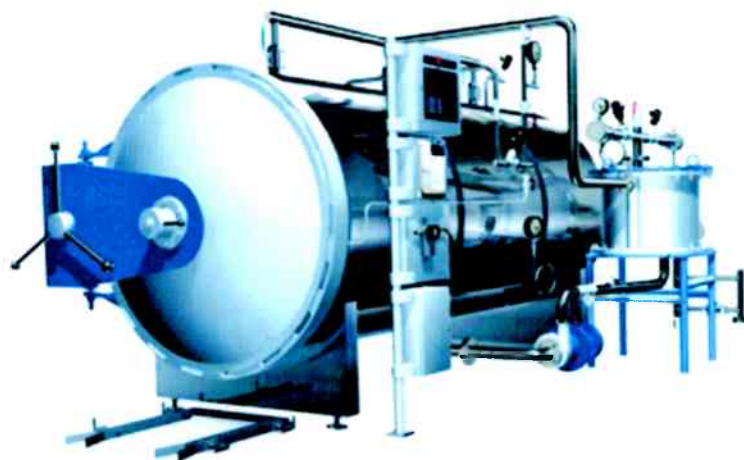


SAFAROV J.E., SULTANOVA Sh.A.

ASOSIY TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

SAFAROV J.E., SULTANOVA Sh.A.

ASOSIY TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

**“ADABIYOT UCHQUNLARI”
Toshkent 2018**

UDK: 605 (76)

BBK: 621.2 SH-8

UO* K: 664.002 (075)

J.E.Safarov, Sh.A.Sultanova. Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar. –T.: «Adabiyot uchqunlari», 2018, 186 bet.

O'quv qo'llanmada biotexnologiyaning muhandislik realizatsiyasi, mikrobiologik ishlab chiqarishning texnologiyasi asoslari, biotexnologik ishlab chiqarishdagi asosiy jihozlar, kimyoviy reaktorlar, bioreaktorlar, fermentatsion jihozlarni loyihalash va ularni ishlash xususiyatlari, fermentatsiya jarayonlarini olib borish haqida ma'lumotlar keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi oliy o'quv yurtlarining 5320300 - «Texnologik mashina va jihozlar» (ozuq-ovqat sanoati) va 5320500 – «Biotexnologiya» bakalavr yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan

Taqrizchilar:

- | | |
|--------------|--|
| Dodayev Q.O. | - Toshkent kimyo-texnologiya instituti "Oziq-ovqat havfsizligi" kafedrası professori, texnika fanlari doktori. |
| Karimov Q.F. | - ToshDTU "Sovutish va kriogen texnikasi" kafedrası mudiri, texnika fanlari doktori. |

ISBN: 978-9943-5655-1-7

ANNOTATSIYA

«Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar: bioqimyoviy jarayonlar» o'quv qo'llanmasi talabalarga ixtisoslik fanlarini chuqur o'zlashtirishga, ishlab chiqarish intensivligini oshirish hamda, texnologik jarayon va qurilmalardan unumli foydalanish yo'llarini o'rgatadi. Ushbu o'quv qo'llanma zamonaviy texnika va uning rivojlanish istiqbollari hisobga olingan holda malakali mutahassislarni sifatli tayorlashni uzluksiz mukammallashtirishga xizmat qiladi. O'quv qo'llanma oliy ta'lim muassalarining «5320300 - Texnologik mashina va jihozlar» (oziq-ovqat sanoati) va «5320500 –Biotexnologiya» bakalavr ta'lim yo'nalishi talabalariga o'quv qo'llanma sifatida mo'ljallangan.

АННОТАЦИЯ

Учебное пособие «Основные технологические процессы и аппараты: биохимические процессы» направлено на глубокое освоение студентами основных навыков повышения интенсивности производства, а так же, эффективного использования технологических процессов и устройств. Данное учебное пособие служит при непрерывной подготовке высоко-квалифицированных специалистов, учитывая современную технику и его перспективного развития. Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям образования «5320300 - Технологические машины и оборудование» (пищевая промышленность) и «5320500 –Биотехнология».

ANNOTATION

The manual "The main technological processes and apparatus: biochemical processes" is directed to deeply master the students the basic skills of increasing the intensity of production and effectively use technological devices. This training manual serves with the continuous training of highly qualified specialists taking into account modern technology and its future development. The manual is intended for students studying in areas of direction «5320300 - "Technological machines and equipment" (food industry) and «5320500 - Biotechnology».

MUALLIFLAR XAQIDA MA'LUMOT

Safarov Jasur Esirgapovich Samarqand viloyatida tug'ilgan, millati o'zbek, ma'umoti oliy, texnika fanlari doktori. 2011 yilda texnika fanlari bo'yicha nomzodlik, 2016 yilda texnika fanlari bo'yicha doktorlik dissertatsiyalarini himoya qilgan. J.E. Safarov 4 ta monografiya, 2 ta o'quv qo'llanma va 2 uslubiy ko'rsatma muallifi. Xalqaro va respublika jumallari, ilmiy maqola ar to'plamlarida 180 dan ziyod ilmiy maqola va tezislari chop etilgan. Olib borayotgan ilmiy izlanishlari natijalari bo'yicha AQSh, Buyuk Britaniya, Koreya, Dubay, Bolgariya, Litva, Qozog'iston, Qirg'iziston va Rossiyada o'tkazilgan xalqaro anjumanlarda ma'ruzalar bilan ishtirok etgan hamda diplom va sertifikatlar bilan taqdirlangan. Olib borgan ilmiy tadqiqot ishlari natijasi bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi tomonidan 5 ta ixtiro uchun patent, 3 ta dasturiy mahsulotga guvohnoma va 1 mahsulot belgisiga guvohnoma olgan, 8 ta ixtiroga patent olish uchun talabnoma topshirgan. Bugungi kunda ToshDTU ning «Mashinazozlik» fakulteti dekani lavozimida o'z faoliyatini olib bormoqda.

Sultanova Shaxnoza Abduvaxitovna Toshkent shahrida tug'ilgan. Millati o'zbek, ma'lumoti oliy. «Oliy ta'lim muassasasining eng yaxshi pedagogi» tanlovining Respublika bosqichining ishlab chiqarish texnologiyalari ta'lim sohasi bo'yicha 2017 yil uchun «Eng yaxshi pedagogi-tadqiqotchi» nominatsiyasi g'olibi bo'lib «Faxriy diplom» bilan taqdirlangan. «Innovatsion g'oyalar, texnologiyalar va loyihalar IX Respublika yarmarkasi» yoshlar tanlovining g'olibi. Bir qancha uslubiy qo'llanma, o'quv qo'llanma va monografiyalar muallifi. 100 dan ortiq jumladan AQSh, Yevropa mamlakatlarining Buyuk Britaniya, Avstriya, Bolgariya, Rossiya, Ukraina, Belorusiya, Osiyo davlatlaridan Koreya va boshqa Dubay kabi davlatlarda ilmiy maqolalarini nufuzli jurnallarda chop etgan. Ko'plab xalqaro anjumanlarda ishtirok etib diplom va sertifikatlariga ega bo'lgan. 1 ta ixtiro uchun patent, 3 ta EHM uchun dasturiy mahsulotga guvohnoma olgan, 3 ta ixtiro uchun patentga talabnoma topshirgan. «Yurt kelajagi» iqtidorli yoshlar tanlovi g'olibi, «Islom Karimov» nomidagi davlat stipendiatlari va boshqa ko'plab sovrindor talabalarning ilmiy rahbari. Bugungi kunda ToshDTU ning «Mashinazozlik» fakultet dotsenti lavozimida o'z faoliatini olib bormoqda.

KIRISH

Insoniyat minglab yillar davomida biotexnologik usullardan foydalanib kelmoqda, novvoychilik, bijg'ish mahsulotlari, sut-qatiq mahsulotlari va boshqalar bunga yaqqol misol bo'la oladi. Insonlar o'z tajribasidan kelib chiqqan holda mahsulotlarni saqlash va fermentatsiyalash usullari yordanida mahsulotlarni qayta ishlashini kashf qilganlar. Yillar mobaynida inson o'zi bilmagan holda pishloq, sirka, yog'lardan sovun olish va chiqindilarni qayta ishlashning biotexnologik usullarini ishlab chiqargan.

Har qanday biotexnologiyadan maqsad – aniq bir produtsentni genetik determinlangan xususiyatlari doirasidagi jarayonlarning bioqimyoviy va fiziologik tushunchalarini oraliq tavsiflarining maksimal qiymatiga erishishdir. Buning uchun biotexnologik manipulyatsiyalar (qo'lda murakkab va nozik harakatlar), ularga to'g'ri keladigan qurilmalarda amalga oshirilish kerak. Masalan, lizin produtsentlarini o'stirishda, texnologik operatsiyalarni jarayonni boshqarish bilan biror bir iyerarxiya ko'rinishida tizimlashtirsa bo'ladi. Aniqrog'i, murakkab metabolizmni boshqarish quyidagicha amalga oshirilishi mumkin:

- 1) ozuqa muhitining tarkibini o'zgartirish yo'li bilan;
- 2) tashqi muhitning sharoitlarini o'zgartirish yo'li bilan: pO_2 , pH , t , pCO_2 , eH , n aralashtirgichning vali aylanish tezligini va boshqalar;
- 3) bioreaktorning (konstruksiyasi) turini tanlash yo'li bilan, K_{2-G} , K_{c-q} va misol uchun K_R hamda, e bo'yicha gidrodinamikani identifikatsiyalash; limitatsiyaning bo'lmashligini ta'minlovchi, $S-n$ optimal kombinatsiyalash; populyatsiyani fizik-mexanik shikastlanish darajasini pastligini ta'minlash; faza o'zgarishlarda N_2 -ni tarqatish yo'llari bilan;
- 4) n , Q ni boshqarish yo'li bilan, N_2 kiritilgan N_2 -ning energiyasini miqdorini optimizatsiyalash va stabillash bilan va kimyoviy ko'pik so'ndiruvchi moddalarni uzatish yo'llari bilan;
- 5) qo'shimcha substrat S kiritib reglamentirlash yo'li bilan;
 - fermentatsiya vaqti bo'yicha;
 - konsentratsiya bo'yicha;

- modda almashinuvi jarayonida fermentlarning faolligi bo'yicha;
- matematik model bo'yicha;
- hujayralarning O_2 bilan iste'moli intensivligi bo'yicha;

6) substratlarning kombinatsiyalari bilan:

- shakar-atsetat;
- shakar-vodorod;
- shakar-uglerodlar;
- azotning turli manbalari

7) regulyatorlarni qo'llash bilan (kvaterin va b.)

8) uzluksiz kulturalash usulini qo'llab, kulturani fiziologik holatini qayd qilish bilan;

9) substratlarning transporti va katabolizm fermentlarning o'zgaruvchan, boshqaruvchi xususiyatiga ega shtammlarini ishlatish bilan.

Aytib o'tish kerakki, bu misol tasodifan tanlanmagan, jarayonni boshqarish xarakteri bo'yicha u murakkabdir: bunda mutant bakterial kultura ishlatilganligi uchun qo'shimcha oziqlantirish zarur, zanjimning muqobili (ikki yo'ldan birini tanlash imkoniyati) mavjud bo'lib, qo'shimcha quyib turish va fermentatsiyaning to'xtovsiz usuliga o'tish mumkin. Jarayon aseptik sharoitda olib boriladi.

Har bir bosqich o'zining amalga oshirish texnologiyasi bo'yicha juda murakkabdir va odatda usullar ko'rinishida qayd etiladi. Masalan, taklif etilgan iyerarxiyaning beshinchi darajasi bo'yicha, boshqarish mexanizmi haqidagi qiziq bir tarixiy tasavvur hosil bo'ladi. Birinchi usul qo'shimcha oziqlantirishning optimal vaqtini empirik aniqlashni mo'ljallaydi. Keyingi usul substratning konsentratsiyasi bo'yicha, keyin esa muhim fermentlarning aktivligi bo'yicha matematik modeli va K_v -populyatsiyaning fiziologiyasi, klassik xarakteristikasi bo'yicha kislorod sarfi ko'effitsiyentiga ko'ra uni reglamentga soladi. Steril sharoitlarda biolamchi ma'mumotlarni yig'ish, oqimni sterillash va dozalash (bioreaktorga uzatiladigan va undan olinadigan) bilan bog'liq texnik qiyinchiliklar hammaga ma'lum. Bundan, steril kulturalash muhitini fizik parametrlarini o'lchash muammosi (2 daraja iyerarxiyasi) jahon amaliyotida o'z yechi nini topgan, biroq ko'pchilik mahsulotlar va

substratlarning konsentratsiyasini o'lchash muammosi, afsus, yechimsiz qolmoqda (5 va 6 darajalar). Analitik metodlarni qo'llash esa juda ko'p mehnat talab etadi va o'zining davomiyligi bo'yicha boshqaruvning operativligini ta'minlay olmaydi. Shu sababdan ham uglevod metabolizmi fermentlari aktivligi bo'yicha effektiv tarzda metabolizmini boshqarish sanoatga tatbiq qilish ishlari amalga oshirilmagan.

Ushbu o'quv qo'llanmada oziq-ovqat va biomassaning populyatsiya xususiyatlarini (shikastlanishlarsiz, avtoliz, infeksiya, reverantlar va b.) saqlagan holda bioqimyoviy va fiziologik doimiy biosintez, issiqlik texnikasi manipulyatsiyalari hamda yuqorida sanab o'tilgan jarayonlar kabi muhandislik ishlarini amalga oshirish ishlari yoritib berilgan.

I BOB. BIOTEXNOLOGIYANING MUHANDISLIK REALIZATSIYASI

1.1. Biotexnologik ishlab chiqarishning texnologiyalari

asosiy jarayonlari va qurilmalari

Organik mahsuotlar ishlab chiqarishda kimyoviy usullarga nisbatan biotexnologik usullarning bir muncha afzalliklari bor:

1. Ko'plab murakkab organik molekullarni shu jumladan, oqsillar va antibiotiklarni amalda kimyoviy usul bilan sintez qilishning iloji yo'q.

2. Biokonversiya mo'ljallangan mahsulotni ko'proq chiqishini ta'minlaydi.

3. Biologik tizim faoliyati nisbatan pastroq harorat va pH ning yuqori qiymatlarida (neytralga yaqin) kechadi va h.k.

4. Biologik katalitik reaksiyalar, kimyoviy kataliz reaksiyalariga nisbatan ko'proq o'ziga xos.

5. Biologik jarayonlar bir tipdagi toza izomer mahsulotlar chiqishini ta'minlaydi, kimyoviy sintez reaksiyalarida esa aralashmalar hosil bo'ladi.

Shu bilan birga biologik usullar, kimyoviy usullarga nisbatan bir qator ma'lum kamchiliklarga ega:

1. Biologik tizimlar, chetdan keraksiz mikroflora bilan osongina ifloslanishi murakkin.

2. Biologik usulda sintez qilingan mahsulot murakkab aralashmaning tarkibida bo'lib, uni keraksiz moddalardan ajratib olish zarurati paydo bo'ladi.

3. Biotexnologik ishlab chiqarish ko'p miqdorda suv talab qilib uni jarayon yakunida ajratib olish va atrof muhitga chiqarish zarurati bor.

4. Biojarayonlar odatda, standart kimyoviy jarayonlarga nisbatan ancha sust kechadi.

Har qanday biotexnologik jarayon (laboratoriyada yoki sanoatda) shartli ravishda uch bosqichda amalga oshiriladi.

Birinchisi – tayyorgarlik (fermentatsiyaga hozirlik). Bu bosqichda barcha tayyorgarlik ishlari : oziq moddalarni (ishlab chiqarishda foydalaniladigan mikroorganizmlar uchun substrat) tayyorlash va sterilash, foydalanayotgan

mikroorganizmlarni yig'ish (jamlash), asosiy asbob (reaktor fermentyor)ni tayyorlash va sterilizatsiya qilish.

Ikkinchi bosqich – asosiy (fermentatsiya), ishlab chiqarishda foydalanuvchi mikroorganizmlarni kulturalash va mo'ljallangan mahsulotni yig'ish bosqichlarini o'z ichiga oladi.

Uchinchi – postfermentatsiya bosqichida mo'ljallangan mahsulotni ajratib olish va tozalash ishlari amalga oshiriladi.

Biotexnologik jarayonlarni intensivlashtirishni ikki yo'li bo'lib, birinchisi-zamonaviy, yuqori mahsuldor biologik obyektlar (produksent)larni qo'llash bo'lsa, ikkinchisi-produksentlar yashashi, rivojlanishi uchun maksimal darajada qulayliklar yaratuvchi effektiv texnologik usul(texnologik tartib)larni qo'llagan holda mo'ljallangan mahsulotni yig'ish. Belgilangan maqsadga kerakli xom-ashyo (substrat)ni o'stirish uchun tanlash, yuqori konstruksiyali reaktor (fermentyor) ishlab chiqish, produksentni kulturalash sharoitini optimallashtirish, texnologik jarayonning effektiv nazoratini ta'minlash hamda, mo'ljallangan mahsulotni ajratish va tozalash usullarini takomillashtirish orqali erishiladi.

1.2. Universal texnologik sxema

Asosiy biotexnologik jarayonlarni texnik amalga oshirishni ko'rib chiqar ekanmiz, birinchi navbatda fermentatsiyani universal texnologik sxema asosida olib borish maqsadga muvofiq. Aytib o'tilganidek, apparatura ma'lum texnologiyani amalga oshirish uchun yaratiladi (tanlanadi).

Biologik agentlarning (rejimlarni ham) turli tumanligi sababli, biotexnologik jarayonlarni universal sxema ko'rinishida tasvirlash juda qiyin va munozarali masaladir, shunday bo'lsa ham bir urinish qilib ko'rdik (1.1-rasm). Bu sxema, uskunalar alohida birliklarini yanada muvaffaqiyatli guruhlashga imkon beradi.

Sxemaning fermentatsiya mahsulotlariga ishlov berishga tegishli qismida quyidagi mahsulotning tovar shakllari hisobga olingan: konsentratlar, biomassalar, tozalangan mahsulotlar.

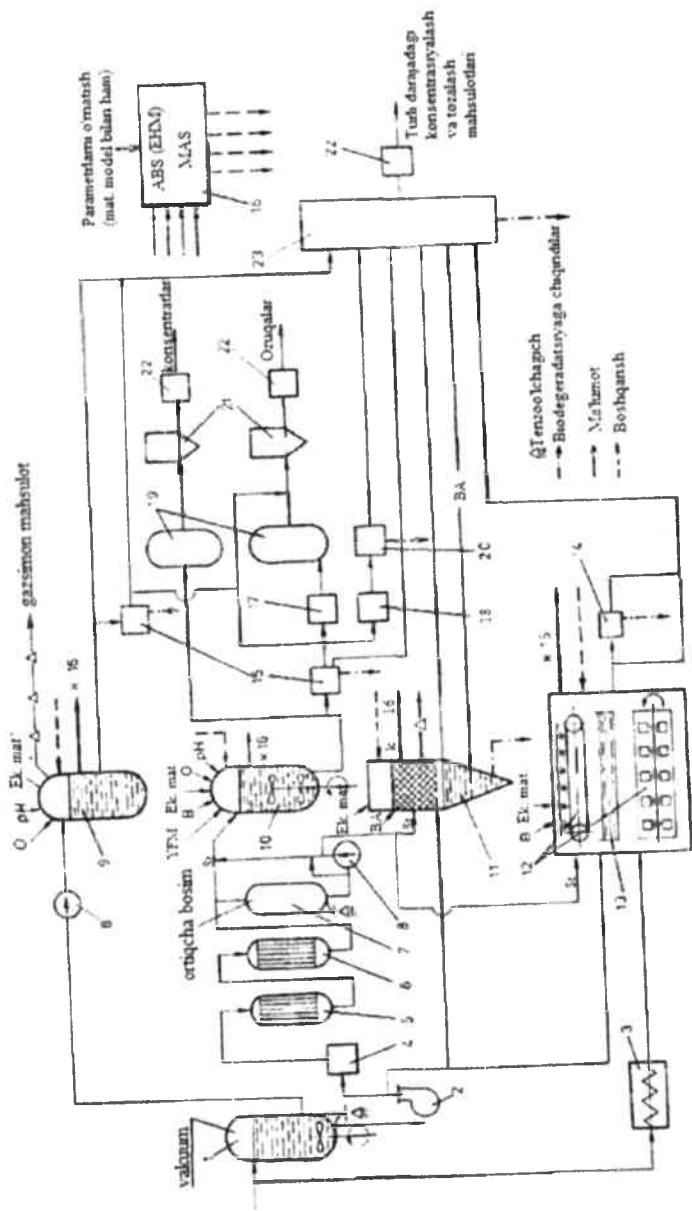
Sxema kulturalashning barcha variantlarini o'z ichiga olgan:

- 1) chuqur va yuzaki (suyuq va qattiq muhitlarda);
- 2) davriy, ozuqari qo'shimcha quyib turish va uzluksiz;
- 3) steril va shartli-steril;
- 4) aerob va anaerob;
- 5) biokatalitik reaksiyalarni qo'llash bilan boruvchi-te'liq aralashtirish reaktori, immobillangan sistemalar (fermentlar,biomassalar) va boshqalar.
- 6) o'simlik va hayvon to'qima hujayralarini ommaviy kulturalash (bir qator maxsus metodlardan tashqari).

Fermentatsiyadan oldingi jarayonlar reaktorda (1) cziqa muhitini tayyorlash bilan boshlanadi, keyinroq maksimal tezlik bilan sterilizatsiya haroratigacha isitish (5) ushlab turish va fermentatsiya haroratiga tezlik bilan sovutish yoki undan biroz yuqoriroq haroratgacha keltirish (6) usuli bilan uning termik sterilizatsiyasi o'tkaziladi.

Sxemada haddan tashqari murakkablashmaslik uchun termolabil komponentlarning sovuq sterilizatsiyasi va ultrafiltratsiya keltirilmagan. Hozirgi vaqtda sanoatda ustun bo'lganlari aerob (10) va anaerob (9) fermentatorlar (bioreaktorlar) hisoblanadi. Aerob apparatlarni (10) loyihalash yoki tanlash prinsiplari murakkabligi uchun, keyinroq batafsil ko'rib chiqamiz. Sxemada qattiq muhitda ham (12) suyuq muhitda ham (13) ishlovchi yuzaki fermentatorlar tasvirlangan. Katalitik reaktorlarning (11) kelajagi bor. Mahsulotlarni tovar shaklini aniqlashda separator (15) va biomassa dezintegratorlari asosiy rol o'ynaydi. Mahsulotlarni ajratish va tozalash (konsentrlash) uchun apparat, shartli ravishda bitta pozitsiyada (23) ko'rsatilgan, buning uchun qo'llaniladigan usullar organik va hiorganik kimyo bilar bog'liq va ularni analiz qilish masalasi bu kitobda naqsad qilib qo'yilmagan.

Quyida keltirilgan texnologik sxemani asosiy elementlari batafsil ko'rib chiqiladi. Bunda asosiy diqqat kultura o'stirish jarayonlarini texnik ta'minlashga qaratilgan bo'lib, fermentatsiya mahsulotlariga ishlov berish umumiy ko'rib chiqilgan. Apparatularar rivojlanishining quyidagi umurniy tendensiyalari kuza-tilmocqda:



Rasm 1.1. Biotexnologik jarayonlarni amalga oshirishning prinsipial reaktori

1 – oziqa muhitlarini tayyorlash uchun reaktor; 2 – dovalli nasos; 3 – yuzaki va qattiq fazali fermentatsiya uchun erimaydigan substratlardan tashkil topgan muhitlarni tayyorlash va sterillash uchun apparat; 4 – oziqa muhitini sterilizatsiya haroratigacha isitish uchun bug' kolonkasi; 5 – oziqa muhitini sterilizatsiya haroratida ushlagich; 6 – steril oziqa muhitini sovutish uchun issiqlik almashgich; 7 – oziqa muhitini yig'uvchi-o'lchovchi uskuna; 8 – dozator; 9 – anaerob fermentator; 10 – asosiy chuqur anaerob fermentator; 11 – bikatalik reaktor; 12 – yuzaki va qattiq fazali fermentatorlarning turli konstruksiyalari; 13 – suyuq muhitlarda isilovchi yuzaki fermentator (protva); 14 – ekstraktor; 15 – biomassani ajratib olish uchun separator; 16 – biosintez jarayonlarini ushlab turish uchun EHMli yoki EHM siz mahalliy avtomatik sistema (MAS); 17 – oziqa preparatlari uchun biomassa plazmolizatori; 18 – biomassa dezintegratori; 19 – bug'latish qurilmasi; 20 – dezintegratorlarni fraksionlash; 21 – quritgich va suvsizlantirish uchun boshqa apparatlar; 22 – ion almashinuvchi kolonna, membrana apparaturasi, kimyoviy ajratish, usulini amalga oshirish uchun apparatlar, sentrifugal, filtrlar, bug'latish qurilmalari, kristallizatorlar va boshqa uskunalar.

Shartli belgilar: pH – pHni korrekcirovkasi uchun eritma; O – qo'shimcha oziqlantirish uchun muhit va komponentlar; Ek. mat. – ekish materiali; V – steril havo; SFM – steril ko'pik so'ndiruvchi (sirt-faol moddalar); St – steril oziqa muhiti; biyg'ish jarayonlari, oziqa drojplari olishda – shartli steril; BA – biologik agent.

1) Markaziy joy, individual kulturalarning o'ziga xos xususiyatlari yoki ularning sistematik guruhlariga hisobga olingan holatda bioreaktorlarning tashkiliy qismi bo'lgan aralashtirishning maxsus sistemasi loyihasiga tegishli bo'ladi. Masalan FU-8 uskunasi (chuqur jarayonlar uchun) to'rtta o'zaro almashinuvchi, shu bilan bir qatorda mitselial va boshqa kesilish qisqartiruvchi kuchlanishiga sezgir kulturalar uchun ehtiyot rejimini ta'minlovchi aralashtirgichlarga ega. O'simlik va hayvon to'qimalari kulturalari uchun esa maxsus apparatlar kerak.

2) Yuqorida texnologiyalarning energiya-tejamkorligi istiqboli haqida aytib o'tilgan edi; energo-tejamkor bioreaktorlar orasida barcha uchta guruh vakillari ham

ko'zda tutilgan, biroq katta hajmli (sanoat) ishlab chiqarish uchun (160 m^3 va undan ko'p) faqatgina aerirolovchi gaz bilan energiya kirituvchi apparatlar ishlatiladi. Masalan kontakt qurilmali apparatlar yoki mexanik energiyani G-S faza o'tishiga sarflovchi (aylanuvchi aeratorli, o'zi so'riladigan va b.) apparatlar. Massa – uzatish intensivlashtirish uchun muhitning ko'pik hosil qilish xususiyati yetarli darajada ishlatilmaydi.

3) Reaktorlar-qattiq fazali fermentatsiya uchun va chuqur usulda erimaydigan substratlarni qayta ishlashga mo'ljallangan bioreaktorlar intensiv rivojlanmoqda.

4) Mexanik aralagichli sanoat fermentatorlari uchun val aylanish tezligi ravanligini boshqaruvchi yuritmani tashkil etish vaqti keldi.

5) Komplekt agregatlar va texnologik liniyalar yaratish muhim.

6) Bioreaktorlar va texnologik liniyalarning elementlari va yaxlit o'zini solishtirish usulini rivojlanadi.

7) Shundan kelib chiqib qo'shimcha ozuqa hosil qilish uchun steril sharoitda kultural suyuqlikni ajratib olish va fermentatsiya komponentlarini me'yorlash, quyilib turuvchi va to'xtovsiz kulturalash usullari va boshqa "murakkab" jarayonlarning texnik vositalari yaxshilanadi.

8) Yangi datchiklar va o'lchash metodlari evaziga biotexnologik jarayonlarni boshqarish imkoniyati va informativligi sezilarli darajada kengayadi. Masalan biz tomondan pH ni o'lchashni aniqroq usuli ishlab chiqilgan. Keyingi rivojlanish esa material balans usuliga tegishlidir, ko'pikni boshqarish uchun esa (ko'pik so'ndiruvchining impulsli uzatish avtomati) AIPP va (ko'pik boshqaruvchi va gaz namlik o'lchagich) PRGV loyihalangan. Har kunlik foydalanishda enzimatik datchiklar, zaruriy kation va anionlar datchiklari, asosiy substrallar va mahsulotlarni konsentratsiyasini aniqlov qurilmalari xizmat qilishi mumkin.

9) Biosintezning aniq jarayonlari uchun ko'proq axborot beruvchisini tanlab olish maqsadida boshqarish metodlarining differensatsiyasi amalga oshiriladi.

10) Analiz, protokollash, biotexnologik jarayonlarni boshqarishda kompyuterlashtirish yaqin yillarda juda keng ommalashadi.

11) Fermentatsiya mahsulotlarini qayta ishlash uchun apparatlar sezilarli darajada rivojlanadi.

12) Fermentatsiyadan oldingi operatsiyalar qismida, oziqa muhitini sovuq sterillash liniyasi ishlab chiqish zarur va termik sterilizatsiya apparaturasini rivojlantirish kerak.

13) Aseptik jarayonlarni texnik kompleksi, shu bilan birga havoning membrana filtrlari, sifon armatura, quvur va armaturalar bilan apparatlarni ratsional bog'lashni tatbiq qilish kutilmoqda.

Aytib o'tish kerakki, texnika rivojlanishi tendensiyalarining analizi uchun ko'pi bilan 4 manba mavjud:

- 1) patent adabiyotlari (mualliflik guvohnomasi va patentlar);
- 2) mashinasozlik va asbobsozlik sanoati haqidagi ma'lumotlar va kataloglar, chunonchi haqiqatda mavjud bo'lgan uskuna va qurilmalar haqida ma'lumotlar;
- 3) amaldagi tashkilotlarining tajribasi;
- 4) original, nostandart (hali tirajlanmagan) ishlanmalar haqida ma'lumotlar.

Quyida biz oxirgi uchta manbaga tayangan holda ma'lumotlar keltiramiz. Patent adabiyotlari tahlili yangiliklarni taqdim etadi, lekin afsuski, ko'pincha ular moddiyashmagan yechimlar bo'lib, ular ko'proq loyihalovchilar uchun mo'ljallangan, foydalanuvchi (biotexnolog)lar uchun emas.

1.3. Ozuqa muhitini tayyorlash va sterilizatsiyalash

Mikrobiologik sirtez mahsulotini ishlab chiqarishda, chiqim moddasining asosiy qismini xomashyoga to'g'ri keladi. Masalan $1 \cdot 10^9$ ED penitsillin ishlab chiqarish uchun, 6,5 kg uglevodli xomashyo ishlatish zarur.

Fermentatsiya jarayoni borishi uchun zarur qimmatbaho xomashyolarga quyidagilar kiradi: makkajo'xori, soya, bug'doy unlari, kraxmal, shakar, glyukoza, laktoza, o'simlik moylaridan tashqari anchagina arzon oziq-ovqat sanoati chiqindilari bo'lgan – gidrol, melassa, yashil patoka, sut zardobi, makkajo'xori ekstrakti, baliq suyagi uni, makkajo'xori, somon, kunjaboqar gidrolizatlari. shuningdek maxsus olinadigan yog'och va torf gidrolizati, neft parafini, metan, etanol va boshqalar.

Odatda ikkta asosiy omillarga asoslanib xomashyo tanlanadi:

1. U yoki bu produtsentning o'sish xususiyatlari bilan. Masalan, achitqi zamburug'i bir komponentli (uglevod, uglevodorod, spirt) va minimal darajada o'sishi faktorlari (vitaminlar, mikroelementlar) bo'lgan ozuqa muhitida liam bemalol o'saveradi. Ba'zi bir mikroorganizmlar o'sishi uchun ozuqa muhiti tarkibida o'nlab va batto yuzlab komponentlar talab etiladi.

2. Mo'ljallangan mahsulotning xaridorgirligi va tannarxi. Agar har bir grammi bir necha o'nlab dollar turadigan qimmatbaho va o'ta muhim dori darmonlar haqida so'z yuritsak, unda xom-ashyo narxi hal qiluvchi masala hisoblanmaydi. Ko'p tonnali arzon mahsulotlar (etanol, glitserin, organik kislotalar, vitaminlar va h.k.) ishlab chiqarish haqida so'z yuritilganda esa, xom-ashyoning narxi u yoki bu mahsulotni ishlab chiqarish rentabelligida hal qiluvchi rol o'ynaydi.

O'tgan asming 50-yillari boshlarida barcha davlatlarda glitserin, atseton va butanol ishlab chiqaruvchi korxonalar yopilib ketgan. Bunga sabab ular neft xom-ashyosidan kimyoviy yo'l bilan olinadigan analogik mahsulotlar bilan raqobatlasha olmasdilar. 80-yillarning oxirigacha korxonalari ishlab turgan yagona davlat JAR edi, chunki qishloq xo'jaligi rivojlangan bu davlatda o'zining neft konlari yo'q va BMTning qarori bilan dunyo bozoridan neft sotib olish huquqidan mahrum etilgan edi.

Biotexnologik maqsadlar uchun o'simlik biomassasi yaxshi utilizatsiya bo'ladigan uglerod manbai hisoblanadi. Uzoq yillardan buyon yo'lga qo'yilgan alkogol ishlab chiqarish don va kraxmalga boy bo'lgan ildizmevalarga asoslangan. Biotexnologik qayta ishlash sohasida o'simliklarga bitmas tuganmas manbadek qarash mumkin. Bir yilda, yerda birlamchi fotosintez mahsuloti (o'simhiklarning quyosh energiyasidan foydalanib o'sishi), quruq biomassa hisobida 2×10^{11} tonnani tashkil qiladi! Biomassaning juda ko'p (44% ga yaqin) qismi yog'och ko'rinishidadir. Ajablanarli tomoni shundaki, qishloq xo'jalik mahsulotlari birlamchi fotosintez mahsulotining bor yo'g'i 6% ni tashkil qiladi, holbuki insonlar va hayvonlar uchun ozuqaning asosiy qismi va yana ko'plab zaruriy materiallar

(masalan teksil va qog'oz ishlab chiqarish sanoati uchun) aynan shu foiz hisobidan olinadi.

Biotexnologik jarayonlarda ozuqa substrati uchun juda mos va qulay xom-ashyo bu qand ishlab chiqarishda ishlatiladigan o'simliklardan qand lavlagi va shakarqamishdir. Ammo hozirgi vaqtda dunyoda an'anaviy qand ishlatilishi bosqichma-bosqich kamayib, uning o'rnini effektiv shirinlashtiruvchilar bilan almashtirilmoqda. Dunyo qand bozorida yuzaga kelayotgan holat, yangi izlanishlarga undaydi, chunki tropik iqlimda yashovchi davlatlar qand bozorining yo'qolib ketishidan ko'p iqtisodiy qiyinchiliklarga duchor bo'lishadi. Hozirning o'zida Braziliya mamlakatining ishlab chiqqan "yoqilg'i" dasturida shakarqamish substrat sifatida (bu usulda atmosfera kamroc ifloslanganligi uchun birinchi navbatda avtomobillarga ichki yonuv dvigatellariga yoqilg'i sifatida etanol ishlab chiqarishda) ishlatilmoqda. Braziliya misoli, boshqa ko'p davlatlarni bunday yangi texnologiyaning kelajagi borligiga ishonch tug'diriyapti.

