің химиялық технологиядағы міндеті мен маңызы неде?

**Тақырып 9. Сұйықтарды тасымалдау**

Бұл тақырып бойынша 2 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – тәжірибе сабағы, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 15 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады:

Насостардың классификациясы (көлемдік және динамикалық). Насостардың негізгі параметрлері: өнімділік, тегеуірін, энергия шығыны, п.э.к. Сұйық берілуінің графиктері. Ортадан тепкіш насостың жүйе тармақтарына жұмыс істеуі, жұмыс нүктесі. Насостарды іске қосу және тоқтату.

**Тәжірибелік сабақта:** Сұйықтарды тасымалдау. Сорғының негізгі сипаттамаларын анықтау. Ортадан тепкіш сорғыны есептеу және таңдау орындалады.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Көлемдік және динамикалық насостар, олардың салыстырмалы сипаттамасы және қолданылу салалары. Насостардың конструкциялары (поршенді, ортадан тепкіш, өстік, тісті доңғалақты және т.б.). [1. 385-413 б.], [4. 217-235 б.], [10. 332-350 б.]

**Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Сұйықтарды тасымалдау қандай мақсатта қолданылады?
2. Сұйықтар мен газдарды тасымалдауға және қысымдауға арналған машиналардың конструкциялары қандай?
3. Сұйықтарды тасымалдаудың химиялық технологиядағы ролі қандай?

**Тақырып 10. Газдарды тасымалдау және сығу**

Бұл тақырып бойынша 2 сағат –дәріс сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 15 сағат уақыт бөлінеді.

**Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады: Сығу дәрежесі. Көлемдік п.э.к. және өнімділік. Машиналардың негізгі түрлерінің конструкциялары (поршенді, ортадан тепкіш және т.б.).

Газдарды тасымалдау және сығу машиналарының салыстырмалы сипаттамасы, олардың қолдану салалары.

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:



1. Газдарды тасымалдау және сығу машиналарының классификациясы, конструкциялары және қолдану салалары [1. 415-453 б.], [4. 237-265 б.], [10. 352-390 б.]

### **Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Газдарды тасымалдау және сығу қандай мақсатта қолданылады?
2. Газдарды тасымалдауға және қысымдауға арналған машиналардың конструкциялары қандай?
3. Газдарды тасымалдау және сығу машиналарының химиялық технологиядағы ролі қандай?

### **Тақырып 11. Сұйықты және газды әртекті жүйелерді ажырату**

Бұл тақырып бойынша 2 сағат –дәріс сабағы, 2 сағат – тәжірибе сабағы, 5 сағат – зертхана сабағы қарастырылған, сонымен қатар студенттің өздік жұмысына 8 сағат уақыт бөлінеді.

#### **Дәріс сабағында** келесі сұрақтар қарастырылады:

Әртекті жүйелерді ажыратудың негізгі әдістері және олардың экологиялық мәні. Ауырлық күшінің өрісінде ажырату. Тұндыру.

Қысым айырмасының әсері арқылы ажырату. Сүзу жылдамдығы және оның негізгі факторларға (қысым айырмасынан, температурадан, тұнба структурасынан) байланыстылығы. Сүзгілердің түрлері. Газды әртекті жүйелерді ажырату үшін қолданылатын сүзгілердің конструкциялары (жеңді, түйіршікті қабат және т.б.). Сүзгілерді есептеудің негіздері. Ортадан тепкіш тұндырғыш және сүзгі. Циклонды процесс. Ажырату факторы. Центрифугалау. Центрифугалардың өнімділігін және центрифугалауға жұмсалатын энергия шығынын есептеу. Газдарды электрлі өрісте тазалау.

**Тәжірибелік сабақта:** Әртекті жүйелерді ажырату. Тұндыру. Сүзу. Центрифугалау. Процестерде қолданылатын аппараттарды есептеу.

#### **Зертханалық сабақта** келесі жұмыстар орындалады:

Тұну жылдамдығын анықтау

Бұл тақырып бойынша қарастырылған **СӨЖ** келесі сұрақтарды қамтиды:

1. Әртекті жүйелердің негізгі сипаттамасы және классификациясы. Тұндырғыштардың түрлері және оларды есептеу [1. 415-453 б.], [4. 237-265 б.], [10. 352-390 б.]

2. Сүзу. Тұнбалардың түрлері (сығылатын және сығылмайтын). Сүзгілердің түрлері. Сұйықты әртекті жүйелерді ажырату үшін қолданылатын негізгі сүзгілердің конструкциялары (сүзгі-престер, барабанды және т.б.). [1. 455-483 б.], [4. 237-265 б.], [10. 352-390 б.]

3. Центрифугалардың түрлері. Негізгі мерзімді және үздіксіз әрекетті тұндырғыш, сүзгіш центрифугалардың конструкциялары. Негізгі электр сүзгілердің түрлері (құбырлы және пластиналы). [1. 455-483 б.], [4. 237-265 б.], [10. 352-390 б.]

4. Газдарды сұйықтармен тазалау және сұйықты пайдаланатын аппараттардың негізгі түрлерінің конструкциялары (табақшалы, насадкалы және т.б.). [1. 455-483 б.], [4. 237-265 б.], [10. 352-390 б.]

#### **Теориялық материалды оқып игеруге арналған сұрақтар**

1. Әртекті жүйелер дегеніміз не? Олардың химиялық технологиядағы ролі қандай?

2. Әртекті жүйелерді бөлу қандай әдістері бар? Олардың өнеркәсіптегі ролі қандай?

3. Тұндыру процестінде қолданылатын аппараттар, конструкциялары

4. Сүзу процестінде қолданылатын аппараттар, конструкциялары

5. Центрифугалау процестінде қолданылатын аппараттар, конструкциялары

## **Әдебиет**

### **Негізгі әдебиет**

1. Ахбердиев Ә., Молдабеков Ш.М. Химиялық технологияның негізгі процестері және аппараттары, 1-ші бөлім. Алматы, 1993, РБК, 302 б.

2. Ахбердиев Ә.С. Химиялық технологияның негізгі процестері және аппараттары, 2-ші бөлім, Алматы, 1994, РБК. – 183 б.

3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Химиялық технологияның процестері және аппараттары пәнінің мысалдары мен есептері (бірінші, екінші, төртінші, бесінші, алтыншы, тоғызыншы, оныншы тарауларының қазақ тіліндегі аудармалары). Шымкент, 1992-2000 ж.ж.

4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд., М., Химия, 1973. – 750 с.

5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии, Л.: Химия, 1987. – 576 с.

6. Основные процессы и аппараты химической технологии (пособие по проектированию). Под ред. Ю.И. Дытренского, М., Химия, 1991, 496 с.

7. Руководство к практическим занятиям в лаборатории процессов и аппаратов химической технологии, под ред. Романкова П.Г., 5-е изд., Л.: Химия, 1979. – 256 с.

### **Қосымша әдебиет**

8. Анштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. / В.Г. Анштейн, М.К. Захаров, Г.А.Носов. Книга 1. М.: Химия, 1999. – 888 с.

9. Анштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. / В.Г. Анштейн, М.К. Захаров, Г.А.Носов. Книга 2. М.: Химия, 1999. – 872 с.

10. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1981. – 812 с.