Kraxmal tarkibli qishloq xo'jalik mahsulotlari, shu jumladan makkajo'xori, guruch, kartoshka, ildizmevalar, shirin kartoshka va manioka katta ahamiyatga molik. Kraxmalning bir kanchiligi, uni ozuqa substrati sifatida ishlatgunga qadar monosaxarid yoki oligosaxarid darajasigacha fermentativ yoki kimyoviy gidroliz usullarida parchalab olish kerakligidir. Shunga qaramay hozirda muayyan muvaffaqiyat bilan, ushbu polisaxaridni qo'llashga asoslangan kelajakli biotexnologik jarayonlar ishlab chiqilmoqda.

Kelib chiqishi qishloq xo'jaligi yoki "o'rmon" bo'lishidan qat'iy nazar, quruq o'simlik biomassasining yarmini, keng tarqalgan biopolimerlardan biri, shu bilan birga qimmatbaho energiya va uglerod manbai bo'lgan sellulyoza tashkil qiladi. Sellulyozaning biotexnologik jarayonlarca asosiy oziqa xomashyosi sifatida qaralishi hech kimda shubha uyg'otmaydi. Ammo ushbu materialni biotexnologik xomashyo sifatida ishlatish uchun, uni gidrolizlab sodda, suvda eruvchi (glyukoza, sellobioza) qand holatiga keltirish kerak. Ajablanarlilik, hozirgacha bu masala ancha murakkab vazifa bo'lib qolmoqda.

Toza sellyuloza kimyoviy yoki fermentativ, gidrolizda osongina eruvchan qandlarga parchalanadi, so'ng mikroorganizmlar yordamida yengil fermentatsiyalanib (biyg'ish) etanol, butanol, atseton, bir hujayrali oqsil (SCP), metan va boshqa ko'plab mahsulotlar olinadi. Bir yilda Yerda fotosintez jarayonida 22 milliard tonna, yoki kishi boshiga 24 tonnadan sellyuloza hosil bo'ladi. Shuning uchun sellyuloza texnik glyukozaning tuganmas manbai bo'lib xizmat qiladi. Ammo, amalda sellyuloza hamma o'simliklarda gemisellyuloza va lignin bilan kompleksda bo'lib, daraxt tanasini qattiqligini ta'minlaydi. Asosiy tarkibi oson gidrolizlanuvchi ksiloza monosaxaridi bo'lib, arabinoza va glyukouron kislotalari qo'shimchalari bo'lgan gemisellyuloza ham monosaxaridlar (qog'oz ishlab chiqarish sanoati chiqindilari) manbai bo'lib xizmat qilsa, tartibsiz va murakkab tarkibli, noorganik qo'shimchalari bo'lgan ko'p asosli fenol molekulasidan tashkil topgan biopolimer lignin, amalda ushbu sharoitlarda gidrolizlanmaydi. Tarkibida lignin bo'lgan va uning qisman parchalangan smolasifat mahsulotlari qutilmalarni ifloslantiradi, quvuro'tkazgichlarni to'ldiradi, sellyuloza bo'laklarini o'rab olib ular gidrolizini to'xtatadi, monosaxaridlar eritmasini zaharlaydi. Lignindan tozalash va uni qayta ishlash muammosi bilan ko'plab mamlakatlar olimlari yuz yildan ortiq vaqtdan beri shug'ullanishiga qaramay bu muammo o'z yechimini topishdan uzoqda. Shuning uchun sellyuloza tarkibli o'simlik xom-ashyosidan olingan monosaxaridlar erimlari, hatto murakkab ko'p pog'onali tozalashdan keyin ham nooziq-ovqat, texnik mahsulotlar (etil spirti, yem achitqisi, organik kislotalar) olish uchun ishlatiladi.

Neft va gazning ba'zi bir tarkibiy qismlari yana bir arzon uglerod va energiya manbalaridir. Uglerod atomlari soni 10, 20... va yuqori bo'lgan n-alkanlar yoki parafinlar (ayniqsa suyuq), neft tarkibiy qismining eng yaxshi substratlari. Ularni ko'plab bakteriyalar va achitqi zamburug'lari parchalay oladi. Bu birikmalar neftni haydab dizel yoqilg'isi (solyarka)ni olishda ajraladigan fraksiyalar tarkibiy qismidir. N-alkanlar muzlash darajasi yuqori bo'lganligi uchun ularni dizel yoqilg'isi tarkibida bo'lishi nojoiz bo'lib, yoqilg'i sifatini oshirish uchun parafindan ajratish jarayoni o'tkaziladi. N-parafinlarni utilizatsiyalash yo'llaridan biri- ularni mikrobiologik ishlab chiqarishda substrat sifatida foydalanish hisoblanadi. 60-80 yillarda G'arb va

MDH davlatlarida ko'p tonnalik yem achitqi (oqsilli vitaminli konsentrat OVK) ishlab chiqaruvchi korxonalar qurildi. Shu jumladan bunday korxona Ketov neftni qayta ishlash zavodi asosida ham tashkil qilingan edi. Ammo neft narxining tez ko'tarilish va ekologik xavfliligi (achitqi zamburug'i oqsili inson uchun o'ta allergenligi ma'lum bo'ldi) bu korxonalarning ommaviy berkilishiga olib keldi. N-alkanlardan limon va ketoglutar kislotalari olish korxonalari ishlab turibdi.

Boshqa istiqbolli uglevodorod saqlagan xom-ashyolar manbai, etilenni katalitik gidratatsiya qilish bilan olinadigan sintetik etanol (oziq-ovqat va dori-darmon ishlab chiqarishda qat'iyani taqiqlangan), sintetik metanol va yana oltingugurtning organik birikmalari (sulfid, merkaptan)dan tozalangan tabiiy gazdir.

Biroq neft va gaz, ertami yoki kech tugaydi. Shuning uchun biotexnologiyalar qayta tiklanuvchi xomashyo manbalariga moslashtirilmoqda. O'simlik biomassasidan tashqari, qishloq xo'jaligining (kepak, urug'lar qobig'i, kunjara, karam o'zagi, makkajo'xori so'tasi, va boshqalar), oziq-ovqat sanoatining (melassa-matochnik bug'langan qand eritmasini kristallashtirishdan so'ng, sut zardobi), qog'oz ishlab chiqarish sanoatining (yog'ochni past eritmali sulfit va sulfat kislotalari bilan ishlov berishda olinadigan – qaynayishga mo'ljallangan ishqoriy suvi) kabi har xil chiqindilari biotexnologik ishlab chiqarish uchun tuganmas arzon xom-ashyo manbai bo'lib xizmat qiladi. Hatto ba'zi bir biotexnologik mahsulotlar chiqindisi, boshqalari uchun ajoyib xom-ashyo bo'lib xizmat qiladi. Brajkaning spirti haydalishidan qolgan spirtli to'pon, ba'zi bir vitaminlar (B_{12}) ni mikrobiologik usulda olishda ishlatiladi.

Fermentli jarayonlarga oziqa muhitini tayyorlash odatda umumiy vazifaning arzimas qismi sifatida qaralsada, amalda bu jarayon keyingi bosqichlarning muvaffaqiyatini ta'minlovchi tamal toshidir. Oziqa muhitining tarkib jihatidan to'g'ri kelmasligi o'sish jarayonining sustligiga, o'z o'rnida mo'ljallangan mahsulot chiqishi unumdorligini pastligiga sabab bo'ladi. Shuning uchun bu jarayon bilan bog'liq asosiy jihatlarni ko'rib chiqamiz.

Oziqa muhitining suyuq tarkibiy qismlari (makkajo'xori ekstrakti, quyuq shinni, melassa, gidrol, o'simlik moyi, baliq yog'i) korxonaga temir yo'l sistemalarida olib kelinib maxsus to'plagichlarda saqlanadi va bog'lamalardan vakuum, siqilgan havo

yoki nasoslar yordamida tortib olinadi. Suyuq tarkibiy qismlar miqdori, massasi yoki hajmi bo'yicha oziqaga qo'yilgan talablar asosida va ushbu nostandart xomashyolar turi hamda har bir partiyaning nazorat ko'rsatgichlariga qarab belgilanadi.

Oziqa muhitning sochiluvchi tarkibiy qismlari, tashilgan idishdan maxsus bunkerlarga o'tkaziladi yoki birlamchi qadoqda omborda saqlanadi. Sochiluvchi tarkibiy qismlarni uzatishda lentali yoki vintli konveyer, elevator, havoli transport ishlatiladi.

Suyuq oziqa muhitlari aralashtirgichli aralashtiruv-qurilmalarda alohida tarkibiy qismlarni reglamentda o'rnatilgan tartibda solib tayyorlanadi. Tarkibida minerallar va qandlardan tashqari un, kraxmal, makkajo'xori ekstrakt, bo'lgan murakkab oziqa muhitlari bir necha aralashtirgichlarda tayyorlanadi. Odatda, tarkibidagi aminokislotalar va organik kislotalarni neytrallash uchun makkajo'xori ekstrakti bo'ri bilan birgalikda qaynatiladi. Nosteril amaliyotlarga sababchi bo'lishi mumkin bo'lgan katta guvalalar hosil bo'lishini oldini olish uchun un va kraxmal oldindan qaynatilib obdon aralashtiriladi. Buning uchun reaktorlar bug' uzatuvchi barbotyorlar bilan ta'minlanishi kerak. Ko'pincha, tarkibida yuqori konsentratsiyali makkajo'xori uni yoki kraxmali bo'lgan oziqa muhitining yopishqoqligini pasaytirish uchun ularni amilolitik ferment – orizin (*Aspergillus oryzae* – produtsenti) yordamida qisman gidroliz qilib olinib, so'ngra ferment qizdirish orqali faolsizlantiriladi.

Oziqa muhitlarining aksariyati suyuq va qattiq fazalariga ega bo'lganliklari uchun, qattiq tarkibiy qismlari – kepak, dag'al yanchilgan un, baliqli-suyakli un, soya kunajalarini mayin maydalash zarurati paydo bo'ladi. Bu maqsadda rotorli-pulsatsiyali qurilma samarali ishlatiladi, tarkibiy qism suspenziyasi qaynatishdan oldin yoki keyin u orqali o'tkaziladi. Ushbu protsedurada nafaqat qaynatilganda paydo bo'ladigan guvalalar yo'qotiladi balki, xomashyodan foydalanish darajasi oshadi hamda turli xom-ashyolarni qo'llash imkoniyati (masalan, baliq ko'zlari ko'p bo'lganligi uchun sterilizatsiya qilishi qiyin bo'lgan baliqli-suyakli muhitlarni) paydo bo'ladi.

O'ziga xos tartibda sterilizatsiyalashga muhtoj bo'lgan qand eritmalarini alohida tayyorlash va sterilizatsiyalash tavsiya etiladi, asosiy muhit bilan faqat fermentatorda aralashiriladi.

Ba'zi bir xomashyolar, masalan soya uni muhitning ko'pirishiga olib keladi, shuning uchun, muhitga sterilizatsiyada ko'pirishni so'ndiruvchi sifatida yog' qo'shiladi. Ushbu chora - yog'ni muhitga qo'shish, sporalarni issiqlik ta'siriga chidamliligini oshirishi kutilmagan natija bo'lishiga qaramasdan, texnologik zarurat bo'lganligi uchun qo'llaniladi. Muhitlarning hamma yog'li tarkibiy qismlari alohida sterillanishi kerak. Odatda, barqarorligini oshirish uchun suvli-moyli yoki suvli-yog'li emulsiyani xo'jalik sovuni bilan oldindan tayyorlab olinadi.

Ishlatiladigan suvning sifati, oziqa muhitining vazifasiga muvofiq bo'ladi. Ko'pincha artezian, kam hollarda – vodoprovod suvi ishlatiladi. Yirik oziqa achitqisi va oqsilli – vitaminli konsentrat (OVK) ishlab chiqaruvchi korxonalarda, berk siklda, ya'ni tozalash qurilmalaridan o'tgan suv ishlatiladi. Qon o'rmini bosuvchi eritmalar ishlab chiqaruvchi korxonalarda faqat apirogen (bidistillyat) suv ishlatiladi.

Odatda, oziqa muhitlarini sterilizatsiyalash deb, ulardan mikroblar – kontaminantlarni yo'qotuvchi yoki parchalovchi (o'ldiruvchi) har qanday usullar tushuniladi. Mikroorganizmlarni parchalovchi usullar ichida eng keng tarqalgani va universal bo'lgan usul bu- yuqori haroratdan foydalanishga asoslanganidir. Mikroorganizmlar hujayralari va ularning sporalari, oziqa muhitlarida ishlatiladigan ko'plab kimyoviy moddalarga nisbatan hamda issiqlik ta'siriga chidamsiz. Amalda sterilizatsiyaning asosiy maqsadi- oziqa muhitini sifatini saqlagan holda sterillikka erishish. Ekspozitsiya davomiyligi yoki muddati, bu shunday oraliq vaqt, uning chegarasida oziqa muhitining sifati saqlangan holda mikroorganizmlari halok bo'ladi.

Muhitlarni harorat bilan sterilizatsiyalash uslubiga ko'ra- davriy va tanafussiz bo'ladi. Sterilizatsiya jarayonining davriy uslubida muhitni qizdirish, saqlash va sovutish jarayonlari bir qurilma ichida orqama-ketin boradi. Bu fermentyor, o'stirish qurilmasi yoki maxsus sterilizator bo'lishi mumkin. Qurilmada, muhitning bor hajmi oldindan belgilangan haroratgacha qizdiriladi, muayyan vaqt qat'iy saqlanadi va qurilmaning ustki qoplamiga yoki ilonizi naychasiga berilgan suv bilan sovutiladi.

Qizdirish jarayoni, 130 °C gacha qizdirilgan bug'ni ingichka oqim bilan oziqa muhitiga to'g'ridan-to'g'ri yo'naltirish yoki qurilmaning issiqlik qoplamasiga bug'ni uzatish yo'llari bilan amalga oshiriladi.

Usul sodda va ishonarliligi bilan ajralib tursada, biroq o'z kamchiliklariga ega.

1. Yuqori haroratning uzoq ta'sirida, oziqa muhitining qandlari karamelizatsiyalanib (qand angidridlari hosil bo'lib), vitaminlar parchalanib sifati yomonlashadi. Uzoq qizdirish nafaqat oziqa moddalarni parchalaydi, balki muhit fermentatsiya jarayonini potensial ingibitorlari bo'lmish aminorasidlariga o'xshash, moddalarni paydo bo'lishiga olib keladi.

2. Ikkinchi kamchilik, bug'ning davriy ko'p sarflanishi bilan bog'liq bo'lib, qozonxonaning noravon ishlashiga olib keladi.

3. Agar oziqa muhitini sterilizatsiyalash jarayoni fermentyorda olib borilsa qurilmaning faoliyatsiz bandligi oshadi.

4. Bug' olish juda chiqimli jarayon bo'lib, uni arzonlashtirish yo'llaridan binsovitilayotgan oziqa muhitidan chiqayotgan issiqlikni qayta tiklash hisoblanadi. Bu issiqlikdan issiq suv olishda foydalanib, maishiy va texnologik ehtiyojlar uchun foydalansa bo'ladi. Ammo davriy tartibli usulda buni amalga oshirish murakkab va noqulay.

5. Oxirgi, beshinchi kamchilik- davriy sterilizatsiyalash jarayonini uzluksiz jarayonga nisbatan avtomatizatsiyalash qiyinligidir.

Har bir alohida qizdirish, saqlash, sovitish jarayonlari, uzluksiz sterilizatsiyalash usulida maxsus qurilmalar: qizdirgich, saqlagich, issiqlik almashinuv uskunalarida, uzluksiz sterilizatsiyalash o'ratmalari (USO'da olib borilib, ular qurilmalar tizimini tashkil qiladi.

Uzluksiz sterilizatsiyalash davriyga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

1) uzluksiz sterilizatsiyalash usulida, muhitning bo'linmas hajmi (sporalardan iborat o'ta kichik hajm), balandroq yuqori haroratda kamroq vaqtda bo'ladi;

2) sterilizatsiyalashning yuqori harorat va kam vaqt ekspozitsiyada (ushlab turish) bo'lishi sababli, oziqa muhitining tarkibiy qismlari parchalanishi minimal bo'ladi;

3) oziqa muhitining umumiy hajmini sterilizatsiyalash vaqti cho'zilishi, qozonxonani mo'tadil yuklanishini (ishlashini) ta'minlaydi;

4) jarayonni onson nazorat va idora qilish mumkin;

5) ishlatilgan issiqlikning to'xtovsiz va bir maromda ajralishi uni issiq suv olishda foydalanish imkoniyatini beradi.

Muhitni uzluksiz qizdirish issiqlik tashuvchi bilan to'g'ridan-to'g'ri kontaktsiz, sterilizatorga o'rnatilgan yoki oldida turuvchi naychali, plastinkali yoki spiralsimon issiqlik almashinuv uskunalarida amalga oshiriladi. Ammo ko'p hollarda kontaktli bug' isitgichlarida qizdirilgan (100-140 °C) bug'ni bir necha soniyada to'g'irdan-to'g'ri yuborish (injektirlashtirish) bilan muhit kerakli haroratga qizdiriladi.

Kichik hajmli eritmaları sterilizatsiyalashda bakteriyalarni, ba'zida esa viruslarni ushlab qoluvchi maxsus filtr-membranalar qo'llaniladi. Odatda bu usullar issiqlikga chidamsiz moddalar eritmasi hamda yakuniy mahsulotlar (masalan oqsildan iborat dori-darmonlar)da qo'llaniladi.

Yuzaki kulturalash usulida ishlatiladigan qattiq sochiluvchi muhitlar bug'da, ba'zida esa infraqizil va γ -nurlari bilan sterilizatsiyalanadi. Qattiq sochiluvchi muhitlarni suv bug'ida sterilizatsiyalash, odatda muhit qismlarining guvalanishi bilan boradi. Qattiq oziqa muhitlarining komponentlari (kunjara, urug'lar qobiqlari, qirindi) issiqlik o'tkazish koeffitsiyenti pastligi sababli, guvalanish ayniqsa tuhida, sterilizatsiya jarayonini normal borishiga halaqit beradi. Zaruriy samaraga erishish uchun, odatda yuqori darajali (140 °C gacha) bug' ishlatiladi, ammo bu ham absolyut sterillikni ta'minlay olmasada, ko'plab jarayonlar, fermentlar yoki organik kislotalar olish uchun yetarli hisoblanadi.

1.4. Havoni tayyorlash

Biotexnologiyaning muhim vazifalaridan biri- katta hajmda steril havo olishdir. Steril havo, keng miqyosda, par jarayonini havo bilan ta'minlash (aeratsiya)da qo'llaniladi. Yana, steril hudud deb nomlanuvchi- masalan, tayyor mahsulotlarni aseptik sharoitlarda oxirgi tozalash va qadoqlash sex bo'limlarini ventilyatsiyalashda ham foydalaniladi. Atmosfera havosida inert gazlar, azot, kislorod, uglerod

dioksidlari bilan bir vaqtda suv hug'lari va mayda dispersli zarrachalar bor. Dispersli zarrachalar tarkibida chang zarrachalari, qurumdan tashqari, mikroorganizmlar hujayralari va sporalarini erkin yoki chang zarrachalariga birlashgan holda bo'ladi. Tashqaridagi havoning harorati va namligi, fasl (mikroorganizmlar yozda, qishga nisbatan 10 barobar ko'p), iqlim sharoiti – quruq va shamol ob-havoda chang va mikroorganizmlar shunga mos eng ko'p, korxonaning geografik joylashishi, havo olish balandligi va hokazolarga bog'liq. Yer yuzasida mikroblar ayniqsa ko'p, yuqoriga ko'tarilgan sari ular konsentratsiyasi pasayib, yerdan 30 metrla balandlikda deyarli o'zgarmas bo'ladi.

Havoni mikroorganizmlarni yo'q qilishga asoslangan turli xil usullarda tozalash mumkin. Havoni sterilizatsiyaning eng effektiv usullaridan biri – ultrabinafsha nurlarida nurlatishdir. Bu usul bokslarda va texnologik xonalarni zararsizlantirishda qo'llaniladi. Mamlakatimiz va chet el tajribasi shuni ko'rsatadiki, sanoatda katta hajmli havoni, tola va kovak materiallari filtrlarda tozalash usullari, texnikaviy va iqtisodiy jihatdan o'zini qoplaydi. Bu yo'l bilan 99,9999% darajali tozalikdagi havo olish mumkin. Havo tarkibidagi zarrachalar tolali materialda inersion va diffuzion mexanizmlarga asoslangan holda cho'ktiriladi. Umumiy ko'rinishda inersion cho'ktirish mexanizmi, tolani o'rab o'tayotgan havodagi zarrachalar inersiya bo'yicha havo oqimidan yo'nalishini o'zgartirib tolaga cho'ktirishga asoslangan. Solishtirganda tolalalarda, nisbatan yirik zarrachalar va havoning yuqori tezligida inersion cho'ktirish effekti baland bo'ladi. Kichik zarrachalar Brown harakatiga mos harakatlanadi. Tola yaqinida harakatlanayotgan zarrachalar tasodifiy yo'nalishda kirib borib, tolada ushlanib qolishi mumkin. Ushbu cho'ktirish effekti zarrachalarning diametri, tolaning diametri va havo tezligining pasayishi bilan oshadi. Agar tozalangan havo yuzaki kulturalash jarayonida ishlatilsa, u kerakli harorat va namlik darajasigacha qo'shimcha konditsionerlanadi.

1.5. Produktsentni tayyorlash va jamlash

Zamonaviy biotexnologik jarayonlar katta hajmli ($50-500 \text{ m}^3$) fermentyor qurilmalaridan foydalanishi bilan xarakterlanadi. O'stirish jarayonini ishga tushirish

va ishchi tartibga chiqarish (hujayra parvarishini optimal zichligiga erishish), eng murakkab va uzoq davo etadigan protseduralardan biri. Qurilmaga begona mikroflorani tushishi yoki har xil sabablarga ko'ra (hujayrani mahsuldorligini yo'qotilishi va h.k.) ko'pincha jarayonni eng oxirgi bosqichda to'xtatib, yana boshidan boshlashga to'g'ri keladi. Shuning uchun o'stiriladigan materialni tayyorlash butun jarayonning murakkab, uzun va mas'uliyatli bosqichi hisoblanadi. Har qanday mikrobiologik mahsulotni olish uchun har doim saqlashda yuqori stabillikga ega bo'lmagan produtsentning birlamchi kulturasini kerak. Shuning uchun korxona 2-3 oyda bir marta profilni firmaning maxsus laboratoriyasidan yoki ITdan 3 probirkada toza kultura olib turadi, yoki zavodning o'z laboratoriyasida ishlatiladigan shtammni saqlash va mikrobiologik tozaligi nazorati tashkil etiladi. Odatda, birlamchi produtsentli birinchi probirka ushbu shtammni ko'paytirishga, ikkinchisi birlamchi shtamm-produtsent ustidan mikrobiologik nazorat o'rnatish uchun ishlatiladi, uchinchi esa zahiraga qoldiriladi. Probirka hajmi va undagi mikroorganizmlar hujayralari soni fermentyor hajmiga solishtirganda juda kichik, shuning uchun butun qurilmada zaruriy hajmdagi kulturani o'sishiga erishgunga qadar, kulturani o'tqazish juda uzoq vaqt talab qiladi. Ishlab chiqarish sharoitida jarayonni boshlash vaqtini qisqartirish maqsadida, biomassaning zaruriy miqdorini bir necha bosqichda (4 dan kam) maxsus qurilmalarda yetishtiriladi. Bioobyektlar reglamentga ilova qilingan ko'rsatma asosida tayyorlanadi. Bu maqsadda anabiozga yaqin yoki anabioz sharoitida saqlanayotgan (liofilizatsiyalanib yoki sublimatsion quritishda steril tuproqda, qumda, bug'doyda quritilgan) mikroorganizmning birlamchi shtammi yoki sporali material (zamburug'lar va aktinomisetlar uchun)lar suyuq steril oziqa muhiti qo'shib tiriltiriladi va qattiq oziqa muhiti (agar)ga ko'chirib o'tqaziladi. Kulturaning haqiqiylikligiga va tozaligiga ishonch hosil qilingandan so'ng (ota-ona va qiz hujayralari juda o'xshash va ular o'rtasida o'xshashlik aloqasi o'rnatib bo'lmasa, kultura toza sanaladi) oshib borayotgan hajmlarda (yoki maydonda), aseptik sharoitlarda, shtamlarni oziqa moddalariga boy muhitga ko'chirib o'tkazish amaliyoti probirkadan, har xil o'lchamli kolbalargacha, tebranuvchi moslamalar (shyuttel-qurilmasi)da bir necha bor

o'tkaziladi. Bioobyektning tugallangan yetarli miqdori sexda, uncha katta bo'lmagan fermentator-inokulyator (1-2 stadiyalari)da, asosiy qurilmadagi oziqa muhitining 5-20% miqdorida sanoat fermentatsiyasi uchun ekish materiali yetishtiriladi. Shu o'rinda bir hujayrali kulturalar Log-fazaning tugash-o'tasigacha o'stiriladi, bu hujayralarni, ishlab chiqarish fermentyori oziqa muhitiga o'tkazishda adaptasiya vaqtini (Lag-fazani) keskin qisqartirish imkonini beradi. Aerob mikroorganizmlar inokulyari, konstruksiyasi va texnologik ta'minoti bo'yicha asosiy fermentyorga o'xshash bo'lib, aeratsiya, ko'chirish, termostatlashtirish tizimlari bilan ta'minlangan.

Inokulyatorlarda xuddi sanoat fermentyoriga o'xshab ma'lum miqdorda yuqori havo bosimini saqlab turish maqsadga muvofiq bo'lib, aseptik sharoitni saqlab turishni yengillashtiradi.

Xulosa. Biotexnologik ishlab chiqarishning texnologiyalari asosiy jarayonlari va qurilmalari, oziqa muhitini tayyorlash va sterilizatsiyalash, produtsentni tayyorlash va jamlash kabi ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: biotexnologiya, qurilma, jarayon, sterilizatsiyalash, texnologiya.

Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Qanday jarayonlar biokimyoviy deb ataladi?
2. Biotexnologik tizimning qanday komponentlari bor?
3. Kimyoviy jarayon prinsipial sxemasi nima?
4. Massalar ta'sir qonuni nima ifodalaydi?

II BOB. MIKROBIOLOGIK ISHLAB CHIQARISHNING TEXNOLOGIYASI ASOSLARI

Mikrobiologik sintez ishlab chiqarish texnologiyasining asosiy bosqichi sifatida sanoat miqyosida kerakli produtsent-mikroorganizmni kulturalashtirish (o'stirish)ni o'z ichiga oladi. Mikroorganizmni o'stirish sanoat ishlab chiqarishi sharoitida quyidagi usullardan biri bo'yicha olib boriladi:

1. Qattiq oziqa muhitida yoki yupqa qavatli suyuq oziqa muhiti yuzasida (produtsent o'stirishning yuzaki usuli) o'stirish.

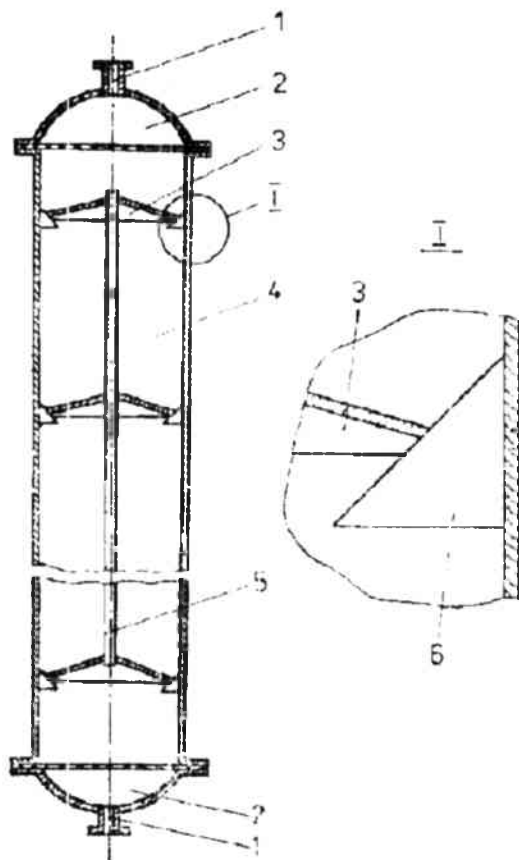
2. Tarkibida kerakli produtsentni normal o'sishi va rivojlanishi uchun hamma zaruriy oziqa moddalari bo'lgan katta hajmdagi suyuq fazada o'stirish (produtsent o'stirishning chuqur usuli).

2.1. Oziqa muhitini sterillash uskunalari

Hozirgi vaqtda oziqa muhitini sterillash usuli ichida termik usul ustunlikka ega. Sovuq sterilizatsiya (filtratsiya) termolabil komponentlar uchun qo'llaniladi. Bu muhitlar o'zida erimaydigan moddalar saqlamasligi kerak.

Sterilizatsiyaning ko'proq qo'llaniladigan prinsipial sxemasi o'zida o'tkir bug' bilan muhitni isituvchi (sterillash kolonkasida) va uni ketma-ket kerakli haroratda ushlovchi hamda sovutuvchi tizimni o'z ichiga oladi (1.1-rasm). Ushlab turuvchi sifatida (5-poz.) masalan, lizim ishlab chiqarishda UNS-25 beshta seksiyali qurilma qo'llaniladi (2.1-rasm). Muhit TT159/219-16/16 M6 "truba trubada" xilidagi issiqlik almashgich yordamida sovutiladi. Bunday sxema oddiy va samarali bo'lishiga qaramay, uning ekspluatatsiyasi davomida nisbatan katta miqdorda issiqlik sarf bo'ladi. Issiqlik energiyasini tejash maqsadida isitish uchun issiqlik almashgichdan sovutiluvchi steril muhitgacha sterilizatsiya liniyasini quyidagicha komplektlanadi: oziqa muhitni 80-90 °C gacha o'tkir bug' bilan sterilizatsiyalash haroratini ko'tarish uchun bug' injektorini (bug' kolonkasi) ushlagichni, 90-95 °C gacha muhit haroratini keskin pasayishi sodir bo'luvchi kengaytirgichni, kengaytirgichdagi bug'ni kondensatsiyalash va fermentatsiya haroratigacha oziqa muhitini yakuniy sovutish

(yargi tayyorlangan muhitni isitgichda sovutishdan keym) uchun issiqlik almashgichlarigacha joylashtiriladi. Shu bilan birga bu sxemani soddalashtirilgan ko'rinishda kengaytirgichsiz hajmiy ushlagichlarni qo'llash mumkin.

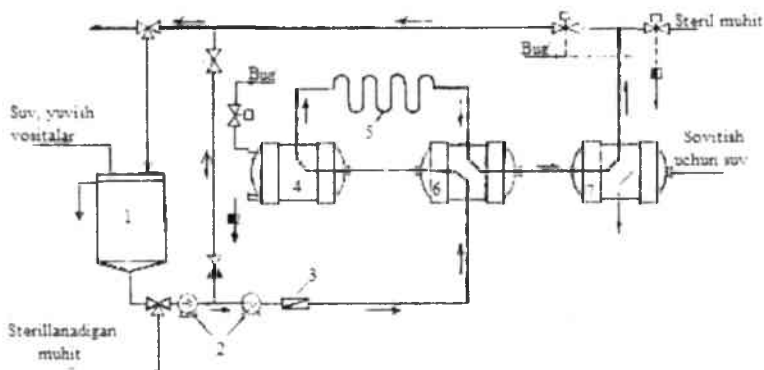


**2.1-rasm. Lizim ishlab chiqarish uchun UNS-25 ushlagich
seksiyasi sxemasi**

1-muhitni kiritish va chiqarish; ushlagichning qopqog'i va tubi; turbulizator;
2-ushlagich korpusi; ushlagich; ustun.

Misol sifatida 2.2-rasmda “Alfa-Laval firmasiga tegishli oziqa muhitini termik sterillashni prinsipial sxemasi ko’rsatilgan. Bu variantning o’ziga xosligi erimaydigan tarkibiy qismlarga ega oziq muhitiga ishlov berishni mumkinligini ta’minlovchi samarali spiral issiqlik – almashgichlarni qo’llanilgani hisoblanadi. Firmaning reklamasiga muvofiq, bu sxema issiqlikni 60-80 % tejashni ta’minlaydi. Muhitni sterilash vaqti quvurlarni uzunligi yoki plastinkasimon issiqlik-almashgichlarni miqdori, haroratni hisobga olgan holda boshqariladi. Termolabil komponentlarga ega muhitlarni nisbatan past haroratda zaruriy ushlab turish vaqti ba’zan 18-20 daqiqani tashkil etadi, buni esa oqava ushlagichlarda amalga oshirish qiyin. Masalan, oziqa lizinini ishlab chiqarishda bu vaziyatda muhitni korpusdan korpusga uzatishda aralashtirish bilan (oqish tezligini oshirish bilan) ishlovchi ko’p korpusli hajmiy ushlagichlar qo’llaniladi.

Sterillash liniyasining tekshiruv-o’lchash va boshqaruvchi apparaturasi alohida boshqarish pultiga yoki fermentatsiya sexining umumiy pultiga joylashtirilgan.



2.2-rasm. “Alfa-Laval” nomli shved firmasiga tegishli spiral issiqlik almashgichlarni qo’llash bilan oziqa muhitni termik sterilash liniyasi prinsipial sxemasi

1-liniyani sterillashda ishlatiladigan suv va uni yuvish uchun eritmalar uchun rezervuar; nasos; sarf-hisoblagich; 2- muhitni yakuniy par bilan isitish uchun issiqlik almashgich; 3- ushlagich; 4- yangi tayyorlangan muhitni steril muhit bilan isitish uchun issiqlik almashgich; 5- steril muhitni fermentatsiya haroratigacha (kerakli haroratgacha) yakuniy sovutish uchun issiqlik-almashgich

2.2. Yuzaki o'stirish

Yuzaki o'stirish – mikroorganizmlarni qattiq oziqa muhitida o'stirish bo'lib, bunda qo'llaniladigan texnologik jarayonlarni taxminan quyidagi ketma-ketlikda tasvirlash mumkin. Oldindan sterilizatsiyalangan va maydalangan qattiq oziqa substratiga zavod laboratoriyasining “toza kultura” bo'limida o'stirilgan kerakli mikroorganizm ekiladi. Keyin muhit ekilgan material bilan taqsimlash uskunasi ga yo'naltiriladi va u yerda mexanik dozatorlar yordamida o'stirish uchun kyuvetlar (lotoklar) ga yuklanadi. Kyuvetalar yuklashdan oldin obdon yuvilib keskin bug'da sterilizatsiyalanadi. Yuklangan kyuvetalar mikroorganizmlar kulturasi normal o'sishi uchun zaruriy sharoitlarni saqlab turadigan maxsus o'simlik kameralariga joylanadi.

Odatda mikroorganizmlarni o'stirishda substrat sifatida ishlatiladigan qattiq oziqa muhirlari nostandart xomashyo – oziq-ovqat sanoatining har xil chiqindilaridan iborat bo'ladi. Ular orasida eng ko'p ishlatiladigani bug'doy kepagi, qand lavlagisi jomi, o'stirilgan arpa doni (solod), har xil qishloq xo'jalik mahsulotlari (guruch, grechka, kungaboqar) qobig'i. Substratni yumshatuvchi sifatida ko'pincha yog'och qirindisi ishlatiladi. Bu substratlar tarkibida azotli moddalar kamligi bilan farq qiladi, shuning uchun ularga qo'shimcha sifatida ammoniy sulfat kabi azotli tuzlar va har xil mikroelementlar hamda o'sish faktorlari qo'shiladi.

Begona mikroflora ni maksimal darajada bartaraf etish maqsadida qo'llashdan oldin tayyor substrat yaxshilab sterilizatsiya qilinadi. Mikrobiologik nazorat odatda, har xil sterilizatsiya uslublariga eng chidamli bo'lgan bakteriyalar sporasi borligini aniqlash uchun o'tkaziladi. Ko'pincha sterilizatsiya keskin bug' (120 °C dan yuqori) bilan olib boriladi. Ammo, bu muhitning tez-tez guvalanishiga olib kelib, sterillash jarayonini butun chuqurligi bo'yicha keskin yomonlashtiradi. Bundan tashqari bu jarayon juda uzoq chiqilib, ko'p miqdorda energiya va material sarflanishiga olib keladi. Shuning uchun keyingi vaqtlarda, bir qator ishlab chiqarishlarda prinsipial boshqa uslublar masalan: γ -yoki rentgen nurlari yordamida mikroorganizmlar yo'q qilinmoqda.

“Toza-kultura” bo'limida o'stirilgan ekish materiali ekishdan oldin begona mikroflora mavjud emasligini va texnologik pasportiga muvofiqligini aniqlash

maqsadida mikrobiologik va bioqimyoviy nazoratdan o'tkaziladi. Agar ishlab chiqarish muhitida normal o'sish davomiyligida pasport talabi bo'yicha mo'ljallangan mahsulotni to'planishini yoki kerakli fermentativ faollikni ta'minlasa, ekish materiali asosiy qurilmalarga ekishga yaroqli sanaladi. Yuzaki usulda ekiladigan produtsentlar aksariyat hammasi aeroblar bo'lgani uchun ularning nafas olishi uchun intensiv havo berish zarur. Ishlatiladigan havoni tozalash va sterilizatsiyalash tolali filtrlar yordamida amalga oshiriladi. Har doim zaruriy haroratni va namlikni saqlab turish uchun o'sish kameralari oldiga konditsionerlar o'rnatiladi. Havo issiqlik tashuvchi sifatida ishlatilganligi sababli uning sarfi katta hajmni tashkil qiladi. Shuning uchun aksariyat tayyorlash va havo oqimi sirkulyatsiyasini ta'minlovchi texnologik sxemalarda 90% havoni resikli (qayta sirkulyatsiyasi)ni nazarda tutadi. Shu o'rinda aylanayotgan havo havosovitgichdan o'tadi hamda ishlatilgan havoning bir qismi filtrda chang va mikroblardan tozalanib atmosferaga chiqarib tashlanadi.

O'stirish jarayonida issiqlik almashinuvini boshqarish masalasi havo bilan ta'minlash kabi muhimdir. Ko'pchilik kulturalar o'sish jarayonida ko'p miqdorda issiqlik ajratib chiqaradi. Shu bilan birga ma'lumki 38-40 °C haroratda bir qancha kulturalar vegetativ rivojlanishdan to'xtaydi, 43-45 °C da esa ferment tizimlari faolsizlanadi. O'sish davri ichida issiqlikning notekis ajralib chiqishi masalani murakkablashtiradi. O'sishning boshida issiqlik ajralishi jarayon oxiriga nisbatan odatda 10-20 baravar ko'p. Shuning uchun, o'sish kamerasi ichiki harorati doimiy nazoratda bo'lishi va ortiqcha issiqlikni effektiv chiqarish kerak.

Issiqlik almashinish masalasi yechimi, o'stirish jarayonida kislorod (havo) iste'moli notekisligi tufayli yengillashadi, shu o'rinda maksimal darajada iste'mol maksimal issiqlik ajralishi bilan to'g'ri keladi. O'stirishning oxirida kislorod iste'moli bilan birgalikda issiqlik ajralishi ham minimallasadi. Bu esa o'sish jarayonida chiqadigan issiqlikni ajratish va fermentyorga beriladigan sovuq havoni ishlatish imkonini beradi.

O'sish jarayonida, qattiq substratda namlikning uzluksiz pasayishi kuzatiladi. Jarayon boshida oziqa muhitining namligi 58-60%, jarayon tugash paytiga borib bu

ko'rsatgich 30% gacha pasayishi mumkin. Bu mikroorganizmlar taraqqiyotiga va buning oqibatida mo'ljallangan mahsulotning chiqishiga salbiy ta'sir qiladi. Shuning uchun ishlab chiqarishda o'stirish davrining boshidan oxirigacha namlik ko'rsatgichini 55-50% dan kam bo'lmagan darajada ushlab turish zarur. Bu maqsadga o'sish kameralariga beriladigan havoni oldindan namlash (konditsionerlash) orqali erishiladi.

2.3. Yuzaki o'stirish usullari

Zamonaviy ishlab chiqarishda mikroorganizmlarni yuzaki kulturalashning asosan uch usuli qo'llaniladi: o'stirishning kyuveta usuli, o'stirishning kaseta usuli va hajmiy aeratsiya usulida o'stirish.

Kyuveta usuli eng keng tarqalgan usul bo'lib, ayniqsa kichik ishlab chiqarishda ko'p qo'llaniladi. Lotok-kyuvetalar kerakli mikroorganizm ekilgan substrat yuklangandan so'ng, o'stirish uchun hamma zaruriy shart sharoitlar ushlab turiladigan maxsus o'stirish kameralarining stellajlariga joylashtiriladi. Bu jarayon mahsulodligi past va ko'p mehnat sarflovchi hisoblanadi. Chunki yuklash va bo'shatish jarayonida texnologik amaliyotlarning aksariyati qo'lda bajariladi. Kyuvetada usulida o'stirish jarayonini intensivlashtirish maqsadida konveyer tasmasida o'stirish kamerasining mikroorganizm o'sish bosqichiga mos sharoitlari ushlab turiladigan (issiqlik almashinuvi, havo almashinuvi, namlik va boshqa) har xil qismlarida harakatlanuvchi konstruksiyalari ishlab chiqilmoqda. Kyuvetalar kamerani o'tib bo'lgandan keyin quritish, tayyor mahsulotni olish, yuvish, sterilizatsiya bo'limlarini o'tib yana yuklashga uzatiladi.

Kaseta usulida produtsentni o'stirish parallelepiped ko'rinishdagi maxsus o'stirish kameralarida olib boriladi. Kamera orasidan steril havo uzatiladigan ikkitalik devorlar bilan 23 ta perforatsiyalangan seksiya-kasetalarga bo'lingan. Devorlar orasidagi bo'shliqqa yuqoridan ekilgan oziqa muhiti tushiriladi. Kaseta tubi ikkita jalyuzi plastinadan iborat. Steril havo kollektor yordamida har bir seksiyaga olib boriladi. O'stirish jarayoni oxirida kameralar tubidagi jalyuzi plastinalarni ochish bilan bo'shatiladi. Kamerani to'liq bo'shatilishi maxsus vibrostol qurilmasiga

oʻrnatish bilan taʼminlanadi. Oʻstirishning kaseta usuli havo oqimini ikki tomonlama purkashi hisobiga yuzaki kulturalashtirish jarayonini effektini oshirib, kyuveta usuliga nisbatan substrat qavatining qalinligini ikki barovar oshirish imkonini beradi.

Hajmli aeratsiya usulida oʻstirish jarayoni butun balandligi boʻyicha burilishlarida perforatsiyalangan plastinalar bilan qotirilgan maxsus seksiyalarga taqsimlangan kolonnali qurilmalarda oʻtkaziladi. Havo kollektor yordamida qurilmaning har bir seksiyasiga beriladi va fermentatsiya davomida ajraladigan issiqlik qurilmaning tashqi qoplamasiga berilgan sovutuvchi suv bilan olinadi. Oziqa muhiti qoʻshimcha aralashtiriladi va qurilmaning markazida joylashgan aralashtiruvchi qurilmalarning umumiy vali yordamida likopchalarga taqsimlanadi. Qurilmani yuklash yuqori qismidan, boʻshatib olish esa tubidan amalga oshiriladi. Likopchalaming biridan ikkinchisiga yuklash va boʻshatib olish likopchalar segment qismlarning avtomatik ravishda 90° burchak ostida burilishi bilan amalga oshiriladi.

2.4. Moʻljallangan mahsulotlarni ajratish va tozalash

Oʻstirish jarayonini tugashida moʻljallangan mahsulotni biomassa mikroorganizmlari va substrat zarrachalaridan ajratib olish kerak.

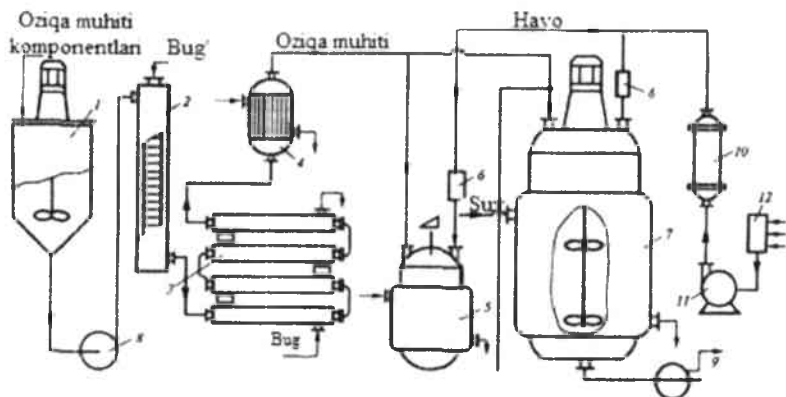
Agar moʻljallangan mahsulotlar oddiy organik birikmalar (kislotalar, vitaminlar, antibiotiklar va boshqalar) boʻlsa, unda ularni ajratishi uchun kimyo va farmatsevtika sanoatlarida qoʻllaniladigan koʻplab standart usullardan foydalaniladi. Odatda substrat oʻsgan biomassa bilan birga maydalanadi, zarurat boʻlsa quritiladi va kerakli erituvchi yordamida ekstraktlanadi. Erituvchi bugʻlantiladi va keyin mahsulotning fizikaviy-kimyoviy xususiyatlariga qarab qoʻshimcha u yoki bu usullar (haydash, qayta kristallizatsiya, xromatografik boʻlinish va b.) bilan tozalanadi. Eng mashaqqatli, ekologik zararli va koʻp miqdorda allergen moddalar hosil boʻlishi kuzatiladigan jarayon- qattiq substrat zarralarini qoʻpol va katta energiya sarflovchi maydalagichlarda parchalash hisoblanadi. Agar moʻljallangan mahsulot oqsil birikmalari (fermentlar) boʻlsa, unda maʼlum bir cheklangan usullar qoʻllaniladi. Bu fermentlar oqsil moddalari boʻlib, fermentlarning optimal faolligiga javob bermaydigan yuqori (70°C dan yuqori) va past (0°C dan past) harorat, muhitning pH koʻrsatkichlarida denatruziyaga uchrashi, reaksiyaga kirishish qobiliyatiga

ega fermentlarni qaytmas faolsizlantiradigan reaksiyon kimyoviy birikmalarning bo'lishlari bilan bog'liq.

2.5. Chuqur o'stirish

Yuqorida ko'rib chiqilgan mikroorganizmlarni yuzaki o'stirish usulidan chuqur o'stirish usuli bir qator muhim afzalliklarga ega: bu usul qo'llanganda oziqa muhiti tarkibidagi har xil komponentlar konsentratsiyasini, fermentatsiya jihozining birlik hajmidan mo'ljallangan mahsulot chiqishini maksimal olishga erishish uchun keng intervalda o'zgartirish imkoni mavjud. Shu bilan birga texnologik jarayonda qo'l mehnati (oziqa muhiti transportirovkasi, qurilmani yuklash va bo'shatish) ulushi sezilarli kamayadi, har xil davrlarni avtomatizatsiyalashtirish jarayonini tashkil qilishda ko'p chiqim talab qilmaydi, tayyor mahsulotni ajratish va tozalash maqsadida mikroorganizmlar biomassasini keyingi sodda qayta ishlashni taklif qiladi.

Mikroorganizmlarni chuqur o'stirishning prinsipial texnologik sxemasini ko'rib chiqamiz, 2.3-rasm.



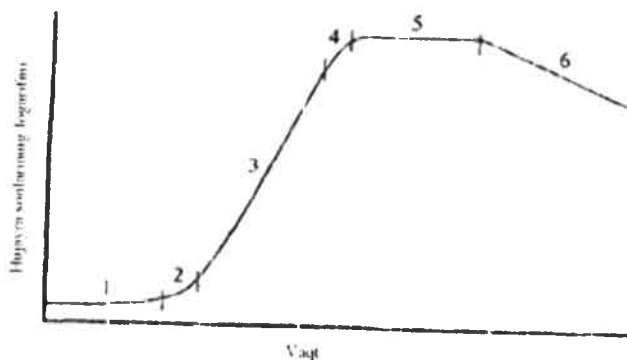
2.3-rasm. Mikroorganizmlarni chuqur kulturalashning prinsipial sxemasi

1 – oziqa muhiti aralashtirgichi; 2 – oziqa muhiti oqimini to'xtovsiz sterilizatsiya uchun kolonka; 3 – issiqlik almashinuvchi – ushlagich; 4 – oziqa muhiti oqimini sovutish uchun issiqlik almashinuvchi; 5 – inokulyatorlar (yoki ekish apparatlari); 6 – havoni tozalash uchun individual filtr; 7 – fermentyor; 8, 9 – nasoslar; havoni dastlabki tozalash uchun yog'li filtr; 11 – kompressor; 12 – havoni tozalash uchun filtr.

Har qanday texnologik jarayon uchun sanoat miqyosida ishlab chiqarishning ko'plab variantlari bo'ladi. Ammo hamma jarayonlarni ilki katta guruhga bo'lish murkin – davriy va uzluksiz.

Davriy usulda sterilizatsiyalangan fermentyor ko'pincha kerakli mikroorganizmlari bor oziqa muhiti bilan to'ldiriladi. Ushbu fermentyorda biokimyoviy jarayonlar bir necha soatdan bir necha kungacha davom etadi. Ushbu tip o'stirishda hujayra kulturasini o'z taraqqiyotining bir necha fazasini bosib o'tadi:

- 1) **Lag-faza** yoki asta-sekin o'sish fazasi, hunda hujayralar sekin o'sadi va fermentyor hajmidagi yangi muhitga moslashadi;
- 2) **tezlashish fazasi** – adaptatsiya tugab, hujayralar intensiv o'sishni boshlaydi;
- 3) **Log-faza** hujayralarning intensiv bo'linishi va butun populyatsiyaning balanslangan o'sishi bilan xarakterlanadi;
- 4) **sekinlashgan o'sish fazasi**, oziqa substratlarining tugashi va metabolizmning toksik mahsulotlari yig'ilishi bilan bog'liq;
- 5) **Const-faza** yoki statsionar faza, bu vaqtda yangi hujayralar ko'payishi o'layotgan hujayralar soniga tenglashadi;
- 6) **qirilish fazasi**, hujayralar o'lishining tezlashishi bilan xarakterlanadi (2.4-rasm).



2.4-rasm. Davriy fermentatsiyalashda bakterial kulturaning o'sishi ifodalovchi egri chiziq

- 1 – lag-faza; 2 – tezlanish fazasi; 3 – eksponensial faza;
4 – sekinlanish fazasi; 5 – statsionar faza; 6 – o'lish fazasi

Birlamchi metabolitlar sintezi intensiv borishi Log-fazaning yarmidan statsionar fazaning o'rtasigacha boradi. Statsionar fazaning oxiriga yaqin ikkilamchi metabolitlar fazasi boshlanishi mumkin. Vaqti-vaqti bilan fermentyor bo'shatilib, yuviladi, sterilizatsiyalanadi, mo'ljallangan mahsulot tozalashga jo'natiladi va yangi sikl boshlanadi.

Ushbu sharoitda ishlaydigan tizimlar **batch-tizimlar** (berk tizimlar) deb nomlanadi. Ko'pchilik zamonaviy biotexnologik tizimlar aynan batch-tizimlarda ishlaydi va bir marta optimallashtirilgan sharoitlar mo'ljallangan (kerak) mahsulotni maksimal miqdorda olishini ta'minlaydi.

Uzluksiz usulda teng hajmli xomashyo (oziqa moddalari) va produtsent hujayralari bo'lgan o'sish suyuqligi berilishi hamda mo'ljallangan mahsulotni olinishi bir vaqtda amalga oshiriladi. Bunday fermentyorda jarayon boshlanganidan ma'lum vaqt o'tgandan keyin hujayralar ko'payishi va o'lishi orasida dinamik tenglik o'rnatiladi. Natijada hujayralar konsentratsiyasi, texnologik tartibda berilgan (oqim tezligi, oziqa moddalarining miqdori, harorat) muayyan sathda o'rnatiladi. Nazariyada const-faza o'sish jarayonining parametrlari o'zgarmas bo'lganda, cheksiz uzoq davom etishi mumkin. Bu tartibda ishlayotgan fermentyorni boshqarish davriy tartibda ishlayotgan analogi bilan solishtirganda ancha qulay va onson. Bu produtsent hujayrlar konsentratsiyasining doimiyligi ular talablarining (oziqa moddalari, havo) va jarayon parametrlarining (issiqlik ajralishi, pH qiymati, mo'ljallangan mahsulotning ajralishi) birligi bilan bog'liq.

Uzluksiz oqimli o'stirish prinsipi kimyo texnologiyasidagi uzluksiz jarayonlariga o'xshash bo'lib, ular singari ikki sxema bo'yicha amalga oshishi mumkin: **siqib chiqarish (butunlay) ideal jarayoni; aralashib (butunlay) ideal jarayoni.**

Mikroorganizmlarni yetishtiruvchi reaktor umumiy ko'rinishi, vertikal yoki gorizontal turgan quvur (truba)ni eslatadi. Bir tomonidan asta-sekin muhit va ekish materiali (mikroorganizmlar) oqib kiradi, ikkinchi tomonidan esa kultural suyuqlik oqib chiqadi. Harakat tezligining bir maromdaligi va to'liqlarning yo'qligi uchun reaktorda suyuqlik qavatlarining aralashib ketish holati bo'lmaydi (laminar rejim).

Oziqa moddalarining konsentratsiyasi pasayishi va biosintez mahsulotlarining yig'ilishi hamda qaytadan hujayrali biornassaning bunday reaktorga borishi nafaqat vaqt balki makon ichida ham (reaktorning boshidan oxirigacha) boradi. Odatda bu tartibda anaerob o'stirish olib boriladi. Butunlay siqib chiqarish jarayoni yirik ishlab chiqarishda va qachoki bo'shatish, sterilizatsiyalash va yuklash uchun vaqtni yo'qotish muddao bo'lmaganda (pivo ishlab chiqarish) qo'llaniladi.

To'liq aralashtirish jarayonida mikroorganizmlar kulturalarining o'sishi reaktor-fermentyorda kultural muhitlarning aralashtirgich (turbulent rejim) yordamida bir-biriga intensiv aralashtirish bilan boradi. Shu o'rinda fermentyorning har qanday nuqtasida muhitning hamma parametrlari birday bo'lishi kerak. O'stirishning hamma parametrlarining o'zgarishi faqat vaqt o'tishi bilan ro'y beradi. Bunday o'stirish usuli gomogen-uzluksiz deb atalib, ham davriy ham uzluksiz aerob jarayonlarda keng qo'llaniladi.

Davriy va uzluksiz usullar orasida tanlash, birinchi navbatda iqtisodiy jihatlariga va yana u yoki bu mahsulotni ishlab chiqarish xususiyatiga bog'liq. Uzluksiz jarayonlar odatda yirik ishlab chiqarishlarga moslashgan bo'lib, ularda hujayralar konsentratsiyasining doimiyliigi tufayli jarayon parametrlari (harorat, pH, aeratsiya darajasi)ni vaqt davomida ushlab turish oson, lekin hozirgacha mikrobiologik mahsulotlar davriy uslubda ishlab chiqariladi. Buning asosiy sabablari ishlab chiqariladigan mahsulotlarning kam miqdordaligi va keng assortimentdaligi bo'lib, u yoki bu produtsentni o'stirish xususiyati fermentyorlarni va texnologik jihozlarni unifikatsiyalashga yo'l qo'ymaydi. Bular hammasi birgalikda uzluksiz texnologiyalarni kiritishni iqtisodiy samarasiz qiladi. Ammo katta masshtabli erituvchilar, sanoat fermentlari, ozuqa oqsili va ozuqa qo'shimchalari (amniokislotalar, vitaminlar va b.), ishlab chiqarish sohalarida, oqava suvlarni biologik tozalashda uzluksiz uslublar yetakchi o'rinlarni mustahkam egallagan.

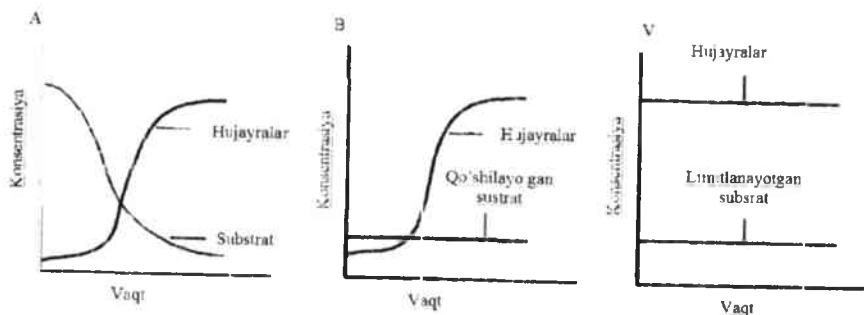
Keyingi vaqtlarda ko'proq uzluksiz va davriy uslublarning oralik (yarim uzluksiz o'stirish) holatini egallagan uslubdan foydalanilmoqda:

1. Oziqlanuvchi davriy o'stirish- kultura ekishdan oldin oziqa substrati kiritiladi va o'stirish jarayonida qurilmaga muayyan vaqt orilig'ida kichik hajmli oziqa moddalari porsiyalab yoki uzluksiz "tomchilab" beriladi.

2. Yarimuzluksiz olib-qo'shiladigan uslub- davriy o'stirishning butun jarayoni davomida bioreaktor ichidagi biomassaning bir qismi olinib, teng miqdorda yangi oziqa muhiti qo'shiladi. Bunday amal doimiy tarzda kulturani "yosharish" (yangilanish)ni ta'minlaydi va 2-3 marta qirilish fazasiga o'tishni kechiktiradi (uzoqlashtiradi). Kamchilik shundan iboratki, qo'shimcha to'liq tarkibli oziqa moddasidan quyiladi, bu esa ikkilamchi metabolitlar sintezi uchun to'g'ri kelmaydi.

3. Yarimuzluksiz idora qilinuvchi fermentatsiya bu kamchilikdan xoli. Bu uslubning mohiyati muayyan vaqt ko'payishning logarifmik fazasi boshidan, maxsus ishlab chiqilgan programma bo'yicha kultural suyuqlikga oziqa muhitinig alohida tarkibiy qismlari (avval qandlar eritmasi, keyin ammoniy sulfat va boshqa mikroelementlar hamda u yoki bu kerakli moddalar) qo'shiladi. Ular konsentratsiyasini doimiy mo'tadil darajda – avval hujayra massasini o'sishi uchun, keyin – mo'ljallangan mahsulot (ikkilamchi metabolit)ni sintezi uchun saqlab turiladi. Vaqti-vaqti bilan fermentyordan kultural suyuqlik namunasi olinadi va avval hujayralar, keyin mo'ljallangan mahsulot konsentratsiyasi aniqlanadi. Fermentatsiya maksimum darajaga yetgandan keyin to'xtatiladi. Bu usulda nafaqat aktiv fazada produtsent bilan substratni ishlatilish darajasi uzaytiriladi balki, oxir-oqibatda mahsulotning chiqishi ya'ni iste'mol qilingan substratni hisobga olinganda jarayonning mahsuldorligi oshiriladi.

4. Agar mo'ljallangan mahsulot endometabolit, ya'ni hujayra ichida bo'lsa, unda qalin hujayrali kulturani olish uchun **dializ rejimidagi davriy kulturalash** o'tkaziladi. Bunda oziqa substrati doim reaktorga maxsus membrana orqali kirib turadi va u orqali hujayrasiz kultural suyuqlik chiqariladi. Dializ hujayralar faoliyati mahsuloti va ular hayotchanligiga salbiy ta'sir qiluvchi mahsulotlar konsentratsiyasini pasaytiradi. Bu uslubni uzluksiz oquvchi o'stirish bilan adashtirmaslik kerak (2.5-rasm).



2.5-rasm. Davriy kulturada (A), davriy kulturada substrat qo'shish bilan (B) va to'xtovsiz kulturada (V) substrat va hujayralarning vaqt bo'yicha konsentratsiyasi o'zgarishi

Uzluksiz oquvchi o'stirish uslubi mikrobiologiyaga kimyo texnologiyasidan kirib kelgan. Oquvchi kulturalashtirish tamoili shundan iboratki, mikroorganizmlar ko'payadigan joyga uzluksiz yangi oziqa muhiti uzatiladi va bir vaqtning o'zida shu hajmdagi hujayralar va ular faoliyati mahsuloti kultural suyuqlikka chiqib ketadi. Yuqorida qayd etilgandek uzluksiz jarayonlarning asosiy prinsipi hujayralar bo'linishi hisobidan biomassaning o'sishi va yangi oziqa bilan aralashish hisobiga ularning kamayishi orasida tenglikni aniq saqlash.

Hujayralar konsentratsiyasi doimiylikni saqlab turish prinsipiga asoslanib **turbidostatik va xemostatik** uzluksiz o'stirish tartiblariga ajratiladi.

Turbidostatik o'stirish tartibida hujayralar konsentratsiyasi doimiylikni apparatdan oqib o'tadigan suyuqlikni katta va kichik hajmli oziqa muhitini berib oqiri tezhigini boshqarish bilan ta'minlanadi.

Kultural suyuqlikda hujayralar konsentratsiyasini aniqlashining eng keng tarqalgan usuli- fermentyordan chiqadigan oqim nur tarqatishini o'lchash bilan suyuqlik xiraligini aniqlovchi nefelometr-pribor yordamida o'lchash hisoblanadi.

Pribor elektr sxemasi bo'yicha oziqa muhitini uzatuvchi va uzatish jarayonini tartiblovchi nasos yoki jo'mrak (krar) bilan bog'langan. Kultural suyuqlikda hujayralar konsentratsiyasi ko'payishi yorug'likni tarqalishini ko'paytiradi, bu esa avtomatik ravishda beriladigan yangi oziqa muhitini hajmni ko'paytiradi, bu o'z

oʻrta oshiqcha hujayralarni yuvib chiqarilishiga olib keladi. Aksincha, yorugʻlik tarqalishining kamayishi (hujayralar konsentratsiyasi kamayishi) bilan, qurilma orqali oʻtayotgan suyuqlik miqdori kamayib, fermentyordan oqib chiqish jarayonini kamaytiradi.

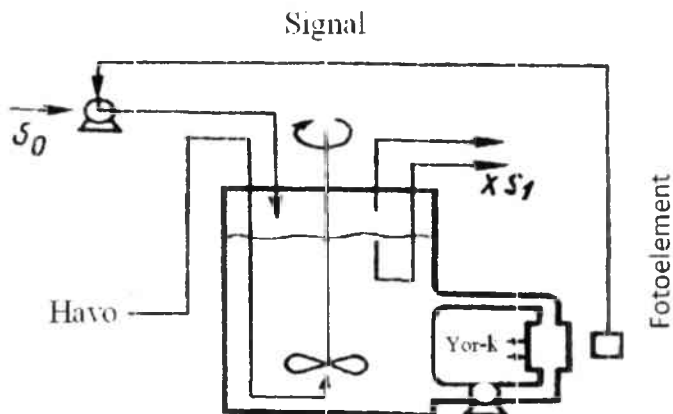
Turbidostatik tartibning kamchiligi shundan iboratki, bu tartibda oziqa moddalarni toʻliq oʻzlashtirishga erishib boʻlmaydi va moʻljallangan mahsulotni ajratganda qayta tiklab boʻlmas darajada sifati yoʻqotiladi yoki mahsulotni ifloslantirib tozalash jarayonini murakkablashtiradi. Turbidostatda uzoq oʻstirilganda hujayralarning fotoelementga yopishib qolishi va koʻrsatgichlarni oʻzgarishi bilan bogʻliq ancha jiddiy muammo tugʻiladi.

Masalan, aralash kultura ekilganda turbidostatda avtomatik ravislida tez oʻsuvchi tur ajratib olinadi. Bu usuldan begona mikroflora (albatta, agar u sekin oʻssa) bilan zararlanishini oldini olishda va ayrim turlarni seleksiyalashda foydalanish mumkin.

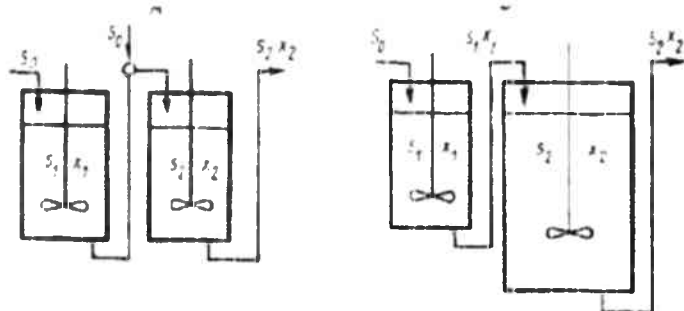
Xemostatik tartibda oʻstirish produtsent kultura konsentratsiyasi doimiyligini saqlash, chiquvchi emas balki kiruvchi oqimni tartiblash bilan amalga oshiriladi. Bu usulning mazmuni shundan iboratki, reaktorga tushayotgan asosiy (yoki asosiylaridan biri) oziqa moddalari konsentratsiyasining muayyan darajada oʻrnatilishi mikroorganizmlar koʻpayishi bosqichini cheklaydi (limitlaydi), bu esa mikroorganizm kulture konsentratsiyasini kerakli meʼyorda ushlab turadi. Bunday tartiblash usuli **xemostatik** deyiladi, reaktor esa – **xemostat**.

Xemostatlar oʻz-oʻzini tartiblashni yengillashtiruvchi tizimlar, oqim tezligi kichik suyuqlik va oziqa moddalar konsentratsiyasi past boʻlgan jarayonlarda qoʻllanishi bilan xarakterlanadi. Xemostatik usulning kamchiliklari – odatda yuqori konsentratsiyali mahsulot olib boʻlmaydi va oziqa moddalarni toʻliq utilizatsiya qilishning imkoni yoʻqligidir. Ayniqsa, har xil antibiotik singari ikkilamchi metabolitlarni olishda bu reaktorlar effektivligi juda past. Buning sababi ikkilamchi metabolitlarni olish jarayoni ikki bosqichdan iboratligi va har bir bosqichning optimal sharoiti biri-biridan sezilarli farq qilganligi bilan bogʻliq. Bir pogʻonali xemostat oʻzi uchun optimal boʻlgan, har ikki sharoitlar oʻrtasida muqobilini taʼminlashi mumkin xolos. Ikki va undan koʻp pogʻonali xemostatni qoʻllaganda har bir hayotiy

sikl uchun qulay bo'lgan sharoit yaratish mumkin. Ammo bunday qurilmani boshqarish juda murakkab va katta mablag'ni talab qiladi. Hozirgi vaqtda bir pog'onali va ko'p pog'onali xemostatlar asosan chiqindilarni utilizatsiya qilishda va oqava suvlarni tozalashda qo'llanilmoqda (2.6 va 2.7-rasmlar).



2.6-rasm. Turbidostat sxemasi. Nasos yordamida fermentyordan kulturanı chiqarib berish konturida hujayralarning konsentratsiyasini o'lchovchi nefelometr "buyrug'i" ho'yicha muhitni uzatish amalga oshiriladi



**2.7-rasm. Ikkinchi bosqichga qo'shimcha uzatmalı ikki bosqichli xemostat (A);
ikki bosqichli xemostat (B):**

S_0 -uzatilayotgan muhitda. S_1 -birinchi fermentyorda, S_2 -ikkinchi fermentyorda substratning konsentratsiyasi. X_1 -birinchi fermentyorda, X_2 -ikkinchi fermentyorda hujayralarning konsentratsiyasi

Uzluksiz usulning yana bir kamchiligi bu qurilmalarda bo'linmaydigan hujayralar, sporalar yoki toza fermentlarni ishlatish mumkin emas. Ishlatgan taqdirda ham bu juda qiyin va noqulay hisoblanadi. Fermentyordan yuvib chiqariladigan hujayralar yoki fermentlarni (ajratish, yuvish, qurilmaga qaytarish) faolligini yo'qotmasdan va aseptikligini saqlagan holda amalda qo'llash juda murakkab. Davriy o'stirishda ham aynan analogik muammolar mavjud. Toza ferment preparatlar va toza shtamm mikroorganizmlar narxi qimmatligini hamda tayyorlash va ishga tushirish jarayonlari murakkabligini inobatga olinadigan bo'lsa, iqtisodiy nuqtai nazardan bu juda foydasiz.

Ushbu muammoni effektiv hal etish usuli hujayralar va fermentlarni **immobilizatsiyalangan biokatalizatorlarini** qo'llash. **Immobilizatsiya** jarayoni ferment molekulalarini yoki bir necha marotaba katta o'lchamdagi butun tirik hujayralarni maxsus tashuvchilar yoki kiydirgichlarga qotirishdan iborat. Bunda amaldagi gomogen biokatalizator geterogenga aylanadi. Kelib chiqishi tabiiy va sun'iy bo'lgan tashuvchilarga fermentlar va hujayralarni mexanik, fizik-kimyoviy va kimyoviy qotirishning bir qator immobilizatsiya usullari mavjud. Jarayon oxirida bunday katalizatorni filtrlash bilan kultural suyuqlikdan ajratish, tozalash hamda qayta tiklash oson hisoblanadi. Odatda bunday katalizatorlar immobilizatsiyalanmaganlarga nisbatan muomalada qulay, uzoq foydalanish muddatiga ega bo'lishiga qaramay ularni keng miqyosda ishlatilishiga halaqit beradigan sabablari- narxi ancha qimmatligi va maxsus qurilgan fermentyorlar talab qilishidir. (Immobilizatsiyalangan biokatalizatorlar va fermentyorlar maxsus konstruksiyasi haqida batafsil "Injenernaya enzimologiya" qo'llanmasida ko'ring).

Xulosa. Mikrobiologik ishlab chiqarishning texnologik asoslari, oziqa muhitini sterilash uskunalarini, mahsulotlarni ajratish va tozalash kabi ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: mikrobiologiya, muhit, o'stirish, ajratish, tozalash.

Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Kimyoviy jarayon moddiy balansini tuzing.
2. Mo'ljallangan mahsulotlarni ajratish va tozalash.
3. Bioreaktorlarda sterilash usullari.
4. Yuzaki o'stirish usullari.

III BOB. BIOTEXNOLOGIK ISHLAB CHIQARISHDAGI ASOSIY JIHOZLAR

Biotexnologik jarayonlar kinyoviy sintez jarayonlaridan mutlaq farq qiladi. Biotexnologik jarayonlarning farqi shundan iboratki, ularda tirik hujayralar, subhujayra tuzilmalari yoki hujayralardan ajratilgan fermentlar va ularning komplekslari qatnashadi. Bu esa moddalarni yetkazish (gazsimon fazani suyuq fazaga kislorod tashilishi kabi turli fazalar orasidagi modda almashinuvi) va issiqlik almashinish (o'zaro ta'sirlashuvchi fazalar orasidagi issiqlik energiyasining taqsimlanishi) jarayonlariga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Shu sababdan ham zamonaviy bioreaktorlar quyidagi tizimlarga ega bo'lishi kerak:

- o'stirish muhitini effektiv aralashtirish va gomogenizatsiyalash;
- tizimdagi gazli (birinchi navbatda aeratsiya) tarkibiy qismlari diffuziyasini erkin va tez ta'minlash;
- reaktor ichidagi optimal haroratni va uning nazorat ostida o'zgarishini ta'minlovchi issiqlik almashinuvi;
- ko'pik so'ndiruvchi;
- qurilmani o'zini, havo va oziqa muhitini sterilizatsiyalovchi tizim;
- jarayon va uning alohida bosqichlarini nazorat qilish hamda boshqarish.

Har xil shakl va ko'rinishdagi fermentatsiya tizimlarini yaratishdan asosiy maqsad-jarayon borishi uchun optimal sharoitlarni ta'minlash hisoblanadi. Ammo qurilmaning o'lchovi, uning ichidagi suyuqlikning hajmi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik darajada aralashtirish jarayonining mukammal bo'lmashligi, issiqlik va diffuzion notekislik hamda tashqardan kiritiladigan energiyaning notekis taqsimlanishi birgalikda qurilmaning butun hajmi bo'ylab optimal sharoit ta'minlanishiga to'sqinlik qiladi. Konstruktorlarning har xil o'zgartirishlar kiritish ko'rinishidagi tabiiy xohishi odatda, qurilmani murakkablashishi, ko'plab rang-barang konstruksiyalarni paydo bo'lishiga olib keladi.

3.1. Fermentyorlar klassifikatsiyasi

Fermentyorlar ularda boradigan jarayonlarga ko'ra quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. aerob, anaerob;
2. davriy, uzluksiz;
3. sterillanadigan, sterillanmaydigan;
4. olinishi mo'ljallangan mahsulot hujayrada yoki hujayradan tashqarida;
5. chuqur va erimaydigan, chuqur eruvchan substratlarda;
6. ideal aralashishga, ideal siqib chiqarishga yaqin.

Ammo sanalgan jarayon guruhlarini fermentyor konstruksiyasiga birdek ta'sir qilmaydi va ushbu klassifikatsiya bo'yicha konstruksiyaning qaysi guruhga xosligini aniqlash mumkin emas. Amalda esa ushbu klassifikatsiya bo'yicha bir guruhga tegishli fermentyorlar boshqa jarayonlar uchun juda ko'p ishlatiladi. Eng universal va amalda ko'p ishlatiladigan qurilma- **quvvatni kiritish usuli** bo'yicha fermentyorlar klassifikatsiyasi (havolatish va aralashtirish jarayonlarini amalga oshirish usuli) quyidagicha:

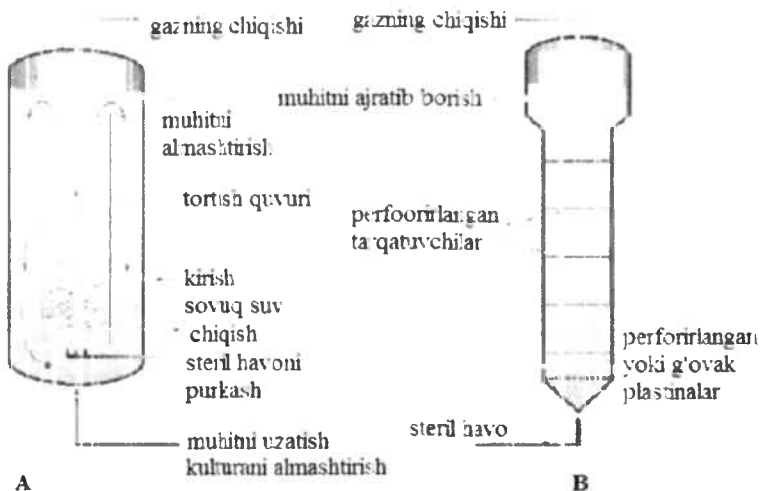
- 1 – gaz fazada;
- 2 – suyuqlik fazda;
- 3 – gaz va suyuqlik fazada (kombinatsiyalangan).

Aerob jarayonlar uchun havolatish va aralashtirish juda zarur. Kislorod hujayra membranasidan diffuziya mexanizmi bo'yicha tashilganligi uchun kultural suyuqlikda (hujayradan tashqarida) kislorodning yuqori konsentratsiyada bo'lishi talab qilinadi.

Kislorodni suvda erishuvchanligining pastligi havolashni (kultural suyuqlikni kislorod bilan to'yintirish) kerakli darajada olib borishga qiyinchilik tug'diradi. Kultural suyuqlikning ko'pchilik tarkibiy qismlari kislorodni suvda erishini pasaytiradi. Bularning barchasi yuqori konsentratsiyali hujayra kulturalarni ishlatish imkonini bermaydi va natijada qurilmaning hajm birligidan mo'ljallangan miqdorda mahsulot chiqishi pasayadi.

3.2. Gazli fazada quvvat uzatuvchi fermentyorlar (GF guruhi)

Bu qurilmalarning umumiy belgisi- aralashtirish jarayoniga quvvat tashuvchini gazli fazada quvvat uzatishidir. Bu guruh fermentyorlar birinchi navbatda konstruksiyasining soddaligi hamda harakatlanuvchi bog'lam va detallari yo'qligi hisobiga yuqori ekspluatatsiyaviy ishonchliligi bilan xarakterlanadi. Sodda ko'rinishdagi bunday fermentyor- barbotyor orqali havo yoki maxsus gazli aralashma beriluvchi idishdan iborat. Barbotyor dan chiquvchi havo pufakchalari kultural suyuqlikni havolatish, aralashtirish va termostatlash jarayonlarini amalga oshiradi. Massa va issiqlik almashinuv jarayonlarini yaxshilash uchun birinchi navbatda, havo pufakchalarini qurilmaning butun hajmi bo'yicha teng va tez taqsimlashga yo'naltirilgan har xil konstruktiv yechimlardan foydalaniladi. Konstruksiyalar orasida bunday fermentyorlarning keng tarqalganlari barbotajli, barbotajli-gazko'taruvchi, likopli kolonnali, kiydirilgan kolonnali va boshqa bir qator turlardan iborat. Bunday qurilmalarda zaruratga ko'ra issiqlik kiritilishi va chiqarilishi apparat ichiga o'rnatilgan har xil konstruksiyali issiqlik almashgichlar bilan amalga oshiriladi.



3.1-rasm. Pnevmatik aralashtiruvchi fermentyorlar:

A) erliftli; B) g'ovaksimon

3.3. Suyuq fazada quvvat uzatuvchi fermentyorlar (SF guruhi)

Odatda bu qurilmalarda quvvat suyuq fazada nasos yordamida uzatiladi. Fermentyorga suyuqlik maxsus moslama (soplo, ejektor, dispergator) orqali beriladi.

Ushbu qurilmalarning uch tipdagi konstruksiyasi mavjud:

- a) ejeksion fermentyorlar (ESF);
- b) purkovchi fermentyorlar (PSF).
- v) o'zi so'ruvchi aralashtirgichli fermentyorlar (O'ASF);

Resirkulyatsiya rejimida ishlovchi ejeksion tipdagi fermentyorlarda fermentyorga uzatiladigan kultural suyuqlik bosim ostida havo bilan intensiv aralashtirilib, kislorod bilan to'yintiruvchi ejektor (injektor) deb nomlanuvchi maxsus moslama orqali o'tadi. Shundan so'ng hosil bo'lgan gaz-havoli ingichka oqim fermentyorga yon tomonidan, qurilma ichidagi mahsulotlarni aralashtiruvchi va havo pufakchalarini butun hajmi bo'yicha teng taqsimlovchi katta bosim ostida beriladi.

Qurilmalarning kamchiligi- gazli kultural suyuqliklarni tortib uzatish uchun maxsus nasoslar zarurligidir.

Konstruksiyasiga ko'ra purkovchi fermentyorlar ikki tipga bo'linadi: "cho'ktirilgan" va "qulovchi" purkovchi. Birinchi holatda, gaz-suyuqlikli aralashma kultural suyuqlikga yuqoridan cho'ktirilgan nay orqali, ikkinchi holatda muayyan balandlikdan bosim ostida beriladi.

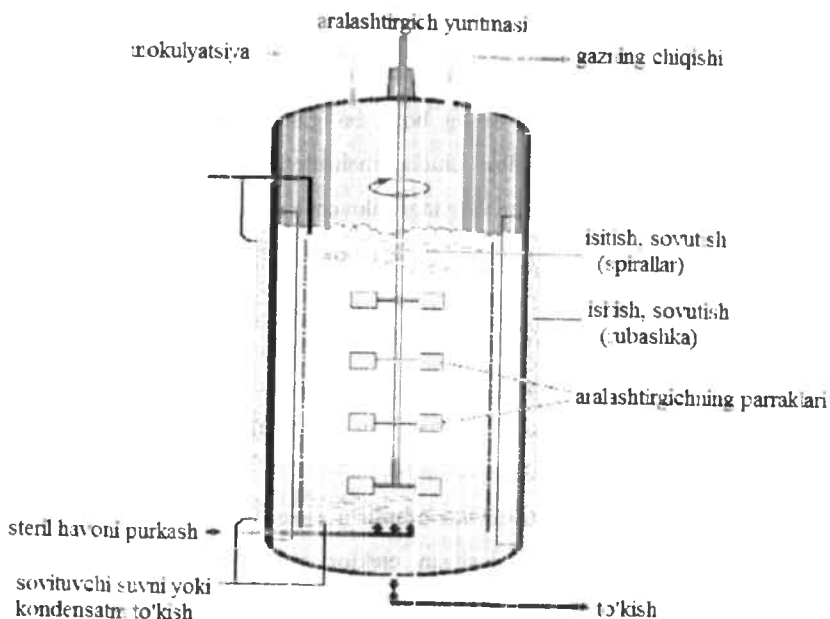
Gaz-suyuqlikli aralashmaga quvvat uzatilishi ejeksion fermentyorlardagi kabi tashqi sirkulyatsion konturda joylashgan ejektor yordamida amalga oshiriladi. Purkovchi fermentyorlarning kamchiligi aynan ejeksionlarning kamchiligi kabidir. O'zi-tortuvchi aralashtirgichli fermentyorlar ejeksion va purkovchilarga nisbatan ancha sodd qurilmalar hisoblanadi chunki, qurilmaga havo berish uchun maxsus havo purkovchi mashinalar talab qilinmaydi.

Suyuqlikda aylanayotgan aralashtirgich parragi orqasida hosil bo'layotgan bo'shliq hisobiga havoning kirishi amalga oshiriladi. Ushbu aralashtirgichlarning parragida havoli kanallar bo'lib, ular kovak val orqali havo o'tkazuvchi bilan birlashadi. Bunday qurilmalar Sobiq Ittifoqda ozuqa oqsilini mikrobiologik ishlab chiqarishida keng qo'llanilgan. Bu sxemalarning kamchiligi – bunday fermentyorda

butun massaalmashinish va gidrodinamika jarayonlarini optimallashtirish hamda boshqarishning qiyinligidadir.

3.4. Suyuq va gaz fazali quvvat uzatuvchi fermentyorlar (SGF)

Bunday qurilmalarning asosiy konstruktiv elementi- kislorodni yuqori intensivlikda erishini va gazni yuqori sathli dispergirlashni ta'minlovchi hamda erimaydigan substratlarni va muhitni gomogenizatsiyalab, aralashtiruvch moslama hisoblanadi.



3.2-rasm. Mexanik aralashtirgichli fermentyor -- kombinatsiyali fermentyorlar (KB)

Bunday qurilmalar guruhiga shunday fermentyorlar kiritiladiki, ularda quvvat suyuq fazaga aralashtiruvchi moslama va nasos yoki faqat nasos bilan birgalikda uzatiladi. Bularda gaz fazali quvvat bartoyor orqali oddiy usulda kiritiladi. Shunga muvofiq ikki tipdagi qurilmalarga ajratiladi.

a) Aralashtiruvchi moslamali fermentyorlar (AMF).

Bunday fermentyorlarning aralashtiruvchi moslamasi bir yoki bir nechta aralashtirgich oʻrnatilgan va koʻrinishida boʻladi. Odatda, fermentyor tubiga yaqin pastki aralashtirgich tagida aylanuvchi yoki harakatsiz gaz taqsimlagich (barbotyor) joylashgan. Qurilma ichida issiqlik almashinuvchilar joylashtiriladi. 3.2-rasm.

Bu tipdagi qurilmalarda aralashtirish nasos yoki aralashtirgich va nasos yordamida birgaligida amalga oshiriladi. Bu holda qurilmaga havo barbotyor orqali uzatiladi.

Xulosa. Biotexnologik ishlab chiqarishdagi asosiy jihozlar, Fermentyorlar klassifikatsiyasi, gazli fazada quvvat uzatuvchi fermentyorlar, suyuq fazada quvvat uzatuvchi fermentyorlar kabi maʼlumotlar keltirilgan.

Kalit soʻzlar: fermentyor, gaz, faza, biotexnologiya.

Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Siqilgan gaz yordamida pnevmatik aralashtirish.
2. Fermentator konstruksiyasini chizing, ishlash prinsipi, afzallik va kamchiliklari.
3. Vant-Goff tenglamasini yozing.
4. Fermentyorda issiqlik almashinish jarayoni.

IV BOB. KIMYOVIY REAKTORLAR

4.1. Kimyoviy jarayonlar asoslari

Kimyoviy aylanishlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan qurilmalar **reaktorlar** deb ataladi. Kimyoviy texnologiyaning jarayon va qurilmalari orasida kimyoviy reaktorlar va ularda kechadigan jarayonlar alohida o'rin to'radi. Ushbu jarayonlar kimyo sanoatining asosidir.

Kimyoviy aylantirishlar quyidagi xosligi bilan xarakterlanadi:

a) gidrodinamik, issiqlik va massa almashinish hodisalari, hamda kimyoviy kinetika qonunlari kimyoviy jarayonlar kechish qonuniyatlarini belgilaydi;

b) kimyoviy-texnologiya jarayonlarining kechishiga katta ta'sir etuvchi omillar kimyoviy jarayonlar uchun muhit ahamiyatga ega, reaksiyalarni bir vaqtda parallel va ketma-ket kechishida temperatura va aralashtirish kabi omillar mahsulot sifatiga salmoqli ta'sir etadi;

v) umuman olganda, jarayon tezligi eng sekin o'tadigan bosqich bilan belgilanganligi sababli, kimyoviy jarayonlar diffuzion, kinetik va oralik sohalarida kechishi mumkin.

Agar jarayon tezligi massa almashinish (diffuziya) tezligi bilan belgilansa, jarayon **diffuzion** sohada o'tadi. Agar jarayon tezligi faqat kimyoviy aylanishlar tezligi bilan belgilansa, jarayon **kinetik** sohada boradi. Agar kimyoviy reaksiya va diffuziya tezliklari taxminan bir xil bo'lsa, jarayon **oralik** sohada kechadi. Lekin, sanoat qurilmalarida kimyoviy jarayonlarning tezligi faqat issiqlikni o'zlash yoki ajratib olish tezliklari bilan ham belgilanishi mumkin.

Ko'pincha reaktorlar sifatida maxsus, o'ta murakkab konstruktiviyali qurilmalar qo'llaniladi.

4.2. Kimyoviy aylanishlar davridagi muvozanat

Odatda, yangi reaktorlar yaratish uchun loyihachiga reaksiya yo'nalishi va oxirgi konsentratlilar berilgan bo'ladi. Shunga qaramasdan, loyihachi kimyoviy

muvozanat nazariyasining (fizik kimyo fanining kimyoviy termodinamika qonuniyatlari) asosiy holatlarini bilishi zarur.

Massalar ta'sir qonuni. Ma'lumki, kimyoviy reaksiyalar qaytar bo'lishi mumkin, ya'ni boshlang'ich moddalar o'zaro kimyoviy ta'siri (to'g'ri reaksiya) bilan birga, reaksiya mahsulotlarining o'zaro kimyoviy ta'sirida boshlang'ich moddalar hosil bo'lishi (teskari reaksiya) mumkin. To'g'ri reaksiya o'tib borishi bilan uning tezligi kamaysa, shu davrda mahsulot ortishi bilan teskari reaksiya tezligi o'sadi. To'g'ri va teskari reaksiya tezliklari tenglashishi bilan kimyoviy muvozanat holati boshlanadi. Tashqi sharoitlar buzilmasdan turganda muvozanat aralashmadagi moddalar tarkibi va konsentratsiyasi o'zgarmas bo'ladi. Tashqi sharoitlarning cheksiz kichik o'zgarishi, muvozanat holatini cheksiz o'zgarishiga olib keladi. Demak, kimyoviy reaksiyalar termodinamik muvozanat holatida borishi va ularga termodinamik muvozanatning umumiy shartlarini qo'llash mumkin.

Kimyoviy reaksiyada qatnashayotgan moddalarning parzial bosimlari yoki muvozanat konsentratsiyalari o'rtasidagi bog'liqlik massalar ta'sir qonuni bilan ifodalanadi. Muvozanat holatidagi gomogen gazli kimyoviy reaksiya uchun:



agar, reaksiya komponentlari - ideal gazlar bo'lsa, quyidagi tenglama to'g'ri keladi:

$$\frac{p_C^c \cdot p_D^d}{p_A^a \cdot p_B^b} = K_p \quad (4.2)$$

bu erda a, b, c, d - A, V, S, D moddalarning stexiometrik koeffitsientlari;

r_i - tegishli stexiometrik koeffitsientlar darajasidagi A, V, S, D komponentlarning parzial bosimlari.

O'zgarmas K_p ning qiymati **muvozanat konstantasi** deb ataladi. Ushbu konstanta faqat temperaturaga bog'liq va boshlang'ich aralashma komponentlarning parzial bosimi va bosimlar yig'indisiga

hog'liq emas. (4.2) tenglama massalar ta'sir qonunining ifodasi bo'lib, uning miqdoriy ifodasi va keltirib chiqarilishi 1867 yili Guldberg va Vaaglar tomonidan taklif etilgan.

Haqiqiy gazlar uchun komponentlar parstial bosimlarini liar bir i - komponentning uchuvchanligi f_i bilan almashtirish kerak. Bunda, muvozanat konstantasi K_f ham komponentlarning uchuvchanligi orqali ifodalanadi.

Muvozanat konstantasi konstentrastiyalar yordamida ham ifodalanishi mumkin:

$$\frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = K_c \quad (4.3)$$

Ideal bo'lmagan eritmalar uchun muvozanat konstantasi K_a komponent a ning faolligi orqali ham ifodalanishi mumkin.

Suyultirilgan eritmalar uchun $a_i=s_i$ va $K_a=K_s$.

Parstial bosim va mol ulushlar (K_N) orqali ifodalangan muvozanat konstantalari o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_N P^{\Delta n} \quad (4.4)$$

bu erda Δn - reaksiya gazsimon qatnashchisining mol soni o'zgarishi; R - sistemadagi umumiy bosim; P - gaz doimiysi; T - temperatura, K .

Agar, reaksiya gazsimon moddaning mol ulushi o'zgarishsiz o'tsa, ya'ni $\Delta n=0$ bo'lsa, unda $K_K=K_S=K_N$ bo'ladi.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, umumiy holda K_N miqdoriy jihatdan K_R dan farq qiladi va temperatura, hamda sistemadagi bosimga bog'liqdir.

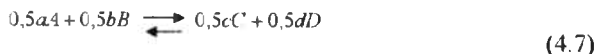
Muvozanat konstantasining son qiymati reaksiyaning yo'nalishi va qaysi miqdorlari uchun stexiometrik tenglama yozilganiga bog'liq. Agar, (4.1) reaksiya tenglamasini teskari yo'nalish uchun yozsak, ya'ni:



unda, muvozanat konstantasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$K_p' = \frac{1}{K_p} \quad (4.6)$$

Agar, (4.1) tenglamadagi stexiometrik koeffitsientlarni 2 barobar kamaytirsaq unda quyidagi ifodaga erishamiz:



unda, muvozanat konsiantasi K_p quyidagicha ko'rinishi oladi:

$$K_p'' = K_p^{0.5} \quad (4.8)$$

Agar, muvozanat sistemasiga, masalan (4.7)ga qo'shimcha ma'lum miqdorda A komponent kiritilsa, u V modda bilan reaksiyaga kirishib, qo'shimcha miqdorda S va D moddalar hosil qiladi. Natijada muvozanat holatiga erishiladi va S , D moddalarning parstial bosimlari boshlang'ich holatdagidan ancha ko'payadi. Modda V ning bosimi kamayadi, A niki esa - ortadi. Muvozanat holatiga erishilgandan so'ng, reaksiyada qatnashayotgan hamma moddalar parstial bosimlarining nisbati muvozanat konstantasi K_p ning soni qiymatiga yana to'g'ri keladi.

Geterogen reaksiyalar uchun muvozanat konstantalari gazsimon komponentlar parstial bosimi yoki haqiqiy gazlar uchun gazsimon komponent uchuvchanligi orqali ifodalanadi. Erimaydigan va uchuvchan bo'lmagan fazalar kondensatlari muvozanatga ta'sir etmaydi, g'.

Har bir qattiq faza gazsimon faza tarkibiga kiradigan to'yingan bug' hosil qiladi deb tahmin qilish mumkin. Masalan, ushbu reaksiyani ko'rib chiqamiz:



Ushbu holatda 2 ta qattiq va 1 ta gazsimon fazalar mavjud. Sistemadagi moddalar parstial bosimlari p_{CaCO_3} , p_{CaO} , p_{CO_2} . Unde, massalar ta'sir qonuniga binoan:

$$\frac{p_{CaO} p_{CO_2}}{p_{CaCO_3}} = const \quad (4.9)$$

O'zgarmas temperaturada qattiq faza ishtirok etgan sistemada moddaning to'yingan bug' bosimi o'zgarmas, va p_{CaO} / p_{CaCO_3} nisbati o'zgarmas kattalikdir.

Shunday qilib, yuqorida qayd etilganlarni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$p_{CO_2} \left(\frac{p_{CaCO_3}}{p_{CaO}} \right) = const = K_p$$

ya'ni, ushbu reaksiyada muvozanat konstantasi karbonat angidrid gazining bosimiga teng.

Jarayonni amalga oshirish imkoniyati izobar-izotermik (ΔG) yoki izoxor-izotermik (ΔF) potentsiallar kattaliklari bilan belgilanadi. Standart sharoitda ular muvozanat konstantasi bilan belgilanadi. Standart sharoitda quyidagi bog'liqlikda bo'ladi:

$$\begin{aligned}\Delta G^0 &= -RT \ln K_p \\ \Delta F^0 &= -RT \ln K_c\end{aligned}\quad (4.10)$$

Agar, $\Delta G^0 < 0$ bo'lsa, standart sharoitda reaksiya boradi; agar $\Delta G^0 > 0$ bo'lsa, reaksiya bormaydi. Xuddi shunday, agar $\Delta F^0 < 0$ bo'lsa, reaksiya to'g'ri, $\Delta F^0 > 0$ bo'lsa - teskari yo'nalishda boradi.

Nostandart sharoitda jarayon yo'nalishini aniqlash uchun **kimyoviy reaksiya izotermalari tenglamasidan** foydalanish mumkin:

$$\Delta G^0 = RT \ln \frac{p_C^c \cdot p_D^d}{p_A^a \cdot p_B^b} - RT \ln K_p \quad (4.11)$$

$$\Delta F^0 = RT \ln \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} - RT \ln K_c \quad (4.12)$$

(4.11) tenglamaning o'ng qismidagi birinchi hadi boshlang'ich sistema komponentlarining parstial bosimini ifodalaydi, (5.12) tenglamanmg o'ng tomonidan birinchi hadi esa - boshlang'ich aralashmadagi komponentlar konstentrasiyasini ko'rsatadi. $\Delta G^0 < 0$ va $\Delta F^0 > 0$ bo'lganda, reaksiya to'g'ri, $\Delta G^0 > 0$ va $\Delta F^0 > 0$ bo'lganda esa - teskari yo'nalishda boradi.

Jarayonni amalga oshirish imkoniyatlari va reaksiya to'liq borishiga ta'sir etuvchi omillar. Termodinamik hisoblarga ($\Delta G^0 < 0$) qaramasdan reaksiya bormasa, demak uni sekinlashturuvchi qandaydir omillar bor. Bunday hollarda ushbu omilni engish, ya'ni reaksiya tezligini oshirish zarur.

Jarayon termodinamikasi va kinetikasiga reagentlar temperaturasi, bosimi va konstentrasiyasi kabi omillar ta'sir etadi. Faqat reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi

omi, bu katalizatorlar bo'lib, lekin ular muvozanat konstantasi qiymatini o'zgartirmaydi.

Kimyoviy muvozanatning temperaturaga miqdoriy bog'liqligini **Vant-Goffning izobar** tenglamasidan topish mumkin:

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (4.13)$$

bu erda ΔH - entalpiya o'zgarishi yoki o'zgarish bosimdagi reaksiyaning issiqlik effekti.

(4.13) tenglamani kichik temperaturalar oralig'ida integrallasak, ushbu ko'rinishga erishamiz:

$$\ln \frac{K_{pT_2}}{K_{pT_1}} = \frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_2 \cdot T_1} \quad (4.14)$$

Xuddi shunday qilib, Vant-Goffning izoxor tenglamasini keltirib chiqarish mumkin:

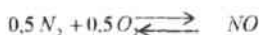
$$\ln \frac{K_{CT_2}}{K_{CT_1}} = \frac{\Delta U}{R} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_2 \cdot T_1} \quad (4.15)$$

bu erda ΔU -sistema ichki energiyasining o'zgarishi yoki o'zgarish hajmdagi reaksiyaning issiqlik effekti.

Temperatura o'sishi bilan K , ortish yoki kamayishi mumkin, lekin jarayon tezligi ko'pchilik hollarda ortadi.

Bosim o'sishi bilan konstantasi ortadi. Shuning uchun, ko'pincha reaksiya tezligi ortadi. Agar, jarayon hajm o'sishi bilan kechayotgan bo'lsa, unda umumiy natija qanday bo'lishi noma'lum. Bunday hollarda qandaydir bir optimal qiymatni qabul qilish kerak.

Muvozanat o'zgarishini hisoblash uchun muvozanat konstantasi va boshlang'ich moddalar mol soni ma'lum bo'lishi kerak. So'ng, muvozanatdagi har bir modda miqdorini mol miqdori orqali ifodalab olamiz. Masalan,



Reaktsiya uchun 2500K da $K_p=0,0455$. Agar, boshlang'ich aralashmada 21% kislorod va 79% azot bo'lsa, muvozanat aralashmadagi NO konsentratsiyasi (mol%) aniqlansin.

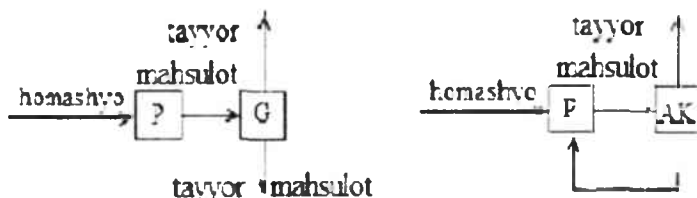
Stexiometrik tenglamaga binoan muvozanat aralashma tarkibidagi azot konsentratsiyasini $(79-x)$, kislorod konsentratsiyasini $-(21-x)$ va NO konsentratsiyasini $2x$ ga teng deb qabo'l qilamiz. Muvozanat aralashma tarkibini massalar ta'sir qonuniga binoan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$K_p = 0,0455 = \frac{[NO]}{[N_2]^{0,5} \cdot [O_2]^{0,5}} = \frac{2x}{(79-x)^{0,5} \cdot (21-x)^{0,5}}$$

Ushbu tenglamani x ga nisbatan echsaq, uning qiymatini topamiz. Muvozanat aralashmada NO ning miqdori $2x$ ga teng, ya'ni 1,8%

4.3. Kimyoviy jarayonlar prinsipial sxemalari

Kimyoviy jarayonlarning hamma prinsipial sxemalarini 2 guruhga ajratish mumkin: bir bosqichli (4.1a-rasm) va restirkulyatsiyali (4.1b-rasm).



4.1-pacm. Kimyoviy jarayonlar prinsipial sxemalari

□ – bir bosqichli; b - restirkulyatsiyali.

Bir bosqichli sxemalarda xom-ashyo reaktor R ga o'zatiladi va u erda to'liq o'zgarish ro'y beradi. Jarayonda hosil bo'lgan moddalar tozalash qurilmasi T ga yuboriladi. Ushbu qurilmada u tayyor mahsulot va aralashmalarga ajratiladi.

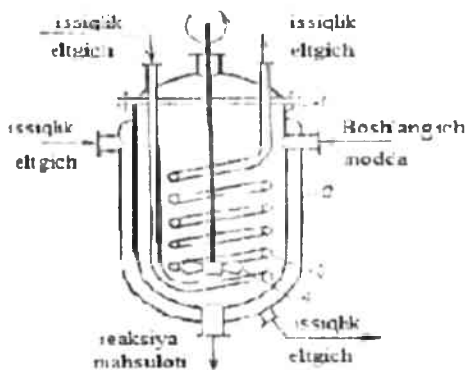
Ujirkulyatsiyali sxemada ham xom-ashyo reaktor R ga o'zatiladi va u erda qisman o'zgarishga uchraydi. Shuning uchun, u yana qayta ishlanadi. Bunday holda reaktor R ga boshlang'ich va qayta ishlashgan xom-ashyo aralashmasi yuklanadi va uning optimal darajada qayta ishlanishiga erilishadi. So'ng, tayyor mahsulot va

reaksiyaga kirishmagan xom-ashyo aralashmasi reaktordan ajratish qurilmasi AK_1 ga o'zatiladi. Unda, tayyor mahsulot aralashma tarkibidan ajratib olinadi. Reaksiyaga kirishmagan xom-ashyo qaytadan reaktorga yuboriladi. Birinchi va ikkinchi guruh sxemalaridagi qurilmalarni hisoblash usullari har xil. Birinchi guruh sxemalaridagi qurilmalar jarayonning berilgan boshlang'ich va oxirgi parametrlari bo'yicha hisoblanadi. Ikkinchi guruh sxemalaridagi qurilmalar esa, bir necha variant bo'yicha hisoblanadi va faqat texnik-iqtisodiy taqqoslashgina reaktor va ajratish qurilmasidagi jarayonlarning optimal parametrlarini aniqlash imkonini beradi.

4.4. Reaktorlar konstruksiyalari

Jarayonni tashqil etish bo'yicha reaktorlar 3 guruhga bo'linadi:

Davriy ishlaydigan reaktorlarda jarayonning hamma bosqichlari har xil vaqtda ketma-ket kechadi (4.2-rasm).



4.2-rasm. Davriy reaktor

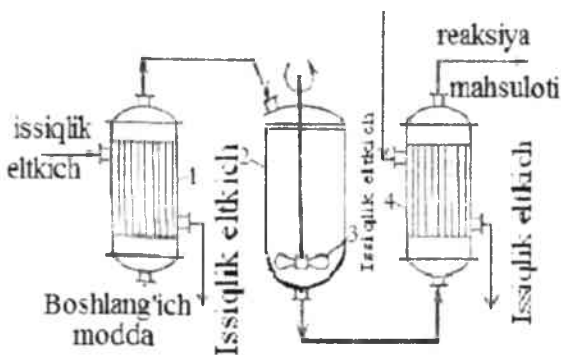
1-qobiq, 2-g'ilof, 3-z neyevik, 4-aralastirgich

O'zaro ta'sirdagi moddalar konsentratsiyasining o'zgarish xarakteri reakstion hajmning hamma nuqtalarida bir xildadir. Lekin, hajmning biror nuqtasi uchun vaqt bo'yicha turlicha bo'ladi. Bu turdagi qurilmada reaksiya davomiyligini bevosita

o'lchash mumkin, chunki reakstiya vaqti va reakstion hajmda reagentlarning ta'sir vaqti bir xil. Davriy qurilmalarda texnologik jarayon parametrlari vaqt o'tishi bilan o'zgaradi.

Bunday reaktorlar ish unumdorligi kichik va ularni avtomatlashtirish, hamda rostlash qiyin.

Uzluksiz ishlaydigan reaktorda kimyoviy aylanish jarayonining hamma bosqichlari parallel va bir vaqtda yuz beradi (4.3-rasm).



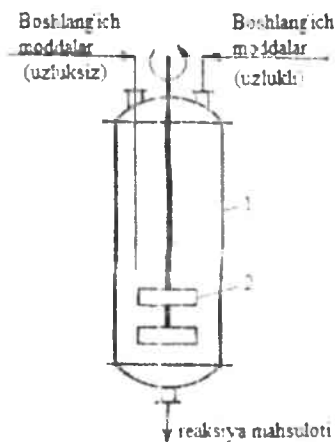
4.3-rasm. Uzluksiz ishlaydigan reaktor

1,4-isitgichlar; 2-reaktor; 3-aralashtirgich

O'zaro ta'sirdagi moddalar konstantasiyasining o'zgarish xarakteri har bir daqiqada reakstion hajmning turli nuqtalarida har xil. Lekin, hajmning biror nuqtasi uchun vaqt bo'yicha o'zgarmasdir. Bu turdagi qurilmada reakstiya davomiyligini bevosita o'lchash mumkin emas, chunki uzluksiz ishlaydigan qurilmalarda reakstiya vaqti va reakstion hajmda reagentlarning ta'sir vaqti turlicha. Umumiy holda, moddalarning reaktorda bo'lish vaqti aralashtirish intensivligi, oqimlar tarkibiga bog'liq va har bir qurilma uchun alohida bo'ladi.

Bu turdagi reaktorlarning ish unumdorligi katta, ularni ekspluatatsiya qilish oson va avtomatlashtirishga moyil.

Yarim uzluksiz reaktorlar noturg'un sharoitda ishlaydi, ya'ni ba'zi bir reagentlar uzluksiz, boshqalari esa - davriy o'zatiladi (4.4-rasm).



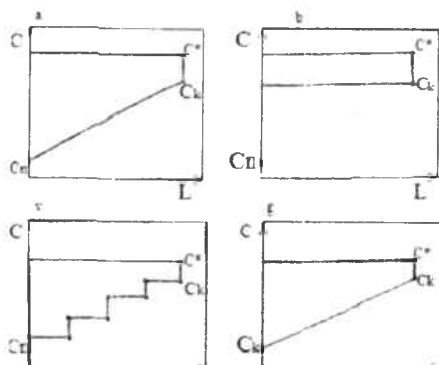
4.4-rasm. Yarim uzluksiz reaktor

1-qobiq; 2-aralashtirgich.

Ushbu turdagi reaktorlar kichik tonnajli ishlab chiqarish korxonalarida, ayniqsa ekzotermik reaksiya o'tkazish zarur bo'lgan jarayonlarda qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

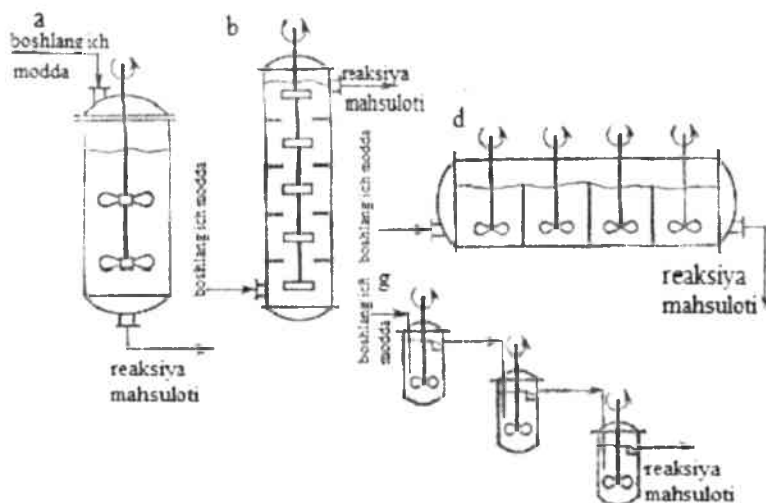
Gidrodinamik rejimga qarab, reaktorlar 3 guruhga bo'linadi.

Ideal aralashish reaktorlarida reagentlar oqimi butun reaktsion hajmda bir zumda va bir tekisda aralashadi. Demak, bunday reaktorlarda aralashmaning tarkibi va temperaturasi butun reaktsion hajmda bir xil deb hisoblash mumkin. Bu turdagi reaktorlar qatoriga kichik hajmdagi aralashtirgichli, stirkulyatsiyali, mavhum qaynash qatlamli qurilmalar kiradi (4.5, 4.6-rasmlar).



4.5-rasm. Turli tipdagi reaktorlarda moddalar konsentrastiyasining o'zgarish xarakteri

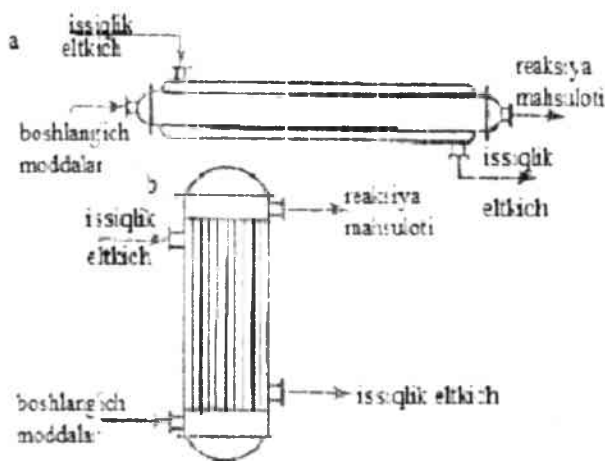
a-siqib chiqarish qurilmasi; b-aralashish qurilmasi; v-ko'p sekstiyali, aralashish qurilmasi; g-oralik tipdagi qurilma; S -biror ondagi konsentrastiya; S_n -boshlang'ich konsentrastiya; S_k -oxirgi konsentrastiya; S^* -muvozanat konsentrastiya; L -qurilma uzunligi.



4.6-rasm. Aralashtirish reaktorlari

a-bir pog'onali qurilma; b-vertikal, ko'p pog'onali qurilma; v-gorizontaal, ko'p sekstiyali qurilma; g-aralashish qurilmasi batareyasi

Ideal siqib chiqarish reaktorlarida reagentlarning harakati porshensimon xarakterda bo'lib, ya'ni qurilmadan o'tayotgan har bir oldin uzatilgan hajm, keyingi uzatilgan bilan aralashmasdan, siqib chiqariladi. Natijada, qurilmaning markaziy qismi va devor atrofidagi aralashmaning tarkibi va temperaturasi bir-biridan farq qiladi. Undan tashqari, qurilmaga kirish va chiqish konsentratsiya va temperaturallari orasida sezilarli katta farq bo'ladi. Bu turdagi reaktorlarga qobiq-trubali, ya'ni kolon-nali qurilmalar kiradi (4.6, 4.7 rasmlar).



4.7-rasm. Siqib chiqarish reaktori

1-bir trubali qurilma, 2-ko'p trubali qurilma.

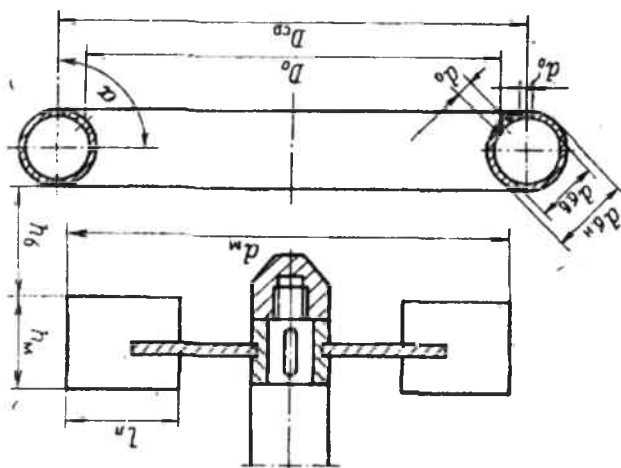
Oralik gidrodinamik rejimli reaktorlar juda keng tarqalgan. Ushbu turdagi qurilmalarda tez-tez ideal aralashish rejimidan chetga chiqish rejimlari sodir bo'ladi. Bunday holatlarda reagentlarning aralashmaydigan zonalar paydo bo'lishi va boshqa salbiy hodisalar hosil bo'ladi.

4.4.1. Gaz – suyuqlik reaktorlar

Bu turdagi reaktorlar, suyuqliklarda kimyoviy reaksiyalar o'tkazish uchun mo'ljallangan va bunda gaz fazadan bir yoki bir necha komponent suyuqlikka o'tadi. Odatda, bu qurilmalarda aralashtirish moslamasi ostida gaz uzutuvchi barboter o'rnatilgan bo'ladi (4.8-rasm).

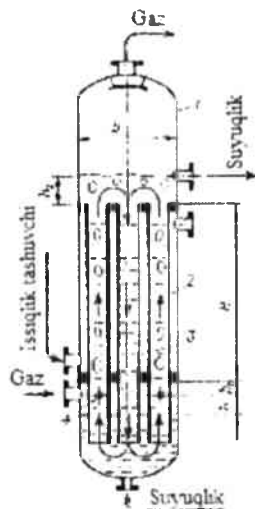
Ko'pincha, aralashtirish moslamasi sifatida ochik, turbinali aralashtirgich ishlatiladi.

Barbotajli kolonna vertikal silindrik qobiq (1) va pastki qismida joylashgan gaz taksimlovchi barboter (3) dan tarkib topgan (4.9-rasm).



4.8-rasm. Reaktorda aralashtirgich va barboter joylashish sxemasi

Issiqlik almashinish vositasi bo'lib g'ilof (2) bilan uralgan qobiq (1) devori, gorizontal zmeyevik yoki vertikal trubalar urami (4) lar xizmat kiladi. Barbotaj kolonnaning aniklovchi parametri – bu uning diametri u 0,6-2,0 m oralikda bo'lishi mumkin.



4.9-rasm. Barbotajli kolonna

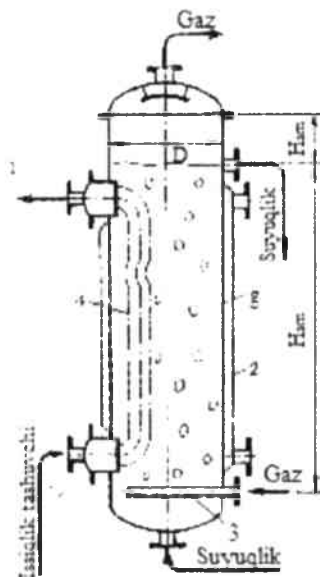
1-stilindrik idish, 2-g'ilof, 3-barboter.

Qohiq-trubali gazliftli reaktor xuddi qobiq trubali isitkich kurinishida bo'lib, faqat yuqorisida balandligi kattarak bo'lgan separastion qism (1) urin olgan. Bu erda gazni suyuqlikdan ajratish jarayoni boradi. Hama trubalar barbotaj (2) va stirkulyastion trubalar (3) ga bo'lingan. Trubalarning pastki qismi teshikli panjaradan $5d_t$ ga teng uzunlikka chiqarilgan.

Teshikli panjaradan pastga chiqib turgan barbotaj trubalarining uchidan $4d_t$ masofada teshik (4) lar bir xil satxda qilingan. Ushbu teshiklar diametri shunday qilinadiki, teshikdan chiqayotgan gaz suyuqlikni pastga haydashi kerak.

Barbotajli kolonnalar reaktsiya issiqlik effekti kichik bo'lganda gomogen suyuqliklarni kayta ishlashda qo'llaniladi.

Qobiq-trubali, gazliftli reaktorlar reaktsiya issiqlik effekti katta bo'lganda geterogen suyuqliklarni kayta ishlash uchun ishlatiladi.



4.10-rasm. Qobiq trubali, gazliftli reaktor

1-separasion qism, 2-barbotaj truba, 3-stirkulyastion truba.

4.4.2. Piroliz va kreking o'txonalari

Uglevodorod xom-ashyolarni yuqori temperaturada parchalanib, kichik molekulyar massali mahsulot olish jarayoniga kreking deyiladi. Mazut yoki gazoylni kreking qilish natijasida avtomobil va aviastion benzinlar olinadi. Qaynash temperaturasi 300°S va undan yuqori bo'lgan ogir uglevodorodlarning murakkab va yirik molekullari parchalanishida qaynash temperaturasi 110°S dan kam bo'lgan oddiy molekullari moddalar hosil bo'ladi. Katalitik kreking jarayoni termik krekingda olib bo'lmaydigan kimmat baxo mahsulot (oktan soni yuqori benzin, aromatik uglevodorod) lar olish imkonini beradi. Katalitik kreking yoki riforming qurilmalarida trubali o'txonalar bo'lishi mavjud va ular xom-ashyoni isitish va bug'lanishi uchun xizmat qiladi. Ammo bu qurilmalarda reaksiya ro'y bermaydi.

Yuqori temperatura ($670-1200^{\circ}\text{S}$) va past bosim ($0,2-0,5\text{ MPa}$) larda o'tqaziladigan termik krekingga o'xshash jarayon piroliz deb nomlanadi. Uglevo-

dord gazlari (propan yoki bo'tan) yoki benzin frakstiyalarini piroliz kilib etilen, propilen, bo'tadien, astetilen kabi plastmassa ishlab chiqarishda zarur moddalar olinadi. Chunonchi, etilen etil spirti, stiroi, polietilen va etilen oksidi ishlab chiqarishda xomashyo bo'lib xizmat qiladi.

Piroliz jarayoni trubali o'txonalarda amalga oshiriladi. anikrogi uning zmeyevikida. Odatda, zmeyevik bir necha koator tekis trubalardan iborat bo'lib, tashqarisida suyuq yoki gazsimon yoqilg'i yondirilib isitiladi. Zmeyevik reaktor uz xarakteristiklari buyicha ideal sikib chiqaruvchi reaktorlarga yaqin.

Propan-bo'tan frakstiyani piroliz qilish jarayonida o'txonadan chiqayotgan pirogaz temperaturasi 1000-1100°S va bosimi 0,1-0,2 MPa. Reaksiya tezligi juda yuqori bo'lgani uchun uning reaksiya zonasida bo'lish vahti 0,7-1,5 s kilib rostanadi; buning uchun zmeyevikka o'zatilayotgan gaz tezligi 10-17 m/s bo'lishi zarur. Gazni isitish va reaksiyasi davrida uning xajmi ortadi va tezligi 150-200 m/s gacha ko'tariladi. Yuqori tezlik devor yaqinidagi chegaraviy qatlam qalinligining kamayishiga sababchi bo'ladi va zmeyevikda koks hosil bo'lish oldini oladi.

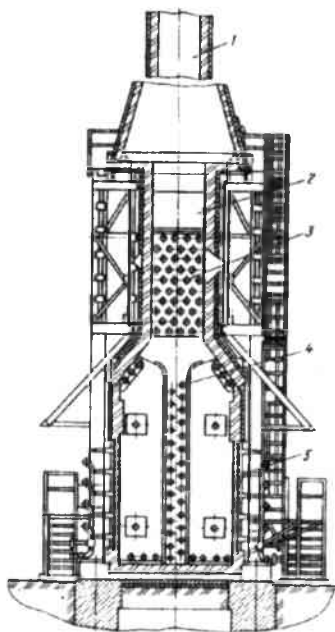
Qo'llanilayotgan yoqilg'i turiga qarab trubali o'txonalar konstruksiyasi turli tuman bo'ladi. O'txoralarning asosiy elementi – po'latdan payvandlangan karkas, gishtli devor, tub va chiqish bo'lishi, o'txona ichidagi zmeyevik, yoqilg'i yokish forunka va moslamalari, tutun chiqish yuli va trubalari.o'txona temir –beton poydevorga o'matiladi.

O'txona ichki bo'shlig'i ikki bo'linilardan iborat: rad ant (yokish) va konveks-tion kameralar. Yokish kamerasida nurlanish issiqligini oluvchi zmeyevik trubalarining qatori ekran deb nomlanadi. ushbu kamerada xom-ashyoga issiqlikning (-70%) asosiy qismi o'zatiladi. Konvekstiya sekstiyasida zmeyevik trubalariga issiqlik tutun gazlaridan konvekstiya usulida (70%) va issiqlik nurlanishi (20%-tutun gazlardan va 10% issiq devordan) orqali o'zatiladi. Tutun gazlari truba o'txona orqali tabiiy tortish kuchi ostida harakatlanadi. Uni rostlash tutun yulidagi shiber erdamida amalga oshiriladi.

Piroliz qurilmalarida tuturburchak shakldagi o'txonalar kullanilib, zmeyevik trubalari gorizontaI joylashtiriladi va kiska alangali gaz yondirgichlar o'matiladi.

O'txona yon devorining pastki qismida panelsimon alangasiz gaz yondirgich (5), bir necha gorizontaal qatorda joylashtiriladi (4.11-rasm). Yokish kamerasi o'rtasida trubali ekran (4) o'rnatilgan bo'lib, u kamerani ikki qismga ajratadi. Shuning uchun bu o'txonalar ikki kamerali deb hisoblanadi. Ekran bir yoki ikki qatorli bo'lishi mumkin. Tub va ship ekranlari ham mavjud. Yokish kamerasi tepasidagi tutun yuli (2) da zmeyevik (3) ning konvekstion qismi joylashgan. Konvekstion kameradan utgan gazlar tutun chiqish truba (1) orqali chiqib ketadi.

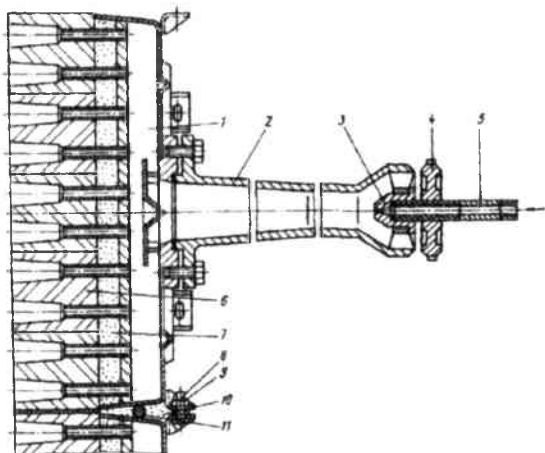
Piroliz qurilmalarida isitkichda kizdirilgan propan bo'tan frakstiyasi ikki oqim bo'lib o'txona zmeyevikining konvekstion, so'ng esa radiant qismiga yunaladi. O'txonadan chiqayotgan pirogaz suv purkagichli qurilmaga o'zatiladi, tezda sovo'tib, reakstiya tuxtatiladi.



4.11-rasm. Trubali o'txona

1-tutun trubasi, 2-tutun yuli, 3-zmeyevik, 4-ekran, 5-gaz yondirgich.

Alangasiz panelsimon yondirgichlar gazning tulik yonishini ta'minlovchi qulay va yuqori samarali moslamalardir (4.12-rasm). Ushbu moslama gaz tarkibida havo ortikchalik ko'ffisienti kichik bo'lganda ham, yonish zonasida yuqori temperatura mavjudligi tufayli tulik yonadi.



4.12-rasm. Alangasiz panelsimon yondirgich

1-taksimlash kamerasi, 2-injektor aralash tirgich, 3-soplo, 4-zaslonka, 5-patrubka, 6-keramik prizma, 7-issiqlik qoplama, 8- bolt, 9-gayka, 10-asbest arqon.

Yondirgichda taksimlash kamerasi (1) bor bo'lib, uning old tomoniga gaz-havo aralashmasi chiqadigan trubalar payvandlangan. Trubaning bo'sh uchlari keramik prizma (6) lar kuyilgan. Prizmaning xar birida to'rtta stilindrik konussimon teshiklar bor.

Prizmalar yigindisi 500x500 yoki 605x605 mm li keramik panel hosil kiladi va gaz yonishida issiqlik yiguvchi va tarqatuvchi vosita vazifasini bajaradi. Qurilma devori va prizmalar orasidagi bo'shlik inert material bilan tuldirilgan issiqlik izolyastion qatlam (7) hosil qilingan. Orqa devor (1) ga injektorli gaz-havo aralashish moslamasi (2) o'rnatilgan. Ushbu moslama soplo (3) va rostlagich (4) lar bilan ta'minlangan.

Sop o (3) ga gaz patruska (5) orqali o'zatiladi. Soplodan yuqori tezlikda chiqayotgan gaz, atrof muxitdan kerakli havoni injeksiya qiladi.

Aralashtirish moslamasi (2) hosil bo'lgan havo-gaz aralashmasi tushgichni aylanib o'tib qurilma (1) ga o'tadi va undan keyin yondirgich trubalariga taksimlanadi. Aralashma yonishi asosan keramik element tunnellarida sodir bo'ladi. Buning uchun, gaz-havo aralashmasining taksimlovchi trubalardagi tezligi alanga tarqalish tezligidan kichik bo'linasligi zarur. Yondirgichlar normal ishlashi tunnelling ko-nussimon shakli tufayli tezliklar tengligi ta'minlanadi.

O'zaro yondirgichlar bolt (8) va gayka (9) yordamida birlashtirilgan. Ular orasidagi tirqishlar asbest arkon (10) bilan tuldiriladi.

Yondirgichlar issiqlik unumdorligi kollektorga gaz berishni uzgartirish yuli bilan rostlanadi. Yonish uchun zarur havo miqdori moslama (4) yordamida xar bir yondirgichda aloxida o'zatiladi.

Truba o'txona zmayeviki choksiz tashqi diametri 60-219 mm, uzunligi 6-18 mm li trubalardan tayyorlanadi.

Yuqori temperaturada ishlaydigan piroliz o'txonalarida trubalar payvandlash yuli bilan ulanadi. Bunda, trubalarga hosil bo'layotgan koks kuyodirib tozalanadi. Buning uchun, trubaga bir qism havo va un qism suv bug'idan iborat aralashma o'zatiladi.

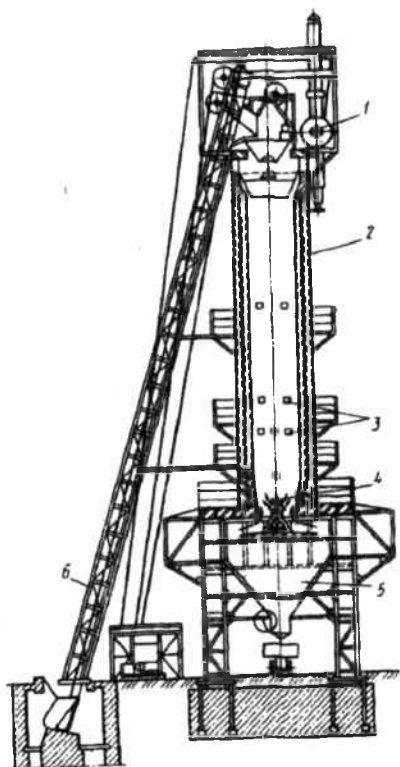
Zmayevik trubalarining materiali jarayondagi temperatura va xom-ashyo kor-roziyon faoligidan kelib chikkan holda tanlanadi. Chunonchi, o'txonaning tufli zon-alarida xar xil materiallardan tayyorlangan trubalar qo'llaniladi. O'txona konvekstiya zonasidagi temperatura 30-400°S, radiant zonasida esa 500-900°S bo'ladi. Shu saba-bli, konvekstion zonaning birinchi qator trubalari 20G po'latdan oxirgi qator trubalari 15X5M xrom-molibden-po'latdan, radiant zonasidagi trubalar esa — olovbardosh 12X18N10T po'latdan qilinadi.

O'txona radiant zonasidagi kronshteyn va teshikli panjaralari 1000°S da eksplu-atasiya qilinganligi sababli 20X23N13 markali olvbardosh po'latdan yasaladi.

Konvekstiya kamerasida temperatura nisbatan past bo'lgani uchun, osma detal-lar S421 markali chuyan yoki 40X9S2 po'latdan tayyorlanadi.

4.4.3. Gaz va qattiq jism reakstiyasini amalga oshiruvchi qurilmalar

Ushbu guruxdagi qurilmalar muxim jarayonlarni amalga oshirish uchun mo'ljallangan, ya'ni stement ishlab chiqarishda klinkerni kuydirish, ohaktosh, gips va boshqalarani kuydirish, koks va boshqa qattiq yoqilg'ilarni gazifikastiyalash, sulfat kislotasi ishlab chiqarishda piritnikuydirish uchun keng qo'llaniladi.



4.13-rasm. Ohaktoshni kuydirish uchun vertikal o'txona

1-gazoduvka; 2- stilindrik qobiq; 3,4 – yondirgich; 5-bunker; 6-elevator.

Kuydirish jarayoni odatda yuqori temperaturalarda olib boriladi, bu esa uz navbatida katta miqdorda issiqlik o'zatish va ajatib olish bilan bog'liq. Shu sababli

reaktorlar o'txonalar deb yuritiladi. Gaz reagent, yoqilg'i, issiqlik edtkich bo'lishi yoki reaksiya jarayonida qattiq jismdan ajralib chiqishi mumkin.

Qurilmaning asosiy turlari: vertikal silindrik reaktorlar (shaxtalar o'txonalar va gaz generatorlar) tokchali kuydirish o'txonalari, barabanli, aylanuvchi o'txonalar; mavhum qaynash qatlamli reaktorlar (o'txona) lar.

Shaxtali o'txonalar. Bu turdagi reaktorlarga metallurgiyaning asosi bo'lgan domna o'txonasi, magnezit, dolomit va boshqa materiallarni kuydirish o'txonalari misol bo'la oladi.

Ohaktoshni kuydirish shaxtali o'txona olovbardosh devorli silindrik qobiq 2 dan iborat (4.13-rasm).

Xom ashyo (ohaktosh bo'laklari, zarur hollarda qattiq yoqilg'i bilan) qurilmaning tepa qismidan yuklanadi, pastki qismidan esa chiqaradi. Yonish uchun zarur havo ham qurilmaning pastki qismi uchun o'zatladi. Kuydirish uchun issiqlik o'txona pastki qismida suyuq yoki gazsimon yoqilg'ini yokish yuli bilan olinadi.

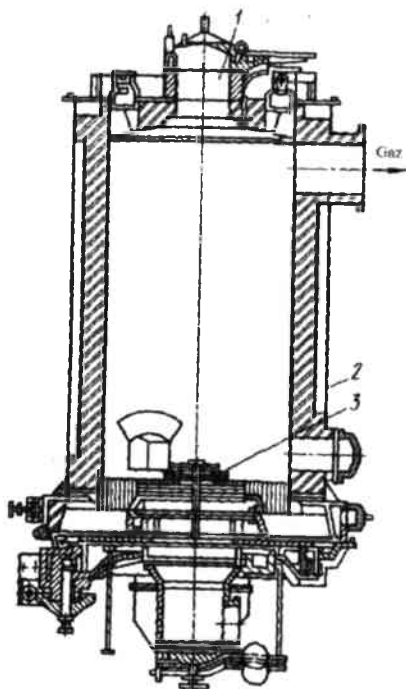
Ohaktosh qurilmaning yuqori qismidagi platformaga elevator (6) yordamida ko'tariladi. Bu erda yuklovchi bunkerga tutiladi. Bunker o'txonani zich yopib turuvchi qopqoq bilan ta'minlangan. Yonish uchun zarur o'txona gazoduvka (1) yordamida haydaladi. Oxak bunker (5) da yigiladi.

O'txonaning tashqi g'ilofi listli po'latdan yasalgan bo'lib, olovbardosh gishtli devor bilan ximoyalangan. O'txona kuyidagi ishchi zonalardan iborat (yuqoridan pastga): isitish va kuritish zonasi, bevosita yuklovchi bunker ostida (material 400-500°S gacha kizdiriladi); yunish va kuydirish zonasi (600-1200°S) bo'lib, bu erda ohaktoshdan uglerod dioksidi ajralib chiqadi; havoni isitish va kalstiy monooksidini sovitish zonasi, bu erda temperatura 500°S gacha pasayadi. O'txonaning po'lat g'ilofi 100°S dan ortmaydi, shuning uchun devor orqali otrof muhitga issiqlik yukotilishi 20% (tutun gazlari bilan issiqlik yukotilishi 25%, yonmagan koks bilan – 15%).

Gaz generatorlari. Bu turdagi qurilmalar shaxtali o'txonalardan katta fark kilmaydi. Eng asosiy farki shundaki, qurilma balandligining diametriga nisbati kichik bo'ladi. Gaz generatorlarining asosiy vazifasi – tarkibida uglerod bor qattiq voyile'ilarning gazifikatsiya kilib yonuvchan gaz olishdir. Gaz tarkibi uglerod

monooksidi, vodorod va kurik haydash mahsulotlaridan iborat. Bunday qurilmalarni atmosfera bosimida boshqa ekzotermik reaksiyalarni o'tkazish uchun ham qo'llash mumkin. Shaxtali o'txonalar kabi, yokilig qurilma tepasidan yuklanadi, kul va shlak esa – pastgi qismidan chiqariladi.

Jarayonda havo (yoki kislorod) va suv bug'i ishlatiladi, ayrim hollarda uglerod dioksidi ham kushilishi mumkin.



4.14 – rasm. Suv bug' olish gaz generatori

1-zatvor; 2-qobiq, 3-kolosnikli panjara.

Qattiq yoqilg'ilarning barcha turini, chunonchi toshkumirni, slanestni, yogochni, torfni, kishlok xujaligi chikindilarini (masalan, guruch shulxasi) gazifikastiya qilish mumkin.

Olingan yonuvchan gaz yoqilg'i sifatida metallurgiyada (marten o'txonalarida po'lat olish uchun), shisha ishlab chiqarishda, ichki yonish dvigatellarida, hamda kimyo sanoatida ammiak sintezida, metanol, fosgen va vodorod ishlab chiqarishda xom ashyo bo'lib xizmat qiladi.

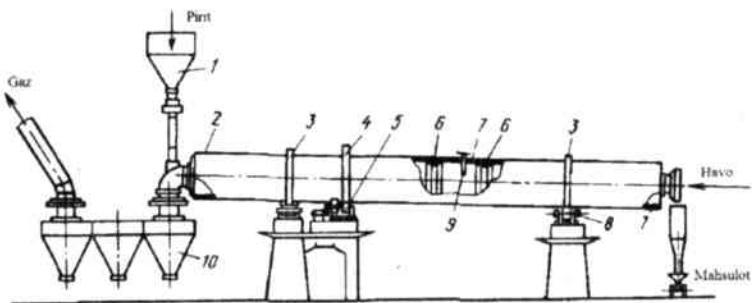
Gaz generator silindrik vertikal qotiq (2) va ichki qismi ikki kavat olovbardosh gishtdan qilingan issiqlik qoplamadan iborat (4.14 - rasm). Yoqilg'i qurilmaning tepa qisnidadagi teshikdan yuklanadi so'ng esa zichlanuvchi qopqoq (1) bilan yopiladi.

Kul yoki shlakni mexanik chiqarib tashlash uchun qurilmaning pastki qismida aylanuvchan kolosnikli panjara (3) o'rnatilgan.

Aylanuvchi barabanli o'txonalar. Bunday qurilmalarning asosiy qismi – bu listli po'latdan yasalgan, uzun, aylanuvchi baraban. Baraban ikkitka bondajga kichik kiyalik burchagi ostida umatilib, tishli gil dirak orqali aylaniriladi. Baraban bondajlari tayanch rolıklarda turadi; tishli gil dirak uzatma gildiragi orqali aylantiriladi. Baraban aylanish chastotas: 0,5-2,0 min⁻¹. Qattiq material ta'mirlagich orqali barabanning yuqori uchiga yuklanadi va pastki uchi tomon harakatlanib, so'ng tukuladi. Issiq havo esa materialga karama-qarshi yunaltiriladi. Faqat ayrim hollardagina material va issiq havo parallel harakat qiladi. material harakati va konstruktiviyasi buyicha bu turdagi o'txonalar barabanli kuritkichga uxshaydi. Barabanli o'txonalarda yuqori temperaturali reaksiyalar o'tkazilishi sababli, barabanning ichki devori olovbardosh gishtdan issiqlik qoplamalari qilinadi. Ekzotermik reaksiya o'tkazilganda issiqlik bevosita barabanda ajralib chiqadi. Endotermik reaksiyalari o'txonalarda, gaz yoki suyuq yoqilg'i yokish uchog qurilma tashqarisida bo'ladi.

Agar reaksiya nisbatan past temperaturada bo'lsa (soda ishlab chiqarishda), material va issiqlik elikich o'zaro ta'sirida bo'lishi mumkin bo'lmasa, unda baraban tashqi tomonidan isitiladi. Bunda, baraban devori qalin va issiqlikka bardosh po'latdan tayyorlangan. Gaz tezligi 6 m/s dan oshinaydi va barabanni material bilan tuldirish koefitsienti ~0,1.

4.15-rasmda pirit kuydirish uchun mo'ljallangan barabanli o'txona keltirilgan.



4.15-rasm. Piritni kuydirish barabanli o'txonasi

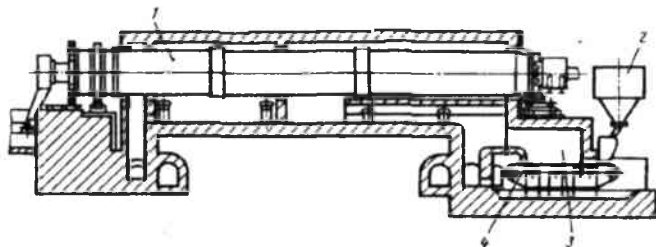
1-bunker; 2-baraban; 3-bandaj; 4,5-tishli gildirak; 6-keramik xalkalar;
7-issiqlik qoplama; 8-gildirak; 9-soplo; 10-stiklon.

O'txona barabani (2) bandajlari (3) bilan tayanch bloking gildiraklari (8) ga tayanib turadi. Baraban aylanishi tishli gildirak (4) va (5) lar orqali amalga oshiriladi. Baraban gishtli issiqlik koplami (7) va bir nechta keramik xalkali (6) kilib yasaladi. Qurilmaga pirit bunker (1) orqali yuklanadi. O'txonaning uchogi yuk, chunki qurilmada ekzotermik reaksiya boradi.

Qurilmadan chiqayotgan gaz tarkibini va reaksiya borish zonasida temperaturani bir xilda ushlab turish uchun, baraban uzunligi buyicha havo o'zatish uchun soplo (9) lar o'rnatiladi.

Olingan oltingugurt dioksidini turli jinsli materiallardan stiklon (10) da tozalaydi.

4.16-rasmda sodani kal'tinastiyalash barabanli o'txona konstruktsiyasi keltirilgan. Ushbu o'txonada natriy bikarbonat kizdirilishi natijasida karbonatga aylanadi.



4.16-rasm. Sodani kal'tinastiyalash barabanli o'txonasi

1-baraban; 2-bunker; 3- uchok; 4-zanjirli kolosnikli panjara.

Baraban (1) gishtan qilingan qobiq ichiga joylashtirilgan va qattiq yoqilg'ini uchok (3) da yokib olingan tutun gazlari bilan isitiladi. Qattiq yoqilg'i bunker (2) dan harakatchan zanjirli kolosnikli panjara (4) ga o'zatiladi. O'txonani alanga yuqori temperaturadan ximcyalash maksadida uning yarmi ekran bilan tutiladi. Barabanli o'txonalar ogir va kinimatbaxo qurilma. Uning diametri 1,8-3,5 m, uzunligi 100 m gacha, uzunligining diametrga nisbati 20-30. Stement ishlab chiqarishda qo'llaniladigan o'txona uzunligi 230 m gacha, diametri esa 7 m gacha.

O'lchani va massasining kattaligi qurilma elementlari (bandaj, baraban, uzatma, tayanch stantsiyasi) ni hisoblashga jiddiy yondoshishni talab qiladi. Baraban devorining qalinligi yuqori temperaturada issiqlik qoplama massasining inobatga olgan holda hisoblash zarur.

Barabanli o'txona kamchiliklari: ishchi rejimiga uzok vaktida chiqadi; tuldirilish ko'effisienti kichik; ta'mirlash murakkab va kinimat. Lekin, shunga karamasdan, turli sanoatlarda keng kullarda qo'llaniladi, chunki barabanli o'txonalar qattiq jism va gaz orasida juda yaxshi tuxnashuvni ta'minlaydi. Undan tashqari, reaksiya uchun kerakli issiqlik, bevosita gazdan materialga o'zatiladi, bu esa ixtisodiy jihatdan ham foydali. Qurilma ko'pol bo'lishga karamay, uni zichlash, montaj qilish va ishlatish juda oson. O'txonaning unumdorligi va ishlash rejimi kayta ishlanayotgan material xossalari, uni qurilmada bo'lish davomiyligi, reaksiyani o'tkazish uchun zarur issiqlik miqdori va temperaturaga, hamda yonuvchi gaz temperaturasi va sarfiga bog'liq.

Mavhum qaynash qatlamli reaktorlar. Agar teshikli panjara ustidagi mayda zarrachalardan iborat qatlamga gaz yoki havo yuborilsa, kichik tezliklarda gaz qo'zg'olmas qatlamda filtrlanib o'tadi. Gaz tezligi ortishi bilan qatlam xajmi oshadi, uning zarrachalari muallak holatga o'tadi va tartibsiz harakatlanib boshlaydi. Bunday qatlamlar okuvchan bo'ladi, yaxshi aralashadi va kaynayotgan suyuqlikni eslatadi. Shuning uchun ham, qatlamning bu holati mavhum qaynash deb nomalanadi.

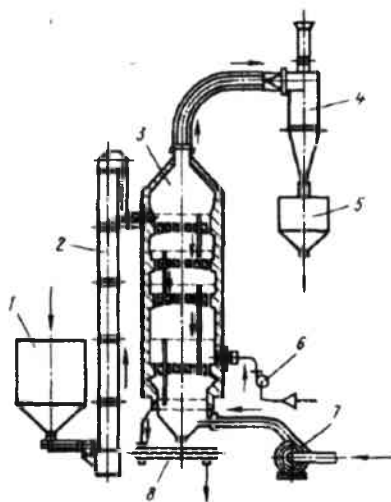
Qatlam zarrachalarining o'lchami kanchalik kichik bo'lsa, gaz va qattiq jism o'rtasidagi tuxnashuv yuzasi shunchalik katta bo'ladi va reaksiya intensiv rejimda ro'y beradi. Natijada mahsulot chiqishi ham shunchalik yuqori bo'ladi.

Qurilmadagi qatlam zarrachalarining intensiv aralashish butun xajm buyicha konstrastiya va temperaturani bir xilda bo'lishini ta'minlaydi va reaksiya optimal sharoitda kechadi.

Xarakteristikalari buyicha mavhum qaynash qatlamli reaktorlar ideal aralashish qurilmalariga yaqin va unga xos kamchiliklarga ega. Bunday reaktorlarni loyihalashda qattiq jismlar harakati tufayli devorning edirilishi, o'zaro tuknashuvlar natijasida zarrachalar maydalanishi va kukunsimon frakstiya ning gaz bilan uchub chiqishi qo'shimcha chang tozalash qurilmalarni inobatga olish kerak. Konstruktsiya-si buyicha bunday reaktorlar mavhum qaynash qatlamli kuritkichlarga yaqin.

Maydalangan kumirni gazifikatsiya qilishda ilk bor F.Vinkler tomonidan mavhum qaynash qatlamli sanoat qurilmasi yaratildi (4.17-rasm).

Maydalangan yoqilg'i bunker (1) da shnekli konveyer (4) yordamida gaz generatori (2) ning pastki qismiga o'zatiladi. Bu erda, mavhum qaynash qatlamida yoqilg'i gazifikatsiya qilinadi. Jarayon natijasida hosil bo'lgan kul qurilma pastki qismida shnek (3) yordamida chiqariladi, gaz esa – yuqori qismdagi shtusterdan olinadi.



4.17-rasm. Vinkler gaz generatorining sxemasi

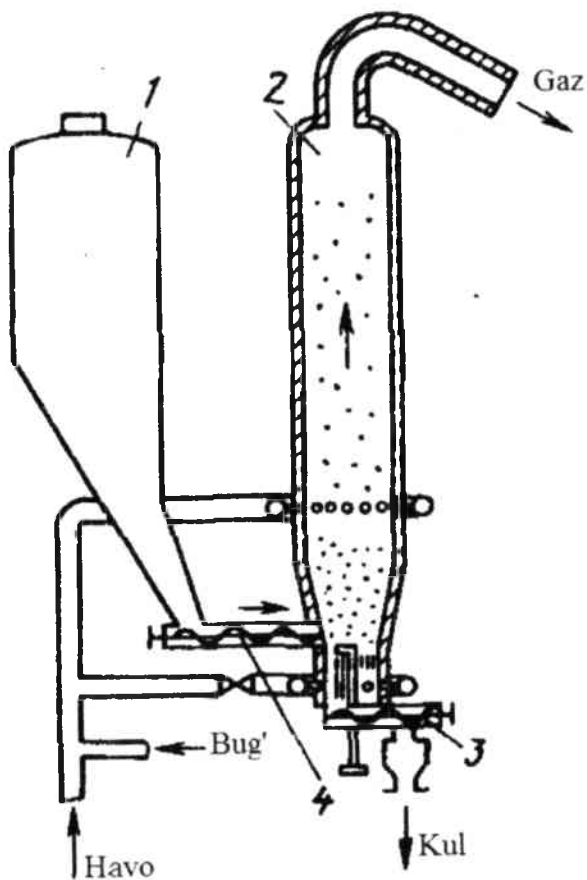
1-bunker; 2-gaz generatori; 3-shnek; 4-konveyer.

Balandligi 13 m, kundalang kesimi 12 m² li birinchi gaz generatori 1926 yilda yaratilgan. Gaz generator xajmi katta bo'lgani uchun, qatlarni usti zonasiga ikkilamchi kislorod o'zatish mumkin. Natijada, temperatura ortadi. Qurilma atmosfera bosimiga yaqin bosimda ishlaydi.

Vinkler gaz generatorining kamchiliklari: katta xajmda kislorod iste'mol qiladi va 20% ga yaqin uglerod uchib ketadi.

4.18-rasmda ohaktoshni kuydirish uchun «Nyu England Laym kompaniyasi» tomonidan sekstiyalashgan, karama-qarshi harakat yunalishli mavhum qaynash qatlamli reaktor keltirilgan.

Reaktor (3) stilindrik qobiqdan yasalgan bo'lib, ichki qismi olovbardosh materialdan issiqlik qoplama qilingan. Qurilma bo'shlig'iga gorizontal teshikli panjaralar bilan bir nechta sekstiyaga ajratilgan. Ohaktosh bir sekstiyadan ikkinchisiga o'tishi uchun quyilish trubkalari o'rnatilgan. Yoqilg'i nasos (6) yordamida ikkinchi sekstiyaga o'zatiladi va u erda yondirilishi natijasida kuydirish uchun zarur 870-950⁰S temperatura hosil bo'ladi. Mahsulot, ya'ni kalstiy oksidi, havo bilan 350⁰S gacha sovutilib, shnekli konveyer (8) yordamida chiqarib yuboriladi. Maydalangan ohaktosh (0,25-3,5 mm li bo'laklar) bunker (1) dan elevator (2) da yuqoriga ko'tariladi va reaktor tepa qismidan yuklanadi. Havo ventilyator (7) yordamida qurilmaga haydaladi. Gaz bilan uchib chiqayotgan ohaktoshning mayda zarrachalari stiklon (4) da ushlanib qoladi va chang yig'gich (5) to'planadi. Qurilmani sekstiyalash yoqilg'idan foydalanish samaradorligini oshiradi va sifatli mahsulot olishni ta'minlaydi.



4.18 – rasm. Ohaktoshni kuydirish uchun mavhum qaynash qatlamli reaktorlar

1- bunker; 2- elevator; 3-reaktor; 4- stiklon; 5- chang yig'gich; 6-nasos;
7- ventilyator; 8-konveyer.

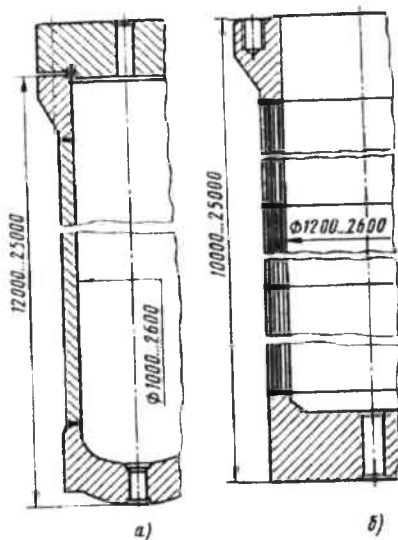
4.4.4. Qattiq katalizatorlarda gaz reaksiyasini amalga oshiruvchi qurilmalar

Kimyo sanoatida qattiq katalizator ishtirokidagi gazli reaksiyalar keng tarqalgan. Masalan, metan konversiyasi va uglerod monooksidi, ammiak sintezi va uni azot monooksidigacha oksidlash kabi katalitik reaksiyalarsiz azotli o'g'itlar ishlab chiqarib bo'lmaydi. Hozirgi kunda, fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan sulfat kislotasi faqat kontakt usuli bilan olinadi. Bunday jarayonlarga neft kimyosi va organik mahsulotlar ishlab chiqarishda – neft mahsulotlarini katalitik krekning va niforming, metanol, spirt va uglevodorodlarni sintez qilish kabilari misol bo'la oladi. Bu jarayonlarni amalga oshiruvchi reaktorlar odatda kontaktli qurilmalar yoki sintez kolonnalari deb nomlanadi.

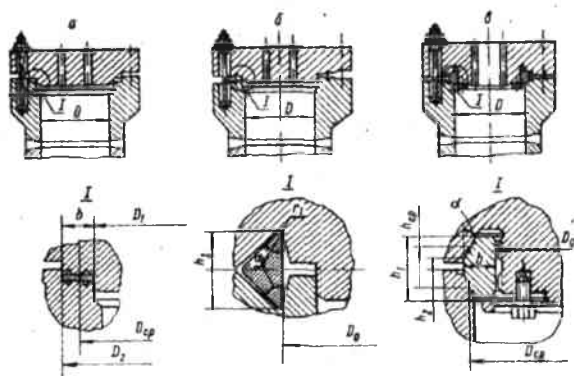
Ko'pchilik hollarda bir nechta qo'zg'almas katalizator qatlamli qurilmalar qo'llaniladi. Katalizator granula, tabletka yoki boshqa shaklda bo'lishi mumkin. Undan tashqari, mavhum qaynash yoki harakatchan (tukiluvchan) qatlamli reaktorlar ham ishlatiladi. Chunonchi, ammiakni oksidlash jarayoni platina (rady, iridiy faollashtiruvchi qo'shimcha) simidan to'qilgan bir necha qatorli katalizator turlarida o'tqaziladi. Ma'lumki, reaksiyalar davrida issiqlik ajralib chiqadi. Reaktorda zarur temperaturani ushlab turish uchun ma'lum miqdorda issiqlik ajratib olish kerak. Buning uchun qurilmaga sovuq gaz o'zatiladi yoki suv purkaladi, yoki issiqlik almashinish moslamasi o'rnatiladi. Ko'pincha bu moslamalar reaktorning katalizator qatlamlari orasidagi bo'shliqqa o'rnatiladi. Agar, issiqlik miqdori juda katta bo'lsa, issiqlik almashinish moslamasi reaktor tashqarisiga olib chiqiladi.

Albatta, issiqlik almashinish moslamasi bevosita katalizator qatlami o'rtasiga joylashtirilsa, eng yaxshi, bir tekis, optimal temperatura rejimiga erishsa bo'ladi.

Reaktor qobig'i va uning elementlari konstruktiviyalari reaksiya kechish bosimiga katta bog'liq. Past bosimli reaktorlar (kontaktli qurilmalar, konveyerlar) nisbatan devori qalin bo'lmagan silindrik qobiqlardan tayyorlanadi va unga tashkiliy panjalarlar mahkamlanadi.



4.19-rasm. Ammiak sintezi kolonnasi ning bolgalanib payvandlangan (a) va ko'p qatlamli (b) qobiqlari



4.19a-rasm. Yuqori bosimli qurilma zatvorlari

a – yassi metal qistirmali; b – delta shaklidagi qistirmali;

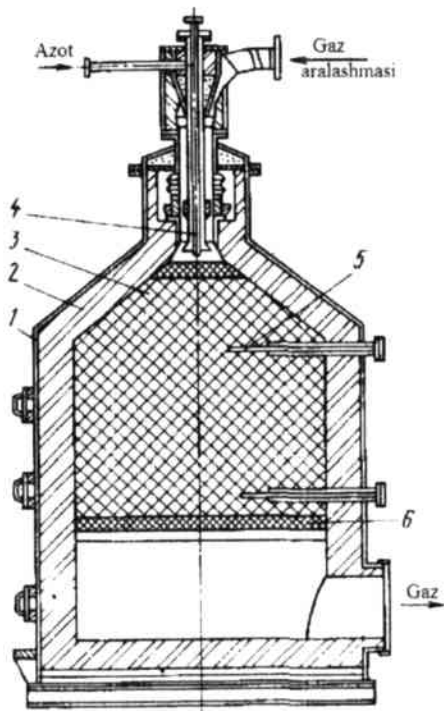
v – ikki tomoni konus qistirmali.

Reagentlarni kirish va chiqish shtusterlari odatda qobiq yon tomoniga payvandlanadi. Yuqori bosimli (10-100 MPa) reaktorlar yaxlit-kovanyay, kovano-payvandlangan yoki ko'p qatlamli payvandlangan stilindrik (22X3M po'lat) qobiqli bo'lishi mumkin va ogir, tekis qopqoqlar bilan yopiladi (4.19-rasm).

Qurilma ichki diametri, bosimi va temperaturasiga qarab yassi metall qistirmali, ikki a konus obtyuratorli va delta shakl.dagi obtyuratorli zatvorlar qo'llash tavsiya etiladi (4.19a-rasm). Zatvorlar uchun kuchlanishni va konstruktiv o'lchamlarini hisoblash usuli standartlarda keltirilgan.

Bu qurilmada reagentlar faqat ajraluvchan qopqoq orqali kiritiladi va chiqariladi. Qobiq yon tomoniga kamdan-kam hollarda shtusterlar o'rnatiladi. Ushbu reaktorlar asosan ammiak va metanol sintezi uchun ishlatiladi. Odatda, reaksiya katalizator idishida ro'y beradi va qobiq bilan idish orasida ma'lum tirqish bo'ladi. Ushbu tirqishda sovuq sintez gazi harakatlanib qobiq va katalizator idishini sovo'tadi. Oqibatda temperatura kuchlanishlari bartaraf qilinadi. Qobiq va idish o'ta qizishdan saqlanadi. Yirik va katta sintez kolonralarini yaratish payvandlash texnikasining rivojlanishi bilan bog'liqdir, ya'ni qal'm devor va detallarni elektr-shlakli payvandlash imkoniyatlari bilan.

Past bosimli reaktorlar. 4.20-rasmda metan konvertining sxemasi keltirilgan. Qurilmada 850-1100⁰S da vodorod va uglerod monoksidi olish uchun metanni kislorod bilan reaksiyasi o'tqaziladi. Yupqa devorli reaktor (1) qobiq'i stilindrik-konussimon ikki qatlamli, tashqarisi-St.3 uglerodli po'lat va ichkarisi-12X18N10T legirlangan po'latlardan yasalgan. Qobiq ichkarisida issiqlikka bardosh qoplama (2) qilingan. Qoplama qalinligi 500 mm. Reaksiya zonasida temperaturani nazorat qilish uchun termopara (4) va (5) joylashtirilgan. Bug'-gaz aralashmasi reaktor tepa, konvertlangan gaz esa – pastki qismidan chiqariladi.

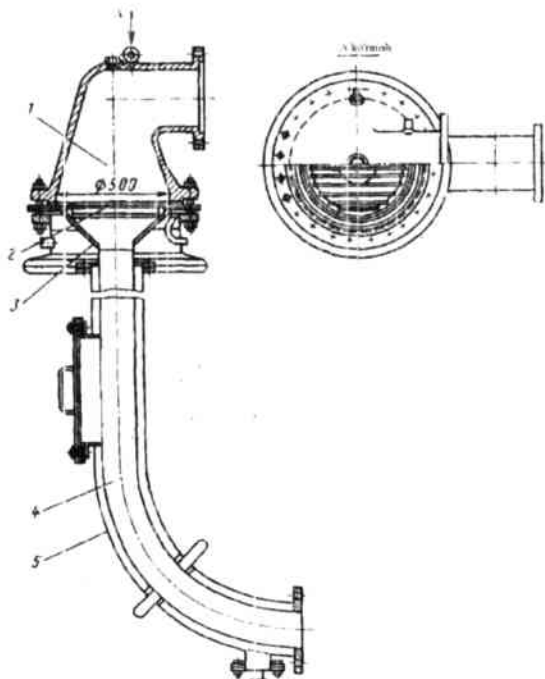


4.20-rasm. Metan konverteri

1-qobiq; 2-qoplama; 3-katalizator; 4, 5-terinopara shtusterlari;
6-mayda shamot qatlami

Bir necha qatorli platina simdan to'qilgan tur katalizatorli reaktorlar ammiakni azot monoksidiga oksidlash uchun mo'ljallangan (4.21-rasm).

Bunday reaktor 0,8 MPa bosim va 850-900^oS da ishlaydi. Qurilma qobig'i ichi bo'sh konuslar (1) va (3) flanestli birikma yordamida birlashtirilgan. Konusning keng qismida nixromdan yasalgan panjaraga 16 ta platina turlardan iborat paket (2) mahkamlanadi. Konuslarning tor qismida gazlarni kirishi va chiqishi uchun shtusterlar qilingan. Qobiqning pastki qismi va truba (4) lar g'ilof (5) bilan uralgan va uning ichida sovuq suv harakatlanadi.



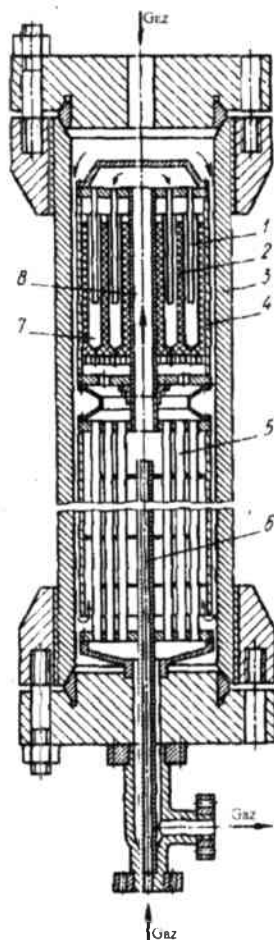
4.21-rasm. Ammiakni oksidlash kontaktli qurilmasi.

1,3 - konus, 2 - paket, 4 - truba; 5 - g' ilof.

Filtr va qozon utilizatorli kontakt qurilmalar tuzilishi ancha murakkab.

Yuqori bosimli reaktorlar. Filtrda trubkali sintez kolonnasi 4.22-rasmda kursatilgan. Ushbu qurilma tuzilishi past bosimli reaktorga o'xshash. Qurilmaga gaz uning tepa qismidan uzatilib, kolonna va nasadka qobiqlari (4) orasidan o'tib isitkich (5) ning trubalararo bo'shlig'iga boradi.

U erda ishlatib bo'lingan gaz bilan issiqlik almashadi. Isitilgan gaz markaziy truba (8) dan o'tib katalizator idishining yuqori bo'shlig'iga kiradi. So'ng, gaz ichki (1) va tashqi (7) trubalar orqali, isitkich (5) dan o'tib, kolonna pastki qismidan chiqib ketadi. Kolonnani ishga tushirish uchun markaziy truba (8) da elektr isitkich o'rnatilgan. Temperaturani rostlash isitkichning yuqori qisniga truba (6) orqali sovuq gaz haydash yuli bilan amalga oshiriladi.



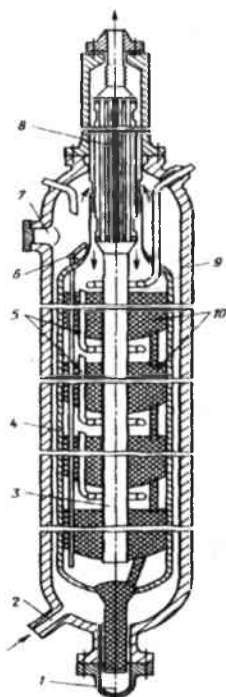
4.22-rasm. Ammiak sintezi kolonnasi

1-ichki truba; 2-katalizator; 3-qobiq; 4-nasadka qobig'i; 5-isitkich;
6-truba; 7-tashqi truba; 8-markaziy truba.

Reaktor afzalliklari: temperatura rejimi optimalga yaqin; ishlashi turgun; konstruktiviyasi puxta; nasadkani almashtirish oson va qulay.

Kamchiliklari: yuqori gidravlik qarshilik; katalizatorni almashtirish uchun nasadka qobig'ini kolonnadan chiqarishi kerakligi.

Oxirgi paytda, katalizatorni yuklash va tukish jarayonini osonlashtirish uchununing qobig'ini chiqarmasdan almashtirish imkonini beruvchi reaktorlar loyihalangan bunga yorqin misol – tokchali kolonnalardir



4.23-rasm. Unumdorligi 1360 t/sutka bo'lgan ammiak sintezi kolonnasi

1,6,7-lyuk; 2-shtuster; 3-markaziy truba; 4-nasadka qobig'i; 5-truba;
8-isitkich;9-qobiq; 10-tokcha.

4.23-rasmda to'rt tokchali ammiakni sintez qilish kolonnasi keltirilgan. Gazning asosiy qismi kolonnaning pastki qismidagi shtuster (2) orqali kiradi, qobiq (9) va nasadka idishi qobig'i (4) lar orasidagi tirqishdan o'tib isitkich (8) ning trubalararo bo'shlig'iga yunaladi. So'ng, isitkich trubalarida harakatlanayotgan ishlatib bo'lingan issiq gaz ta'sirida sintez-gaz $400-430^{\circ}\text{S}$ gacha kizdiriladi. Undan keyin, kizdirilgan gaz katalizator tokcha (10) lardan o'tib, $500-520^{\circ}\text{S}$ li reaksiya gazlari markaziy truba

(3) orqali tepaga isitkich (8) yordamida ko'tariladi. U erda, gaz 320-350⁰S gacha sovutiladi va kolonna tepa qisnidan chiqarib yuboriladi. Isitkich, kolonnaning toraygan tepa qismida joylashtirilgan. Katalizator kolonnadagilyuk (6) va (7) lar orqali yuklanadi. Ishlatib bo'lingan katalizatorlar esa – lyuk (1) dan chiqariladi. Kolonna ichki diametri 2400 mm, balandligi 32 m, qobiq devori qalinligi 250 mm va ishchi bosim 31,5 MPa.

Tokchali kolonnaning asosiy kamchiliklari: katalizatorning adiabatik qatlamlarida notekis temperatura rejimi; azot-vodorod aralashmaning ammiakka aylanishi yuqori emas; aksial tokchali nasadka gidravlik qarshiligi katta, shuning uchun yirik o'lchamli katalizatorlar ishlatiladi.

Oxirgi yillarda katalizator qatlami orqali gaz radial yunalishda harakatlantirilmokda, bu esa uz navbatida gidravlik qarshilikni pasaytirish va samarador kichik o'lchamli katalizatorlarni qo'llash imkonini beradi.

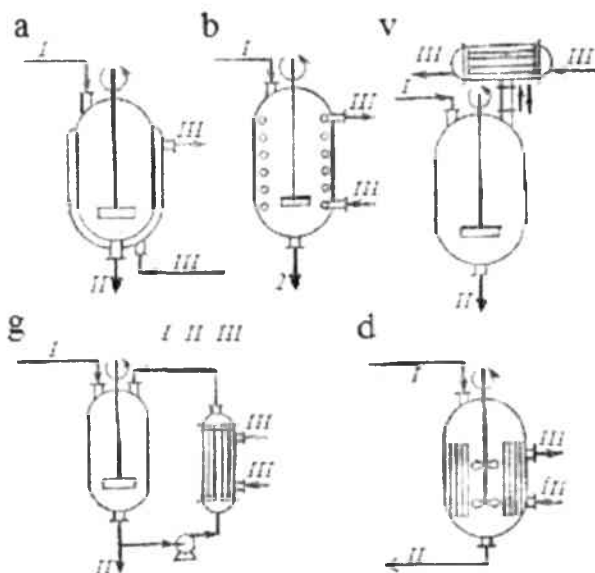
4.5. Reaktorlarning aralashtirish va issiqlik almashinish moslamalari

Reaktorning normal ishlashi, yuqori ish unumdorlik va oliy sifatli mahsulot olishiga erishish uchun undagi moddalarni aralashtirish eng asosiy shartlardan biridir.

Aralashtirish usullari va uni konstruktiv jihozlash o'zaro ta'sirdagi moddalarning agregat holatiga bog'liq.

Aralashtirish. Gazlarni aralashtirish uchun qo'llaniladigan eng sodda moslamalar qatoriga soplo, injektor, labirintli va kaskadli aralashtirgichlar kiradi. Odatda, aralashtirish moslamalari reaktor bilan bir qobiqda o'rnatiladi.

«Suyuqlik-suyuqlik» va «suyuqlik-qattiq jism» sistemalarini aralashtirish uchun mexanik usuldan foydalanish yuqori samara beradi. Buning uchun parrakli, turbinali, yakorli va shneklar, hamda pnevmatik aralashtirgichlar ishlatiladi. «Gaz-qattiq jism» sistemasida sifatli aralashtirishga erishish uchun jarayon mavhum qaynash yoki harakatchan qatlamlarda o'tkaziladi.



4.24-rasm. Aralashish reaktorining issiqlik almashinish moslamalari

I -boshlang'ich moddalar, II-reaksiya mahsuloti, III-issiqlik eltich, a-G'ilofli qurilma, b-ichki zmeyevikli qurilma, v-tashqi deflegmatorli qurilma, g-tashqi issiqlik almashinish qurilmali, d-ichki issiqlik almashinish qurilmasi.

Issiqlik almashinish. Kimyoviy reaktarlarni turli usullarda isitish yoki sovitish mumkin. Reaktordagi issiqlik almashinish usulini tanlash kimyoviy jarayonning o'tkazish temperaturasi, hamda issiqlik eltichning fizik, issiqlik-diffuzion va kimyoviy xossalari bog'liq. Sanoat miqyosida isitish va sovitishning 2 ta, ya'ni bevosita va bilvosita usullari bor.

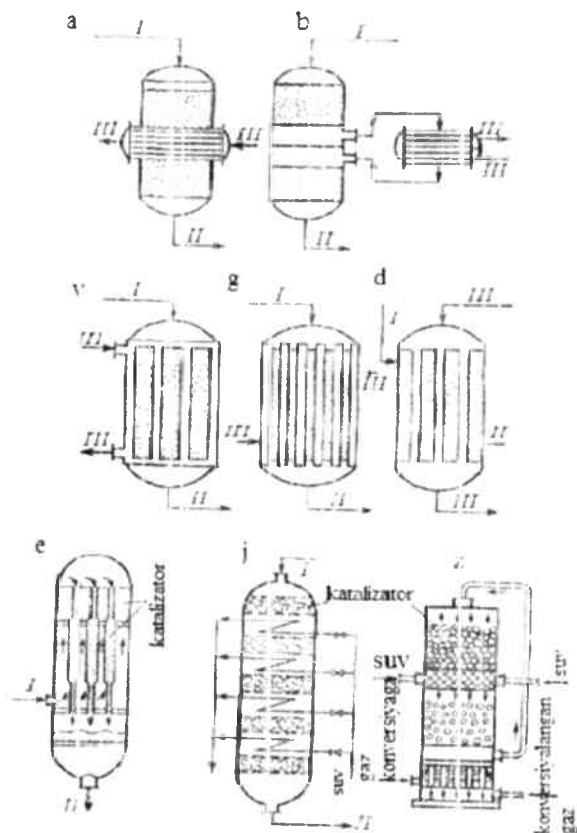
Bevosita issiqlik almashinishda aralashma va issiqlik eltich quyidagi variantlardan birida issiqlik o'zatiladi:

1) issiqlik bevosita reaktorda beriladi, masalan, ekzotermik reaksiya yoki elektr razryad yo'li bilan;

2) issiqlikning uzatilishi reakstion aralashmaning birorta komponentini qisman

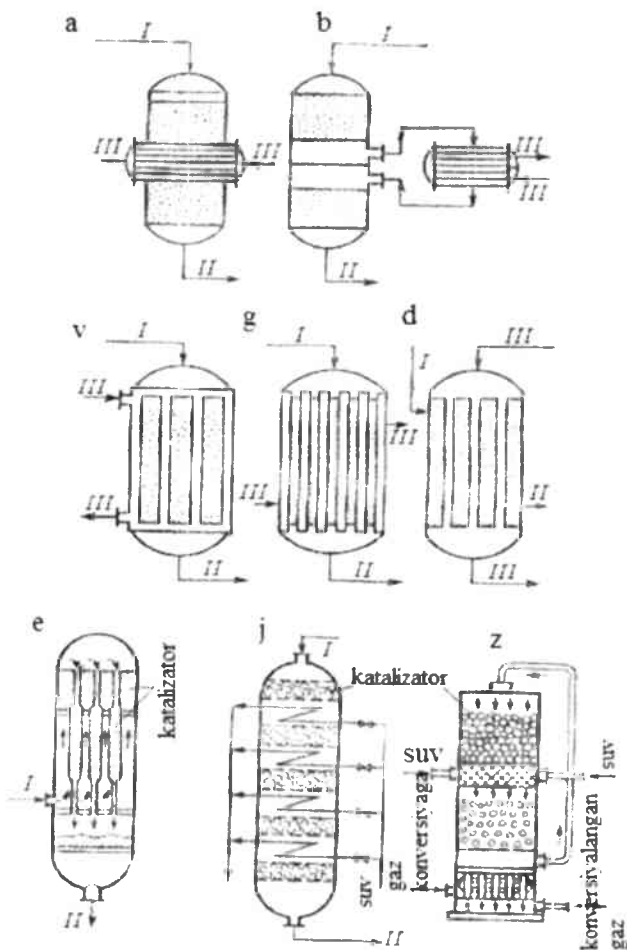
yoki to'liq bug'latish orqali yoki endoternik reaksiya yo'li bilan;

3) reaksiya hamda issiqlik eltichining stirkulyastiyasi hisobiga issiqlik o'zatish.



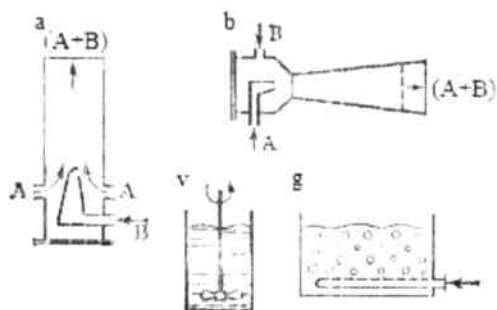
4.25-Rasm. Siqib chiqarish reaktorining issiqlik almashinish moslamasi

I-bosblang'ich moddalar, II-reaksiya mahsuloti, III-issiqlik eltichi; a-ichki issiqlik almashinish moslamali; b-tashqi issiqlik almashinish moslamali; g-trubalarida katalizator to'ldirilgan qurilma, d-trubalararo bo'shlig'i katalizator bilan to'ldirilgan qurilma, e- kombinatsiyalangan tipdagi qurilma; j-tokchali va katalizator qatlamlari orasida sovitish moslamali qurilma; z- katalizator qatlam orasiga suv purkovchi moslamali qurilma.



4.26-rasm. Eritmada optimal temperatura hosil qilish usullari

a-adiabatik sekstiyalarga ajratish; b-sovuq reagentlar qo'shib; v-inert, issiqlik eltkich qo'shib; g-bilvosita issiqlik almashmish; d-reagent bilan bevosita issiqlik almashinish; e-harakatchan (mavhum qaynash) qatlamli; j-regenerativ issiqlik almashinish.



4.27-rasm. Kimyoviy reaktorlar aralashtiruvchi moslamalarining turlari.

a-soplo; b-oqimchali; v-aralashtirgich; g-barboter.

Bilvosita issiqlik almashinishda issiqlik eltkich va reagentlar qo'zg'almas devor yordamida ajratilgan bo'ladi. Issiqlik almashinish yuzalari turli geometrik shaklda (zmeyevik, g'ilof, halqa va hokazo) bo'lishi mumkin.

Odatda reaktorni isitish yoki sovitish uning tashqarisidagi g'ilof orqali amalga oshiriladi.

4.24-4.27 – rasmlarda issiqlik almashinishni tashqil etish va issiqlik almashinish moslamalari hamda reagentlarni aralashtirish uchun mo'ljallangan ayrim moslamalar keltirilgan

Reaktorlarni hisoblash

Reaktorning asosiy o'lchamlari (hajmi, fazalarning to'qnashish yuzasi) quyidagi umumiy nisbatdan aniqlanadi:

$$A = \frac{M}{DK} \quad (4.16)$$

bu erda M - kimyoviy o'zgarishga uchragan yoki bir fazadan ikkinchisiga o'tgan material miqdori (o'zatilayotgan yoki ajratib olinayotgan issiqlik miqdori); D - jarayonning harakatga keltiruvchi kuchi; K - jarayonning tezlik koeffitsienti.

Kimyoviy jarayonning qaysi omili hal etuvchi bo'lishiga qarab, reaktor asosiy o'lchami jarayon davomiyligi (agar jarayon kinetik zonada bo'lsa), moddaning bir fazadan ikkinchisiga tarqalish tezligi (agar jarayon diffuzion zonada bo'lsa) yoki issiqlik uzatilishi (ajratib olinishi) orqali aniqlanadi. Oxirgi ikki usulda esa, reaktor xuddi issiqlik va massa almashimish qurilmasi kabi hisoblanadi. Bundan keyin, faqat jarayon davomiyligi orqali reaktorlarning asosiy o'lchamini hisoblashni ko'rib chiqamiz.

Davriy, ideal aralashish reaktorlari. Eng oddiy reaktor zmeyevik yoki g'ilofli qozon va aralashtirgichlardan tarkib topgan bo'ladi. Aralashtirgich aralashmani intensiv qorishtiradi va hajmning istalgan nuqtasida bir xil konstantrasiya bo'lishini ta'minlaydi, ya'ni konstantrasiya faqat vaqt o'tishi bilan o'zgaradi.

Reaktorlarni hisoblash uchun quyidagi parametrlar berilgan bo'ladi: vaqt birligidagi ish unumdorligi va jarayon davomiyligi $\Delta\tau$. Agar, jarayon davomiyligi $\Delta\tau$ topib olinsa, qurilmada bir sutkada ishlab chiqariladigan mahsulot partiyalarining soni β ni aniqlash juda oson.

$\Delta\tau$ ni soatda ifodalab, quyidagi nisbatni olamiz:

$$\beta \Delta\tau = 24 \quad \text{ba} \quad \beta = \frac{24}{\Delta\tau} \quad (4.17)$$

Bir sutkada ishlab chiqariladigan partiyalar soni α esa ushbu nisbatdan topiladi:

$$\alpha = \frac{V_{cyt}}{V_a} \quad (4.18)$$

bu erda V_{amt} – bir sutkada qayta ishlanayotgan materialning hajmi.

(4.17) va (4.18) tenglamalardan quyidagi bog'liqlikni topish mumkin:

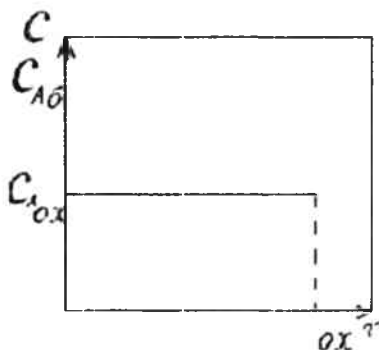
$$\frac{\alpha}{\beta} = \left(\frac{V_{cyt}}{24} \right) \cdot \frac{\Delta\tau}{V_a} = n \quad (4.19)$$

bu erda n - parallel ishlayotgan qurilmalar soni.

Agar, qurilmalarning ishchi hajmi V_a ni qabul qilib olsaq, qurilmalar soni n ni aniqlash mumkin. Agar, bitta qurilma ($n=1$) qo'llash maqsadga muvofiq bo'lsa, unda uning ishchi hajmini aniqlash mumkin:

$$V_a = \frac{C_{A0} \cdot \Delta \tau}{24} \quad (4.20)$$

Uzluksiz ishlaydigan ideal aralashish reaktorlari. Ideal aralashish reaktorlarida material hajmining hamma nuqtalarida va vaqt o'tishi bilan konsentratsiyalar o'zgarmasdir. Bunday turdagi reaktorlar uchun s - τ diagramma 4.28-rasmda keltirilgan.



4.28-rasm. Ideal aralashish reaktorida konsentratsiya s ning vaqt τ ga bog'liqligi

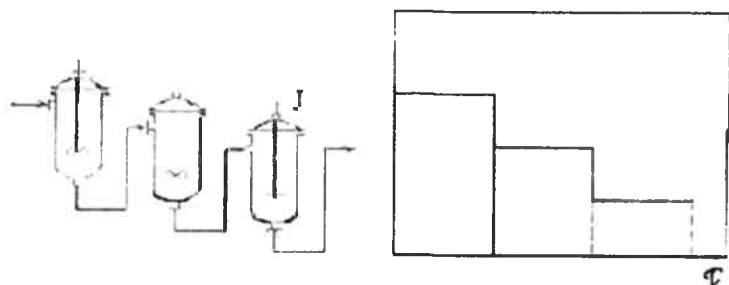
Rasmdan ko'rinib turibdiki, bunday qurilmalarda konsentratsiya boshlang'ich qiymat s_A dan oxirgi konsentratsiya $s_A=s_{ox}$ ga bir zumda tushadi. Ushbu holat, birinchi darajali reaksiyalar uchun moddalar o'zaro ta'sir vaqti va reaktoring ishchi hajmi ushbu tenglamalardan topiladi:

$$\tau_{\text{tr}} = \frac{x_{\text{ox}}}{K_1(1-x_{\text{ox}})}; \quad V_a = V_r \cdot \tau_{\text{tr}} \quad (4.21)$$

bu yerda x_{ox} - qurilmadagi modda konsentratsiyasi ($s_A=s_{ox}$); V_r - τ vaqt ichida qayta ishlangan hajm.

Ma'lumki, ideal aralashish qurilmalari juda kichik foydali ish koeffitsienti bilan xarakterlanadi. Demak, boshqa sharoitlar bir xil bo'lganda, uning hajmi maksimal qiymatga ega.

Ideal aralashish reaktorlar kaskadi ideal aralashish qurilma-larining foydali ish koeffitsientini oshirish maqsadida ulardan kaskad qilinadi (4.29-rasm).



4.29-rasm. Ideal aralashish qurilmalari kaskadi (a) va unda konstantrasiya s ning vaqt τ ga bog'liqligi (b)

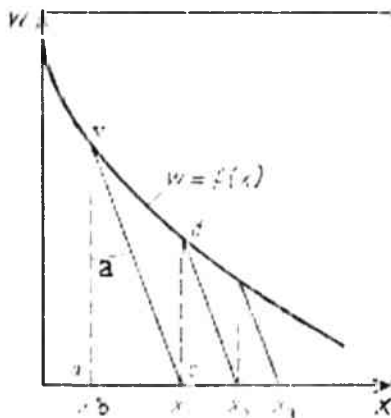
Kaskaddagi reaktorlar sonini aniqlash uchun grafik usulidan foydalanish maqsadga muvofiq (4.30-rasm). Birinchi darajali reaksiya uchun birinchi reaktorda boshlang'ich aylanish darajasi x_b dan x_l gacha oshadi. Unda, abc uchburchakdan:

$$\frac{ac}{ab} = \frac{x_2 - x_1}{w} = \operatorname{tg} \alpha \quad (4.22)$$

bu erda $w = \Delta x / \Delta \tau$ - reaksiya tezligi; $\operatorname{tg} \alpha$ - bc chizig'ining reaksiya tezligi o'qiga qiyaligi;

Nuqta b dan absstissa o'qi bilan kesishguncha to'g'ri chiziq o'tkazib, konstantrasiya x_l ni topamiz. Shu nuqtadan tezlik egri chizig'i bilan kesishguncha vertikal chiziq o'tkazib d nuqtani aniqlaymiz. Hosil qilingan d nuqtadan α burchak ostida absstissa o'qi bilan to'tashguncha to'g'ri chiziq o'tkazib x_2 topamiz. Xuddi shuni bir necha marta qaytarsaq, $x_b - x_{ox}$ oralikda siniq, pog'onali chiziq hosil bo'ladi.

Siniq chiziqdagi pog'onalar soni kaskaddagi reaktorlar sonini bildiradi. Grafikdagi α burchak quyidagicha aniqlanadi:



4.30-rasm. Kaskaddagi reaktorlar sonini aniqlashning grafik usuli

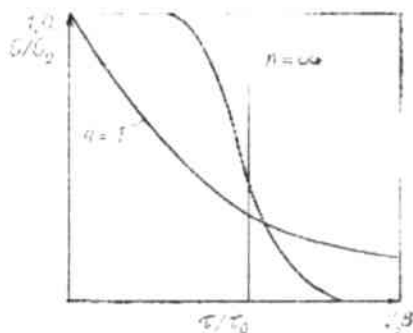
Lekin, $\tau = V_d/V_r$, demak

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_r}{V_d}$$

Odatda, hisoblashlarni o'tkazish uchun V_r ning qiymati berilgan bo'ladi. V_d ning qiymati esa, tanlab olinadi, so'ng pog'onali siniq chiziq quriladi va undan kaskaddagi reaktorlar soni topiladi.

$$\frac{x_2 - x_1}{w} = \operatorname{tg} \alpha = \tau \quad (4.23)$$

Ideal siqib chiqaruvchi reaktorlar. Bunday reaktor modeli sifatida uzunligi l ning diametri D nisbati juda katta ($l/D > 20$) bo'lgan trubalar namuna bo'la oladi. Ushbu reaktorning har bir ko'ndalang kesimining radiusi bo'ylab konstanttrastiya bir tekisda (ideal aralashish) bo'ladi. Lekin, reaktorda bo'ylama aralashish yuz bermaydi. Bunday sharoitda konstanttrastiya s_1 ning o'zgarishi xuddi shu turdagi davriy ishlaydigan qurilmaniki kabi va son jihatdan bir xil bo'ladi. Buning uchun 4.31-rasmdagi abstsissa o'qida τ emas, reaktor uzunligi l qo'yilishi kerak.



4.31-rasm. F - diagramma (mavhum pog'onalar soni n bo'lganda moddalarning yuvilib ajrash egri chiziqlari)

Qurilmaning ishchi hajmi ushbu tenglamadan topiladi:

$$V_a = V_{ca} \cdot \tau \quad (4.24)$$

bu erda τ - jarayon davomiyligi va u yuqorida keltirilgan kimyoviy kinetika tenglamalaridan aniqlanadi.

4.1 – misol. Nominal hajmi $V_n=5\text{m}^3$ bo'lgan qurilma uchun aralashtirish moslamasi tanlansin. Suspenziya qovushoqligi $\mu=0,0065$ Pas, qattiq faza zichligi $\rho_t=1700$ kg/m^3 va o'lchami $\delta=1,5$ mm. Qattiq faza konsentrastiyasi 90% gacha. Qurilmadagi bosim 0,3MPa, muhit korroziya emas va portlash havfi yo'q.

Yechish: ushbu sharoitda samarali aralashtirish ochiq turbinali yoki uch parrakli aralashtirgichda amalga oshirish mumkin. Bu muhit uchun uch parrakli aralashtirgich tanlaymiz, chunki kichik aylanish chastotasida ushbu moslama qattiq fazani muallaq holatini ta'minlay oladi.

Nominal hajmi $V_n=5\text{m}^3$ normallashtirgan reaktor diametri $D=1800\text{mm}$. Agar, nisbat $D/d_r=4$ deb kabo'l qilsak, aralashtirgich diametri $d_m=1800/4=450$ mm bo'ladi.

Aralashtirgich aylana b o'ylab tezligi $w=4\text{m/s}$ bo'lsa, unda uning aylanish chastotasi

$$n = \frac{w}{\pi d_{cp}} = \frac{4}{3,14 \cdot 0,45} = 2,83 \text{ c}^{-1}$$

yoki

$$n > 4,72 \left[\frac{1,8 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} (1700 - 1020)}{0,45^4 \cdot 1020} \right]^{0,5} = 0,98 \text{ c}^{-1}$$

Aralashtirgich aylanish chastotasini $n=3,33\text{c}^{-1}$ deb qabul qilamiz.

Qurilmadagi o'rama chuqurligini aniqlash uchun G va Re parametrlarni topish kerak. qurilma tuldurish koeffitsienti $\varphi=0,75$ da suyuqlik sathining balandligi $N=1,62$ m bo'ladi.

Unda

$$I' = \frac{8H}{D} + 1 = \frac{8 \cdot 1,62}{1,8} + 1 = 8,2$$

Aralashtirish davrida Reynolds soni

$$Re_{\mu K} = \frac{n \cdot d_{op} \cdot \rho_c}{\mu} = \frac{3,33 \cdot 0,45^2 \cdot 1020}{0,0065} = 105800$$

Parametr E kiyimatini uch parrakli aralashtirgich $\xi_{ar}=0,65$ uchun aniqlaymiz.

$$E = \frac{8,2}{0,56 \cdot 1 \cdot 105800^{0,25}} = 0,81$$

T o'siqlarsiz qurilmadagi o'rama chuqurligi

$$h_y = \frac{4,5 \cdot 3,33^2 \cdot 0,45^2}{2} = 5$$

Aralashtirgichning urnatish balndligi

$$h = 0,5 \cdot d_{op} = 0,5 \cdot 0,45 = 0,225 \text{ m}$$

bo'lsa, urama ruhsat etilgan chuqurligi

$$h_{p3} = 1,62 - 0,225 = 1,4 \text{ m}$$

O'rama chuqurligi $h_u=5 > h_{re}=1,4$ bo'lgani uchun, qurilmada aks ta'sir etuvchi tusiklar o'rnatish zarur.

Aralashtirgich o'kning diametri

$$d = 0,166 \cdot 0,45 = 0,075 \text{ m}$$

Standart o'kning diametri $d=0,08 \text{ m}$ deb qabul qilamiz.

Masala shartlaridan kelib chiqqan holda, TSK tipdagi zichlagich tanlaymiz.

Zichlagich tufayli y o'qotilgan quvvat

$$N_3 = 6020 \cdot 0,08^{1,3} = 230 \text{ Bm}$$

$Re_{mk}=105800$ da quvvat kriteriysi $K_N=0,33$ bo'ladi

Bunda, aralashtirish uchun sarflanayotgan quvvat

$$N = 0,33 \cdot 1020 \cdot 3,33^3 \cdot 0,45^4 = 230 \text{ Bm}$$

Elektr dvigatelining quvvatini hisoblash uchun qo'shimcha shartlar qabul qilamiz: qurilmada termopara gilzasi va siqib chiqarish trubalari o'rnatilgan. Unda

$$\Sigma k_i = 2 \cdot 1,2 = 2,4$$

Qurilmada suyuqlik sathi balandligi koeffisienti

$$k = \left(\frac{H_c}{D} \right)^{0,5} = \left(\frac{1,62}{1,8} \right)^{0,5} = 0,95$$

T o'siqli aralashtirgichli qurilma uchun zarur elektr dvigatelining quvvati

$$N_5 = \frac{0,95 \cdot 2,4 \cdot 230 + 230}{0,85} = 890 \text{ Bm}$$

Tegishli adabiyotlarda keltirilgan ilovalardan quvvati $N=3 \text{ kVt}$ li elektr dvigatelli MPO-1 tipdagi motor-reduktor uzatma tanlaymiz.

4.2-misol. O'rtacha molekulyar massasi $M=86 \text{ kg/kmol}$ bo'lgan uglevodородni katalitik oksidlash uchun ishlaydigan barbotajli reaktor hisoblansin. Reaktor ish unumdorligi $V=5 \text{ m}^3/\text{soat}$.

Normal sharoit ($t=20^\circ\text{C}$, $p_0=0,1 \text{ MPa}$) da havo sarfi $V_g=600 \text{ m}^3/\text{soat}$ reaksiya temperaturasi $t_r=92^\circ\text{C}$, bosim $r=0,2 \text{ MPa}$, reaksiya davomiyligi $\tau_r=2,8 \text{ soat}$. 1 kg homashyo oksidlash ekzotermik reaksiya davrida $q_p=7,35 \cdot 10^5 \text{ J}$ issiqlik ajralib chiqmoqda. Sovutuvchi eltkich temperaturasi 50°S dan past bo'lishi kerak.

Yechish: Temperatura $t_r=92^\circ\text{C}$ da ishchi suyuqlik xossalari quyidagicha:

Zichlik $\rho_s=870 \text{ kg/m}^3$;

Qovushoqlik $\mu_s=2,35 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$;

Sirti taranglik $\sigma=21 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$;

Solishtirma issiqlik sigimi $s=1,9 \cdot 10^3 \text{ J/(kgK)}$;

Issiqlik o'tkazuvchanlik $\lambda_n=0,125 \text{ Vt/mK}$;

Solishtirma bug'latish issiqligi $r=42 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$.

Reakstiyaning issiqlik oqimi uchun suv ishlatiladi. Uning boshlangich temperaturasi $t_1=50^\circ\text{C}$ va reaktordan chiqishida $t_2=75^\circ\text{C}$. Bunda, o'racha temperaturalar farqi

$$\Delta t = \frac{(92-50) + (92-75)}{2,31g} = 27,6^\circ\text{C}$$

Issiqlik o'tkazish koeffitsientining taxminiy qiymatini $K=270 \text{ Vt/m}^2\text{K}$ deb qabul qilamiz.

Unda, $Q_p=Q_r$ ligini inobatga olib, reaktorning taxminiy issiqlik almashirish yuzasini hisoblaymiz:

$$F = \frac{8,9 \cdot 10^5}{270 \cdot 27,6} = 120 \text{ m}^2$$

Reaktordagi suyuqlik hajmi

$$V_c = V_c \cdot \tau = 5 \cdot 2,8 = 14 \text{ m}^3$$

Qurilmadagi o'racha gaz miqdorini $\varphi_g=0,15$ deb, uning ishchi hajmini aniqlaymiz.

$$V_{ap} = \frac{V_c}{1 - \varphi_g} = \frac{14}{1 - 0,15} = 16,5 \text{ m}^3$$

Qurilmaning solishtirma issiqlik almashinish yuzasi

$$F_{zon} = \frac{F}{V_{ap}} = \frac{120}{16,5} = 7,3 \text{ m}^{-1}$$

Demak, jarayonni amalga oshirish uchun barbotajli kolonna olish mumkin.

Gidravlik hisob

Gazning tezligi $w_g=0,05 \text{ m/s}$. Unda uning sarfi:

$$V_g = V_{\infty} \frac{T_p \cdot p_0}{T_0 \cdot p_p} = \frac{600}{3600} \frac{273 + 92 \cdot 0,1}{273 + 20 \cdot 0,2} = 0,104 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kolonna ichki diametri

$$D = \sqrt{\frac{0,104}{0,785 \cdot 0,05}} = 1,63 \text{ m}$$

Kolonna diametrini $D=1,6$ m deb kabo'l kilamiz.

Gazning kolonnadagi xaqiqiy tezligi

$$w_c = \frac{0,104}{0,785 \cdot 1,6^2} = 0,052 \text{ m/c}$$

Ishchi sharoitda havo zichligi

$$\rho_c = \rho_{c0} \frac{T_0 \cdot p_p}{T_p \cdot p_0} = 1,2 \frac{273 + 20 \cdot 0,2}{273 + 92 \cdot 0,1} = 1,93 \text{ kg/m}^3$$

Kolonnadagi hajmiy gaz miqdori

$$q_c = 0,4 \left(\frac{1,93}{870} \right)^{0,15} \cdot \left(0,052 \sqrt{\frac{870 - 1,93}{21 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81}} \right)^{0,68} = 0,09$$

Qurilmaning barboteridan pastda joylashgan qismi.

$$V_{ch} = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) h_u + V_{oh} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 0,1 + 0,59 = 0,79 \text{ m}^3$$

bu yerda h_{st} - barboteridan kolonna tagigacha bo'lgan masofa, m; $V_{dn}=0,59 \text{ m}^3$ - tagining xajmi, m^3 .

Gaz - suyuqlik aralashmasi balandligi

$$H_{ap} = \frac{(I_c^* - I_{oh}^*) \cdot 4}{\pi D^2 \cdot \alpha(1 - \varphi_c)} = \frac{(14 - 0,79) \cdot 4}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 0,9(1 - 0,09)} = 8 \text{ m}$$

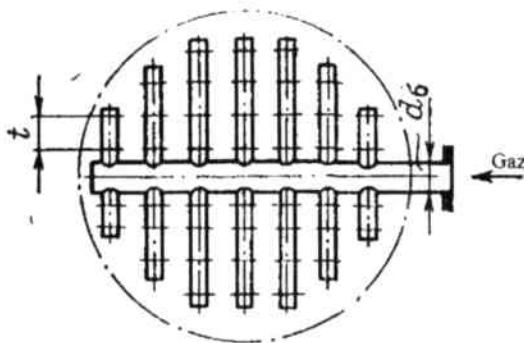
Kolonnaning umumiy balandligi

$$N = N_{st} + h_{st} + N_{sep} + 2h_{dn} = 8 + 0,1 + 0,8 + 2 \cdot 0,44 = 9,78 \text{ m}$$

Bu erda, $N_{sep}=0,8$ m -separastion qism balandligi, $h_{dn}=0,4+0,04=0,44$ m - tagining balandligi, Kolonna balandligini $N=10$ m qabul qilamiz.

Barboter trubalarida havo tezligini $w_0=25$ m/c deb hisoblab, markaziy truba diametrini aniqlaymiz (4.32-rasm):

$$d_0 = \sqrt{\frac{4I^*}{\pi w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,104}{3,14 \cdot 25}} = 0,073 \text{ m}$$



4.32-rasm. Barbotaaj kolonna gaz taqsimlagichi

Standart diametri $83 \times 3,5$ mm trubani tanlaymiz.

Barboter teshiklaridagi gaz tezligi.

$$w_0 = 3,4 \sqrt{\frac{0,076 \cdot 870}{1,93}} = 20 \text{ m/c}$$

teshiklar diametrini $d_0 = 10$ mm deb hisoblab, zarur teshiklar sonini topamiz.

$$z_0 = \frac{4 \cdot V_c}{\pi d_0^2 \cdot w_0} = \frac{4 \cdot 0,104}{3,14 \cdot 0,01^2 \cdot 20} = 64$$

ushbu teshiklarni joylashtirish qadami $t = 0,2$ m.

Kolonna separation qismida bosim $r_{tek} \approx 0,1$ MPa bo'lsa, barboterdagi gaz bosimi.

$$\begin{aligned} p_0 &= 10^5 + 8 \cdot 870(1 - 0,09) \cdot 9,8 + 1,9[1,93 \cdot 20^2 / (2 \cdot 9,81)] = \\ &= 10^5 + 0,165 \cdot 10^5 + 75 = 1,62 \cdot 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Formula taxlili shuni korsatadiki, amaliy hisoblarda r_b ni inobatga olmasa ham bo'ladi.

Issiqlik hisobi.

Bunda barbotaj kolonna issiqlik balans hisoblanadi.

Qurilmaga o'zatilayotgan suyuqlik issiqligi.

$$t_{c1} = c_c \cdot t_c = 1,9 \cdot 10^3 \cdot 25 = 0,47 \cdot 10^4 \text{ Ж/кг}$$

Kolonnadan chiqayotgan suyuqlik issiqligi

$$t_{c2} = c_c \cdot t_c = 1,9 \cdot 10^3 \cdot 92 = 0,25 \cdot 10^5 \text{ Ж/кг}$$

Havoning issiqligi

$$t_{c2} = c_s \cdot t_c = 10^3 \cdot 25 = 0,25 \cdot 10^5 \text{ Ж/кг}$$

bu erda $s_g = 10^3 \text{ Ж/кгK}$ havoning issiqlik sig'imi.

Kolonnadan chiqayotgan havo tarkibidagi suyuqlik bug'larining $r=0,33 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ miqdori.

$$x_2 = \frac{86}{291 \cdot 10^5 - 0,53 \cdot 10^5} = 3,7 \text{ кг/кг}$$

Kolonnadan chiqayotgan havoning issiqligi

$$t_{c2} = 10^3 \cdot 92 + 4,2 \cdot 10^4 \cdot 3,7 = 2,47 \cdot 10^5 \text{ Ж/кг}$$

Suyuqlik hajmida dissinatsiya bo'layotgan quvvat

$$N = 1,62 \cdot 10^5 \cdot 0,104 = 0,17 \cdot 10^5 \text{ Bm}$$

Issiqlik oqimining yo'qotilishi

$$Q_{ayk} = 0,1 \cdot Q_p = 0,1 \cdot 8,9 \cdot 10^5 = 0,89 \cdot 10^5 \text{ Bm}$$

Issiqlik almashinish yuzasidan o'tadigan issiqlik miqdori

$$Q_p = 8,9 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 0,47 \cdot 10^5 + 0,104 \cdot 1,93 \cdot 0,25 \cdot 10^5 + 0,17 \cdot 10^5 - 1,2 \cdot 1,75 \cdot 10^5 - 0,104 \cdot 1,93 \cdot 2,47 \cdot 10^5 - 0,89 \cdot 10^5 = 6,21 \cdot 10^5 \text{ Bm}$$

G'ilofli uralgan kolonna devoridan o'tayotgan issiqlik oqimini hisoblaymiz.

Gaz-suyuqlik aralashmasi uchun

$$Pr_c = \frac{c_c \mu_c}{\lambda_c} = \frac{1,9 \cdot 10^3 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}}{0,125} = 3,6$$

$$K_o = \frac{w_i \cdot \rho_c^{0,33}}{(\mu_c \cdot g)^{0,33}} = \frac{0,052 \cdot 870^{0,33}}{(2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81)^{0,33}} = 3,76$$

Issiqlik almashinish intensivligi

$$Nu = 0,146 \cdot 3,76^{0,25} \cdot 3,6^{0,33} = 0,311$$

Gaz – suyuqlik aralashmasidan devorga issiqlik berish koeffitsienti

$$\alpha_1 = Nu \cdot \lambda \left(\rho_c^2 g / \mu_c^2 \right)^{0,33} = 0,311 \cdot 0,125 \left[870^2 \cdot 9,8 / (2,35^2 \cdot 10^{-8}) \right]^{0,33} = 1970 \text{ Bm/м}^2 \text{K}$$

Trubaga utirib qolgan iflosliklar termik qarshilig:

Reakcion suyuqlik tomonidan

$$r_{m1}=2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2\text{K/Vt}$$

suv tomonidan

$$r_{m2}=0,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2\text{K/Vt}$$

Kolonna devori qalinligi $\delta_d=0,005 \text{ m}$, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $\lambda=17$

Vt/mK.

Devorning umumiy termik qarshiligi

$$\sum r_d = 2 \cdot 10^{-4} + \frac{0,005}{17} + 0,4 \cdot 10^{-4} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2\text{K/Bm}$$

Balandligi $N_r=2\text{m}$ li sekstiyada devordan suvga issiqlik berish koeffitsienti

$$Gr \cdot Pr = 2^3(t_{d2} - t_{yp}) = 70 \cdot 10^9 = 56 \cdot 10^{10}(t_{d2} - 62,5)$$

Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda=0,66 \text{ Vt/mK}$ da

$$\alpha_2 = 0,15 \left[56 \cdot 10^{10}(t_{d2} - 62,5) \right]^{0,33} \cdot 0,66 / 2 = 408(t_{d2} - 62,5)^{0,33}$$

Issiqlik berish koeffitsienti α_2 devor temperaturasi t_{d2} bog'liq bo'lgani uchun temperatura tanlash usuli bilan issiqlik hisobini o'tkazamiz.

Kolonna devoridan tarqalayotgan o'rta issiqlik oqimi.

$$q_{yp} = \frac{q_1 - q_2}{2} = \frac{9830 + 9700}{2} = 9760 \text{ Bm/m}^2$$

G'ilof bilan uralgan kolonna devorining yuzasi.

$$F_p = \pi DH = 3,14 \cdot 1,6 \cdot 8 = 40 \text{ m}^2$$

Kolonna devoridan olish mumkin bo'lgan issiqlik oqimi.

$$Q_{gr} = q_{ur} \cdot F_p = 9760 \cdot 40 = 3,9 \cdot 10^5 \text{ Vt}$$

Qo'shimcha issiqlik almashinish moslamalari (zmeyevik) yordamida olinayotgan issiqlik oqimi

$$Q_{gr} = Q_F - Q_{Fp} = 6,21 \cdot 10^5 - 3,9 \cdot 10^5 = 2,31 \cdot 10^5 \text{ Vt}$$

Zmeyevik trubasi diametri $57 \times 3,5$ o'ram diametri $D_k=1,4 \text{ m}$.

Zmeyevikdagi suv sarfi

$$G_{\text{ср}} = \frac{Q_{F3}}{c_p(t_1 - t_2)} = \frac{2,31 \cdot 10^5}{4190(75 - 50)} = 2,2 \text{ кг/с}$$

tezligi esa

$$w_3 = \frac{4G_{\text{ср}}}{\rho_e \pi d_e^2} = \frac{4 \cdot 2,2}{1000 \cdot 3,14 \cdot 0,05^2} = 1,12 \text{ м/с}$$

suvning o'rtacha temperaturasi $t_{\text{ср}} = 62,5^\circ\text{C}$ bo'lganda, Re va Re kriteriyalarining son qiymatlari

$$\text{Re} = \frac{w_3 d_e \rho_e}{\mu_e} = \frac{1,12 \cdot 0,05 \cdot 1000}{0,47 \cdot 10^{-3}} = 1191150$$

$$\text{Pr} = \frac{c_p \mu_e}{\lambda_e} = \frac{4190 \cdot 0,47 \cdot 10^{-3}}{0,66} = 3$$

Zmeyevik devoridan suvga issiqlik tarqalishi davrida issiqlik berish koefitsienti kanal egriligini inobatga olib hisoblanadi.

$$\varepsilon_3 = 1 + 3,54 \frac{d_3}{D_e} = 1 + 3,54 \frac{0,05}{1,4} = 1,13$$

$$\text{Nu} = 0,021 \cdot 1,13 \cdot 191150^{0,8} \cdot 3^{0,43} = 437$$

Suvning issiqlik berish koefitsienti

$$\alpha_2 = \frac{\text{Nu} \lambda_e}{d_e} = \frac{437 \cdot 0,66}{0,05} = 5760 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Gaz-suvli aralashmadan suvga issiqlik o'tkazish koefitsienti

$$K_3 = \frac{1}{\frac{1}{1970} + 5,4 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{5760}} = 820 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Zmeyevikning issiqlik berish yuzasi

$$F_2 = \frac{Q_{p3}}{K_3 \cdot \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{2,31 \cdot 10^5}{820 \cdot 27,6} = 10,2 \text{ м}^2$$

Kolonnaning umumiy issiqlik berish yuzasi.

$$F = F_r + F_z = 40 + 10,2 = 50,2 \text{ м}^2$$

15% li zaxirani hisobga olsaq $F = 1,15 \cdot 50,2 = 58 \text{ м}^2$.

Zmeyevikning xqiqiy issiqlik almashinish yuzasi

$$F_z = 58 - 40 = 18 \text{ m}^2$$

Bunda zmeyevik trubasining uzunligi.

$$L_z = \frac{F_z}{\pi d_m} = \frac{18}{3,14 \cdot 0,057} = 100,4$$

Uramlar soni esa

$$n_g = \frac{L_z}{\pi D_c} = \frac{100}{3,14 \cdot 14} = 23$$

Agar, qadami $t_z = 80 \text{ mm}$ bo'lsa, zmeyevik balandligi

$$N_z = n_g \cdot t_z = 23 \cdot 0,08 = 1,84 \text{ m}$$

Zmeyevik kolnning pastki qismida joylashtiriladi

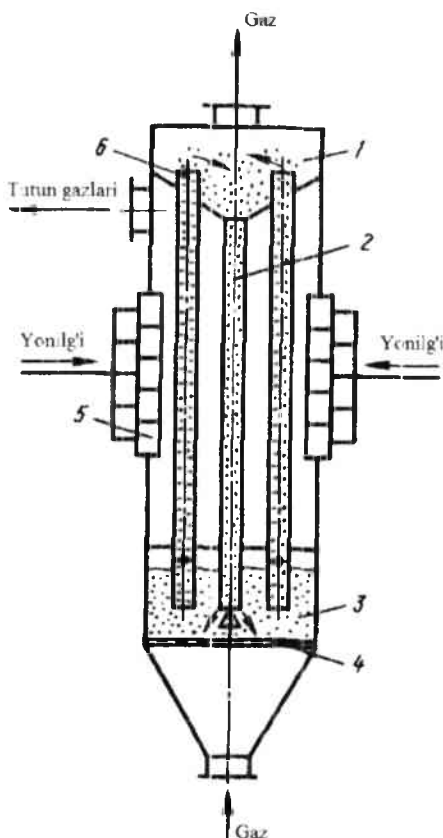
4.6. Perspektiv reaktion qurilmalar

Trudali kontakt qurilmalar kimyo, neft va neftni qayta ishlash sanoatining korxonalarida keng kulamda ishlatiladi. Sochiluvchan materialni pnevmotransport stirkulyatsiyali, yangi kontakli, trubali reaktorni perspektiv qurilma deb hisoblasa bo'ladi.

Perspektiv reaktorda separastion (1) va qadoqlovchi (3) bunkerlar o'rnatilgan (4.33-rasm). Bir yoki bir necha pnevmotransport trubalari (6) pastki va yuqorida joylashgan bunkerlarni birlashtiradi. Har bir trubaning pastki uchida gaz o'zatish uchun to'rttadan teshik qilingan.

Bunkerdan mavhum qaynash qatlamiga sochiluvchan materialni o'tishi uchun, qurilmada sarfni rostlovchi moslamali truba (2) o'rnatilgan. Mavhum qaynash qatlam hosil qilish uchun gaz taqsimlovchi panjara (4) orqali pastki bunker yo'naltiriladi. Qatlam orqali o'tgan gaz, pastki bunkerning qopqog'i ostida havfli zona tashkil etadi va so'ng pnevmotransport trubasining gaz uzatish teshigiga yo'naltiriladi. Sochiluvchan material porshenli rejimida zarrachalar gaz o'zatish teshigiga etib boradi va undan chiqayotgan gaz oqimi bilan separastion bunkerga uchib chiqadi. Ishlatib bo'lingan gaz qurilmadan chiqib ketadi, qattiq material esa truba (2) orqali pastki bunkerga uzluksiz oqim bo'lib qaytadi. Sirkulyastion konturdagi material sarfini rostlash gaz o'zatish teshigi diametrini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Pnevmo-

transport trubalarida zarur temperatura ushlab turish uchun trubalararo bo'shl g'idagi gaz yondirgich (5) lar yordamida ta'minlanadi.



4.33-rasm. Materialni sirkulyastiyali pnevмотransportlovchi truha

1-separastion bunker; 2-truba; 3-qadoq ovchi bunker, 4-gaz taqsimlovchi panjara;

5-gaz yondirgich; 6-pnevмотransportlovchi truba.

Yangi qurilmani etan pirolizi uchun qo'llash mumkin va trubali reaktorga qaraganda etilen chiqishi 1.8-2.0 barobar ko'p.

Plazmani nazariy va amaliy o'rganish natijasida uni kimyo sanoati ham qo'llash murakimligi aniqlandi va plazma kimyosi texnologiya deb nom oldi.

Agar, temperatura 9700°S dan oshsa, atomlar plazma holatida bo'ladi. Ma'lumki, moddalar atomi va molekulari 830°S da kuchli elektr yoki magnit maydoniga joylashtirilsa, unda ham plazma holatida bo'lishi mumkin.

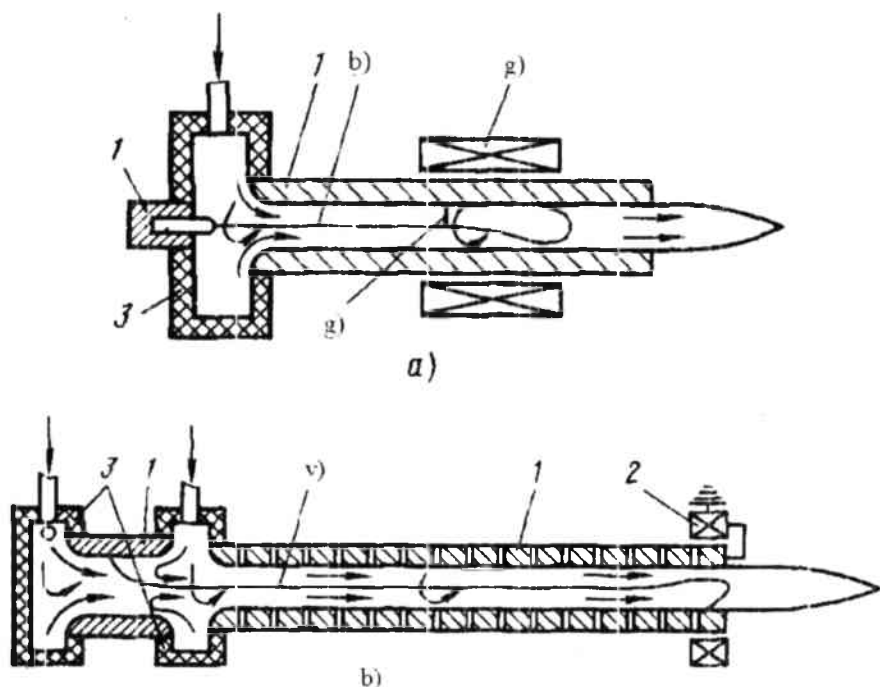
Shunday qilib, plazma holatini olish uchun maxsus qurilmalar kerak.

Plazma 2 xil bo'lishi mumkin: past va yuqori temperaturali. Agar, ion zarrachalarining temperaturasi $103-104^{\circ}\text{S}$ bo'lsa, u past temperaturali plazma deyiladi. Agar, ion zarrachalarining temperaturasi 105°S dan ko'p bo'lsa, u yuqori temperaturali plazma deyiladi.

Zamonaviy plazma generatorlari bosim bir necha Paskaldan megapaskalgacha bo'lganda istalgan gazdan plazma olish mumkin. 1 sm^3 da zaryadlangan zarrachalar soni 10^7-10^{17} bo'lganda temperaturasi absolyut nolga yaqin temperaturadan bir necha o'n ming gradusgacha gaz temperaturasini o'zgartirish mumkin. Plazma oqimchalari tezligini sekundiga nolga yaqin sonidan bir necha kilometrgacha o'zgartirish imkoniyati bor.

Gaz oqimi tezliklari yuqori bo'lgani uchun yuqori temperaturali va tezlikli kimyoviy reaksiyalar o'tkazish mumkin.

Moddaning plazma holati maxsus plazma generatorlarida olinadi. O'zgarmas va o'zgaruvchan tokli elektr yoyli plazmatron eng keng tarqalgan generatorlardir. Bu turdagi plazmatron elektrod (1), razryad kamerasi (3) va gaz o'zatish qismlardan tarkib topgan (4.34 a-rasm). Anod va katod orasida yonib turgan yoy «V» dan gaz tuganda, anod-soplosidagi teshiklardan plazma oqimchasi bo'lib oqib tushadi. Bo'shliqda yoy ustunini turgunlashni kamera devori (3) va soplolar ta'minlaydi. Yoki gaz devorga nisbatan tangentialyunalishda kiritilsa ham, yuqorida kayd etilgan natijaga erishish mumkin. Yoy uzunligi gaz tezligiga va anod soplosida shuntlashga bog'liq. Boshqa turdagi plazmatronlarda elektrodlarni sekstiyalash va ularning bir qismini elektr manbaiga ulash yo'li bilan yoy uzunligining zarur qiymatini o'rnatish mumkin (4.49 b-rasm). Undan tashqari, yoy uzunligi keskin kengayuvchi soplolar qo'llab chiqarilash mumkin.



4.34-rasm. Elektr yoyli plazmatron

a) yoy uzunligi uz-uzidan turgunlanuvchi, b) yoy uzunligi rostlanuvchi,
 v) yoy; g) shunli teshish kanali. 1-elektrod; 2-elektromagnit g'altaklari,
 3-razryad kamerasi

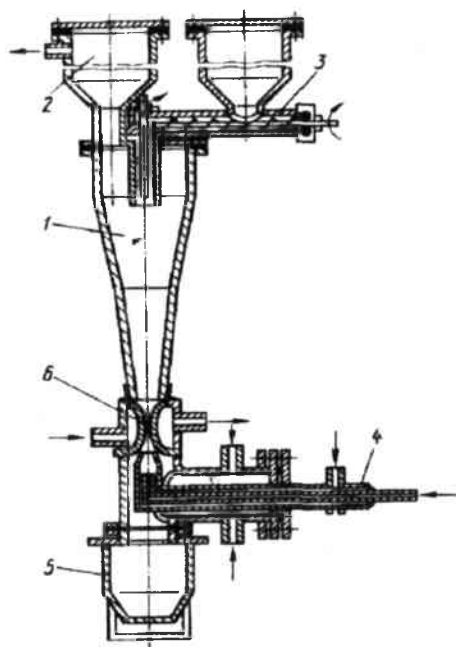
Plazma hosil qiluvchi gazlar sifatida argon, azot, kislorod, havo, suv bug'i, ammiak, tabiiy gaz, uglerod mono- va dioksidlari, galogenlar qo'llaniladi. Ko'pincha yoyli plazmatronlarda olingan plazma elektrod eroziyasi tufayli uning mayda zarachalari bilan ifloslanadi.

Bu holni bartaraf qilishi uchun elektrotsiz yuqori chastotali induktsion (VCh-I), hajmiy (VCh-E) va o'ta yuqori chastotali (SVCh) plazmatronlar ishlatiladi.

Plazma-kimyoviy jarayon prinsipiyl sxemasi an'anaviy kimyo texnologiya jarayonlaridan katta farq qilmaydi.

Odatda, homashyo va plazma plazmatronga alohida-alohida uzatiladi. Shuning uchun, birinchi navbatda homashyo va plazmani yaxshi aralashtirish, ya'ni molekulyar darajada o'zaro sifatli kontakt bo'lish kerak. So'ng esa, reaksiya boshlash maqsadga muvofiq. Shunday qilib, gazsimon fazalar uchun plazmo-kimyoviy reaktor ikki elementdan iborat – aralashtirgich va reaktorlardan.

4.35-rasmda uyurmaviy reaktorlarda homashyo plazma oqimchasiga nisbatan tangensial yo'nalishda kiritiladi.



4.35-rasm. Uyurmaviy tipdagi plazma kimyoviy reaktor

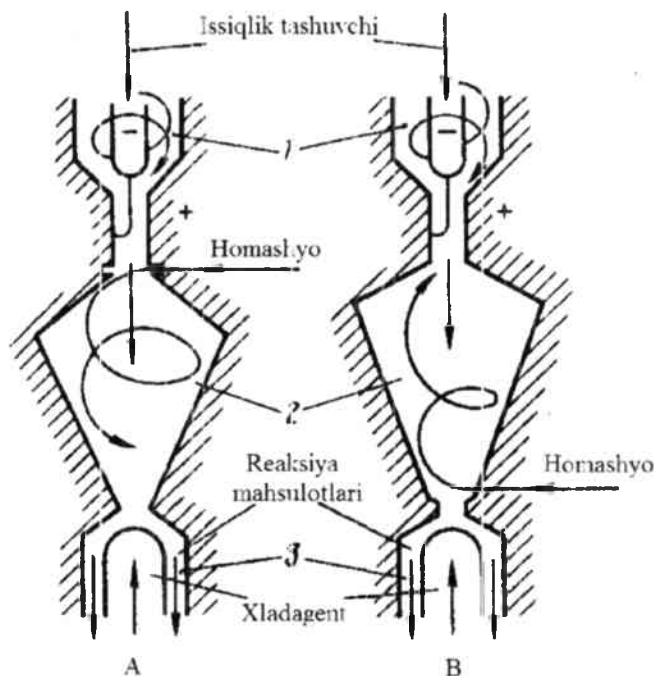
a) parallel yo'nalishli; b) qarama-qarshi yo'nalishli

1-plazmatron; 2-reaksiya kamerasi; 3-toblash kamerasi.

Reaktor ichki qismi konus shaklida bo'lishi, aralashish jarayoni samaradorligini oshiradi. Bunday qurilmalarda kondensat chiqishi oson va devor yuzasida kondensat miqdori yig'ilishi kamayadi. Homashyoni suyuq tomchi yoki gaz oqimida qattiq zar-

racha holatida plazma oqimchasiga yuborish asosan qarama-qarshi yo'nalishli reaktorlarda amalga oshiriladi (4.35 b-rasm).

4.36-rasmda keltirilgan reaktorlarda zarracha va plazma o'rtasida kontakt vahti juda katta.



**4.36-rasm. Dispers materiallarni mavhum qaynash qatlamida
ishlovchi plazma-kimyoviy reaktor**

1-kont's qobiq; 2-separator; 3-qattiq faza kirish moslamasi;

4- plazmatron; 5-bunker; 6-soplo.

Reaktor konussimon qobiq (1) va uning tepa qismida qattiq faza yuklash moslama (3) lardan tarkib topgan. Qurilmaning pastki qismiga elektr yo'yli plazmatron (4) o'rnatilgan. Plazma yo'yi soplo (6) orqali reaktoring pastki qismiga

yo'naltiriladi. Jarayonning gazsimon mahsulotlari kiritilgan mayda dispers zarrachalarni isitadi va separator (2) dan o'tgandan keyin reaktordan chiqariladi.

Reakstiyaning boshqa mahsulotlari reaktor va soplo devorlaridan bunker (5) ga oqib tushadi.

Reaktor kamchiliklari: yuqori temperaturali plazma oqimchasi kiradigan qismida temperatura maydoni bir xil emas. Qurilmadan chiqayotgan gaz tarkibida kimyoviy jarayonning u yoki bu mahsulot bor.

Plazmo-kimyoviy jarayonlarni qo'llash sohalar muntazam ravishda kengayib bormoqda. Hozirgi kunda, kimyo, metallurgiya, elektronika, elektr kimyo sanoatlari-da muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda.

Shunday qilib, plazmo-kimyoviy jarayonlar va ularning texnologik va qurilmalar bilan jihozlanishi kimyoviy texnologiya rivojlanishida yangi perspektiv qadamdir.

Xulosa. Kimyoviy reaktorlar, kimyoviy jarayon asoslari, reaktorlar konstruksiyalari, kimyoviy jarayonlar prinsipial sxemalari kabi ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: reaktor, jism, reakstiya, konstruksiya, gaz.

Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Fermentatsiya jarayonidagi massa almashinishning formulasini yozing.
2. Bioreaktorlarda sterillash usullari.
3. Biokimyoviy reaktorlarning ish samaradorligini baxolash.
4. Kimyoviy jarayon issiqlik balansini tuzing

V BOB. BIOREAKTORLAR

5.1. Bioreaktor konfiguratsiyalari

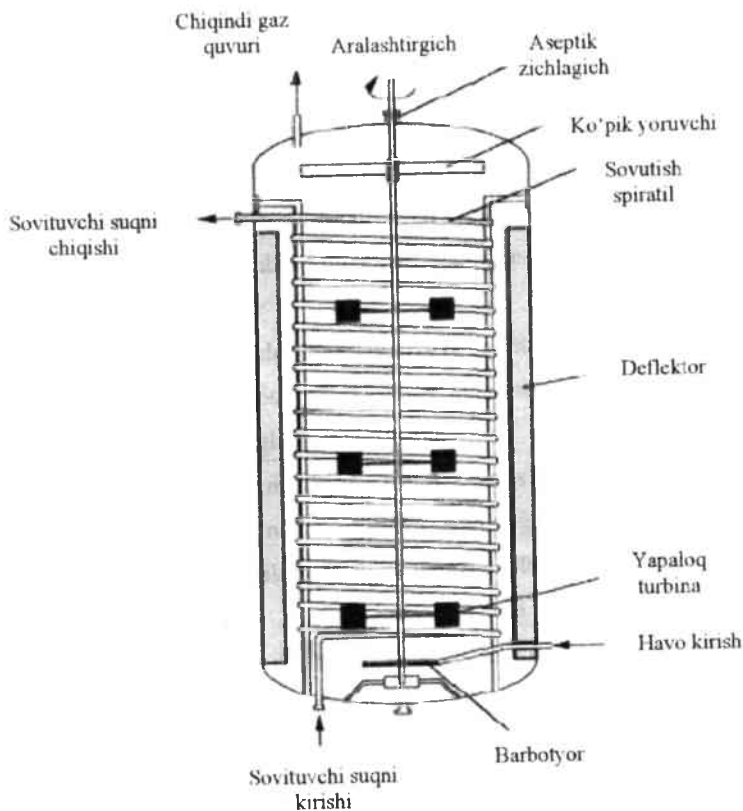
Biojarayonlarda ham aralashtirgichli ham aralashtirgichsiz silindr tank ishlatilishi keng tarqalgan. Biroq, biojarayonlar kechadigan sohalarda keng konfiguratsiyali bioreaktorlar ham ishlatiladi. Yangi bioreaktorlar maxsus sohalarda qo'llanilish va katalizatorlarni yangi shakli uchun ishlab chiqariladi. Reaktorni konstruksiyasidagi ko'p muammolar katta hajmli fermentatsiya jarayoni uchun kerakli darajada kislorodni yetkazish maqsadida aralashtirishni va aeratsiyani qoniqarli darajada ta'minlash bilan bog'liq. Ko'pincha aerob o'stirish uchun mo'ljallangan reaktorlar soddra tuzilgan bo'ladi. Shuning uchun qo'shimcha sarchatish va chayqatishni talab qilmaydi.

5.2. Aralashtirish uchun tank

5.1-rasmda an'anaviy aralashtirgichli bioreaktor sxema ko'rinishida berilgan. Bunda aralashish va ko'piklarni dispersiyalanishi mexanik tarzda amalga oshiriladi. Bu jarayonda har bir hajm birligiga nisbatan katta energiya sarf qilinadi. Aralashtirgichli bioreaktorlar ichidagi pardevorlar girdobni kamaytirish uchun ishlatiladi. Parraklarning o'lchami va shaklini xilma-xilligi idishning ichida turli oqirlarni hosil qilishga imkon beradi. Baland idishlarda bir nechta parraklarni o'rnatilishi yaxshi aralashtirilishini ta'minlaydi.

Odatda aralashtirgichli reaktorning umumiy hajmidan faqat 70-80 % gina suyuqlik bilan to'ldiriladi. Bu chiqindi gazlardan suyuqlik tomchilarini ajratib olish va har qanday paydo bo'ladigan ko'pikni sig'ishi uchun yetarli darajada to'shliq yaratib beradi. Agarda ko'pik hosil bo'lishi muammo bo'lsa "ko'pik buzuvchi" nomli 5.1-rasmda ko'rsatilgandek qo'shimcha parrak o'rnatilishi mumkin. Ko'pikni ko'proq bartaraf qilish uchun muqobil sifatida parraklar tizimidan yuqoridagi parrak tanlanib o'rnatilishi mumkin. Bulardan tashqari kimyoviy ko'pik bartaraf qiluvchi moddalar ham ishlatilishi mumkin, ammo kimyoviy ko'pik bartaraf qiluvchi moddalarni kislorodning eruvcharligiga salbiy ta'siri borligi uchun mexanik bartarafgichlar afzalroq hisoblanadi.

Idishning o'lchamlari (ya'ni balandlik va diametri) parrakka nisbati keng doirada o'zgarishi mumkin. Agarda o'lchamlarining nisbati 1 ga teng bo'lsa, qimmat bo'lmagan uskuna shakli hisoblandi va bu shaklni maydoni kichikroq bo'lgani uchun uni yig'ishga kam miqdorda material ketadi. Lekin jarayonda aeratsiya talab qilinsa tomonlarning nisbati hisobga olinadi. Bu o'sib borayotgan pufaklar bilan suyuqlikning kontaktini uzoqroq muddatga cho'zib beradi va kislorodning erish uchun idishning ostida katta gidravlik bosim hosil qilib beradi.



5.1-rasm. Aerob o'stirish uchun aralashtirgichli fermentyor

5.1-rasmda ko'rsatilganidek, aralashtirgichli idishlarning temperaturasini va issiqlik o'tkazishini boshqarish uchun ichki sovitish g'altaklaridan foydalanish mumkin.

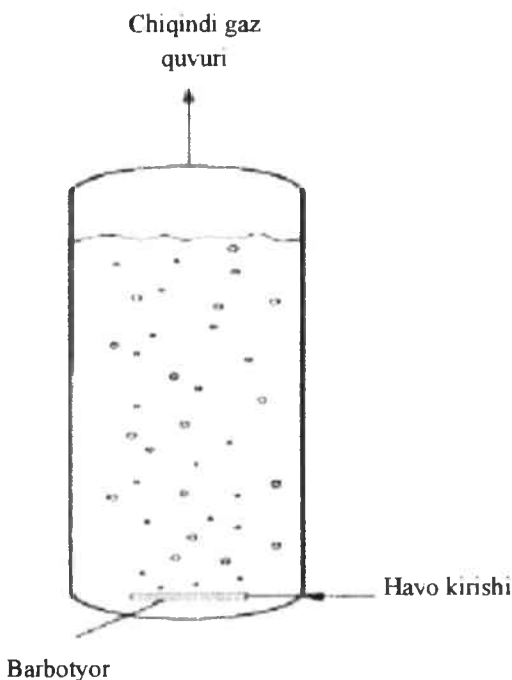
Suspenziyalashgan va immobillashgan hujayralarni o'stirish hamda birikmagan va immobillashgan fermentativ reaksiyalar uchun aralashtirgichli fermentyorlar ishlatiladi. Zarrachali katalizator ishlatilganda ehtiyotkorlik talab etiladi, chunki parrak aylanganda ularni parchalab yuborishi mumkin. Parrakning aylanishlar soni katta bo'lishi sezgir hujayralar, ayniqsa o'simlik va hayvon hujayralarini o'stirganda zarar qilishi mumkin.

5.3. Pufak ustuni

Aralashtirgichli reaktorga mexanik qisimsiz aralashtirgichli idish muqobil qurilma deb hisoblanadi. Pufak ustunli reaktorlarda aeratsiya va aralashtirishga gazni suyuqlik orqali haydash bilan erishiladi, bunda mexanik aralashtirgichlarga nisbatan kam energiya sarflanadi.

Pufakli ustunlar sanoatda novvoychilik drojjalari, pivo va sirka ishlab chiqarishda hamda chiqindi suvlarga ishlov berish uchun ishlatiladi. 5.2-rasmda ko'rsatilganidek pufak ustuni juda ham sodda tuzilgan bo'lib, ular ba'andligi diametridan ikki baravar uzun silindrik idishdan tashkil topgan. Pufakli ustunlarning ichki tuzilishi siqilgan havoni kiritish uchun mo'ljallangan barbo'yordan iborat. Novvoychilik drojjilar ishiab chiqarish uchun balandlikning diametrga nisbati 3:1 bo'lgan pufak ustunli bioreaktorlar umumiy deb hisoblanadi. Boshqa maqsadlarda esa nisbati 6:1 bo'lgan ustunlar ishlatiladi. Eir-biriga yopishib ketgan pufaklarni ajratish va tekis taqsimlash uchun baland bo'lgan uskunalarga ayrim hollarda butun yuzasi teshilgan gorizontaI plastina o'rnatiladi. Kam xarajatiligi, harakatchan qismlarning yo'qligi va issiqlik o'tkazuvchanlik bo'yicha ta'ablarni qoniqtirishi pufakli ustunlarning afzalliklariga kiradi. Aralashtirgichli idishlardagidek ko'pik hosil bo'lishi muammosi kuzatilishi mumkin, bunday hollarda muhitga mexanik sachratish yoki ko'pik bostiruvchi moddalar qo'shish bilan muammo bartaraf etiladi.

Barbotyordan chiqib kelayotgan pufaklarni tuzilishiga ko'ra pufak ustuni uyushqilik gidrodinamikasiga va massa o'tish xususiyatiga ta'sir etadi. O'rtacha joylashqolikka, gazning oqim tezligiga, barbotyor tuzilishiga va ustunni diametriga qarab xilma-xil oqim turi paydo bo'ladi. Agarda gazning sust oqimida pufaklar iskanani ustun qismining ko'ndalang kesimi bo'yicha tekis taqsimlansa bir naromdagi oqimi paydo bo'ladi. Bir maromdagi oqimda pufaklar bir xil tezlikda epaga ko'tariladi va gaz fazasini qayta aralashib ketishi deyarli ro'y bermaydi. Bu urdagi oqimda pufaklarning harakati tufayli vujudga kelgan to'lqinlar suyuqlikni aralashtirgani uchun aralashish darajasi chegaralangan.



5.2 -rasm. Pufak ustunli bioreaktor

Aksincha, 5.3-rasmda ko'rsatilganidek normal ekspluatatsiya sharoitida hamda gaz oqimining kattaroq tezligida yirik xotik sirkulyatsion oqadigan xonachalar

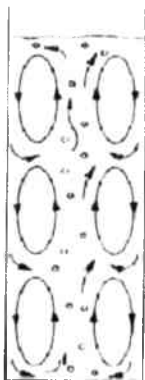
paydo bo'ladi va bunga *geterogen oqim* deyiladi. Bu turdagi oqimda pufaklar va suyuqlik uskunani markazidan tepaga ko'tariladi, pastga tortuvchi oqim esa devorlarning yonida bo'ladi. Bunda suyuqlik sirkulyatsiyasi pufaklarni o'ziga tortib oladi va gazlarning qisman aralashib ketishi kuzatiladi.

Suyuqlik bilan pufaklarning aralashishga sarf qilingan vaqt oqimining xiliga bog'liq.

Quyidagi tenglama geterogen oqimni hisoblash uchun taklif qilingan, $0,1 < D < 7,5$ m va $0 < u_G < 0,4$ m s⁻¹ uskunani markazidagi oshib borayotgan tezlik uchun:

$$u_L = 0.9(gDu_G)^{0.33} \quad (5.1)$$

u_L – suyuqlikning chiziqli tezligi; g – gravitatsion tezlik; D – uskuna diametri; u_G – gazning yuza tezligi.



5.3-rasm. Pufak uskunada geterogen oqim

u_G – atmosfera bosimdagi gazning sarflanish tezligini reaktoring yuzasini ko'rdalang kesimiga bo'lganiga teng. u_L tenglamasidan pufaklar ustunida aralashtirish vaqtini t_m tenglamasini keltirib chiqarsa bo'ladi:

$$t_m = 11 \frac{H}{D} (gu_G D^{-2})^{-0.33} \quad (5.2)$$

H – pufakli uskunaning balandligi.

Bioreaktorlardagi gaz – suyuqlik massa o'tish koeffitsiyenti ko'p jihatdan pufaklarning diametriga va yig'ilgan gazning miqdoriga bog'liq. Pufakli ustunda pufaklarning diametrini va sirkulyatsiya yo'nalishini aniq aytib bo'lmaganligi uchun massa o'tish koeffitsiyentini oldindan bilish qiymlashadi. Qovushqoq bo'lmagan muhitlardagi geterogen oqim uchun quyidagi korrelyatsiya taklif qilingan:

$$k_L a \approx 0.32 u_G^{0.7} \quad (5.3)$$

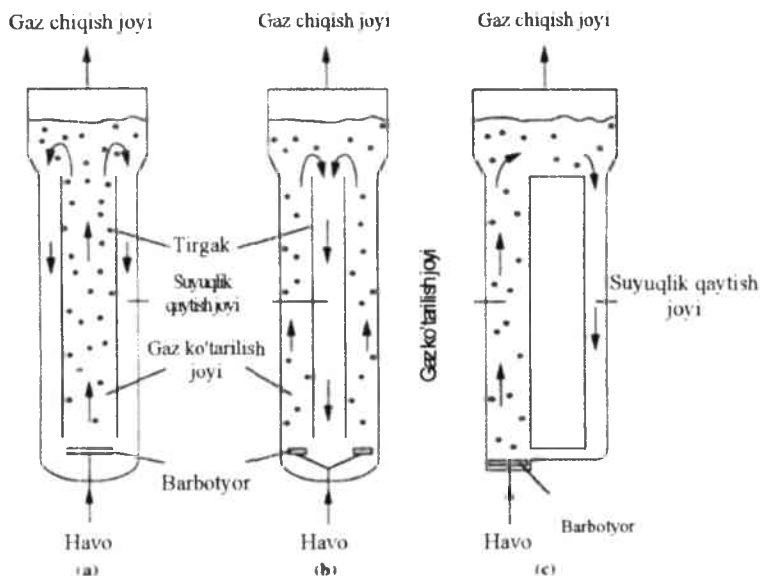
$k_L a$ – hajmiy massa o'tishni qo'shilgan koeffitsiyenti; u_G – gazning yuzaki tezligi. $0.08 \text{ m} < D < 11.6 \text{ m}$, $0.3 \text{ m} < H < 21 \text{ m}$ va $0 < u_G < 0.3 \text{ m s}^{-1}$ va o'rtacha diametri 6 mmga teng bo'lgan pufaklar uchun 5.3-tenglama to'g'ri keladi. Agarda barbotyordan kichikroq pufaklar chiqsa va muhit koalesensiyaga (pufaklarni bir-biriga yopishish) moyil bo'lmasa, $k_L a$ 4.3-tenglamani ishlatib topilgan qiymatdan ko'ra ko'proq bo'ladi, ayniqsa u_G kichik qiymatlarida bo'ls, masalan: 10^{-2} m s^{-1} dan kam.

5.4 Havo reaktori

Havo oqimli reaktorlarda aralashish jarayoni pufakli reaktorlardagi kabi mexanik qisimsiz amalga oshiriladi. Amalda bir necha xil havo reaktorlari qo'llanadi. Havo reaktori bilan pufak reaktori farqli tarafi shundaki, ko'tarilayotgan va tushayotgan oqimlar fizik jihatdan farqlanganligi uchun unda suyuqlikning oqish qonuniyati aniqroq bo'ladi. 5.4-rasmda ko'rsatilganidek idishning faqat ko'ndalang kesimidan – *tirgakdan* gaz ko'tariladi. Natijada gaz yig'iladi va suyuqlikning zichligi kamayib, tirgakdan suyuqlik tepaga ko'tarilishiga majbur qilinadi. Idishning tepa qismiga kelib gaz pufaklari suyuqlikdan chiqib ketganda, pufaklardan holis bo'lgan suyuqlik qaytish qismi dan qaytarilib resirkulyatsiya hosil qilinadi.

5 4-rasmda keng tarqalgan konfiguratsiyali havo reaktorlar ko'rsatilgan. 5.4 (a) va (b) rasmda ichki quvurli idish tirgak va qaytish qismi ichki to'sin yoki tortib oladigan quvur bilan bo'lingan. Barbotyordan chiqqan havo tirgakning ichiga ham, uning atrofiga ham berilishi mumkin. 5.4 (s) rasmda ko'rsatilgandek havoni tashqi aylanishi tepasi va pastki qismi bog'langan gorizonta l quvurlar bilan ajratilgan. Tashqi aylanish idishlarida tirgak va qaytish qism qo'shimcha bir-biridan

chegaralanganligi uchun ichki aylanishli idishlardan ko'ra gaz chiqarishi samaralidir. Qaytish qismiga kamroq pufaklar o'tganligi uchun tirgak bilan qaytish qismdagi oqayotgan suyuqliklarning zichligini farqi kattaroq bo'ladi va idishda sirkulyatsiya tezroq kechadi. Shu tufayli tashqi aylanishli idishlarda aralashish darajasi ichki aylanishli idishlardan ko'ra ko'proq bo'ladi.



5.4-rasm. Havo reaktorining konfiguratsiyasi: (a) va (b) ichki aylanishli idish, (s) tashqi aylanishli

5.3-rasmda ko'rsatilgandek havoli reaktorlarda pufak ustunli reaktorlaridan ko'ra aralashish jarayoni odatda yaxshiroq boradi. Pufakli uskunalaridan ko'ra havoli reaktorlarda suyuqlik oqimining tezligi stabilroq bo'lganligi uchun gazning tezligini oshirganda sachrab ketish yoki katta hajmli pufak hosil bo'lish muammolari uchramaydi. Havoli reaktorlar uchun suyuqlikning tezligi, sirkulyatsiya vaqti va aralashish vaqti bo'yicha bir necha empirik korrelyatsiyalar hisoblangan edi, ammo natijalarda katta farq mavjud. Gidrodinamik modellarda ham olingan tenglamalar

mavjud, suyuqlikning tezligi va gazning yig'ilishi mustaqil bo'lmaganligi uchun ularga nisbatan murakkabroq va interaktiv yechimni talab qiladi.

Ichki aylanishda gazning to'planishi va gaz-suyuqlik massa almashinish tezligi pufak ustuni bilan teng. Ammo tashqi aylanishda deyarli hamma pufaklar uskunani tepa qismida yorilib, gaz to'planishini pasaytiradi. Shuning uchun bir xil gazning tezliklarida massa o'tish tezligi pufak ustunidan ko'ra pastroq. Pufak ustun uchun 5.1 tenglamani, tashqi havo aylanishligi solishtirganda:

$$k_L a < 0.32 u^{0.7} \quad (5.1)$$

Havo rektorlaridagi nyuton va nyuton bo'lmagan suyuqliklarga massa o'tishning bir nechta empirik korrelyatsiyasi ishlab chiqilgan edi.

Havo rektorlarining samaradorligiga idishning tuzilish detallari jiddiy tarzda ta'sir qiladi. Misol uchun, ichki aylanishli reaktorlarda tortadigan quvurning pastki qismini bilan idishning tubi orasidagi masofani o'zgartirsa shu joyda bosimning tushishi o'zgaradi va suyuqlikning tezligiga va gaz to'planishiga ta'sir qiladi. Suyuqlikning yuzasidan boshlab tortadigan quvurning suyuqlikka cho'kish chuqurligi ham massa o'tish va aralashishga ta'sir qiladi.

Havo reaktorlari hayvon va o'simlik hujayralarini o'stirishda, shahar va sanoat chiqindilarini tozalashda, bir zanjirli oqsillarni metanol va gazoyldan sintez qilarganda qo'llaniladi. Unumdorligi 1000 m³ gacha bo'lgan katta havo reaktorlari qurilgan. Baland ichki aylanali havo reaktori yerning tagida quriladi va *chuqur shaxta reaktori* deb nomlanadi. Idishning ostidagi juda katta gidrostatik bosim gaz-suyuqlik massa almashinishini oshishiga olib keladi. Odatda havo reaktorlarning bandligi dimetridan 10 barobar katta bo'ladi. Chuqur shaxta reaktorlariniki esa 100 barabargacha yetadi.

5.5. Aralashtirgichli va havo rektorlari: ekspluatatsion

ko'rsatmalarini solishtirish

Aralashtirgichli, pufak ustunli va havo rektorlaridan foydalanib qovushqoqligi past bo'lgan suyuqliklarda mos aralashtirish va massa o'tish effektiga erishsa bo'ladi. Agarda qovushqoqligi kam bo'lgan muhitda katta fermentyor ($50-500 \text{ m}^3$) ishlatilsa, bunday vaziyatda pufak ustunli reaktor mos keladi. Chunki ham o'rnatilishda arzon ham ishlatilishda onson hisoblanadi. Hajmi 500 m^3 dan katta bo'lgan muhit uchun mexanik aralashtirgichli reaktorlar samarali emas, sababi o'ta ko'p quvvat sarf qilinadi.

Agarda suyuqlikning qovushqoqligi baland bo'lsa, havo rektorlari aralashtirish maqsadida tog'ri kelmaydi. Aralashtirgichli rektorlar bu maqsadga muvofiq, chunki mexanik aralashtirishdan katta kuch chiqadi. Lekin qovushqoqligi $50-100 \text{ sR}$ dan baland bo'lganda mexanik aralashtirishda massa o'tish effekti keskin kamayib ketadi.

Issiqlik o'tish effekti havo yoki aralashtirgichli reaktorni tanlashda muhim faktor bo'lishi mumkin. Mexanik aralashtirish gaz bilan aralashtirishdan ko'ra ancha ko'p issiqlik tarqatadi. Metanoldan birlamchi hujayra oqsilini sintezida reaksiyani temperaturasi baland bo'lsa, issiqlikni bartaraf qilish muamo bo'lishi mumkin. Shuning uchun bunday vaziyatda havo rektorlaridan foydalanilgani ma'qul.

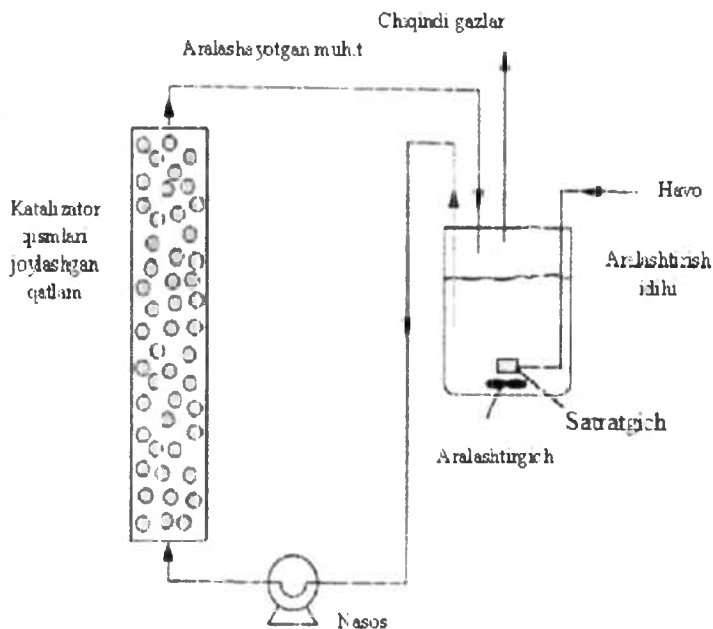
Aralashtirgichli va havo rektorlarning ko'p konfiguratsiyalari aerob o'stirish uchun ishlatiladi. Ammo, boshqa jarayonlarda reaktorning boshqa konfiguratsiyalarini ishlatish mumkin.

5.6. Katalizatorni zich joylashtirish idishi

Katalizator zich joylashgan reaktorlarda immobilashgan yoki mayda biokatalizatorlar ishlatiladi. Reaktor odatda vertikal quvurdan tashkil topgan bo'lib, ichi katalizator qismlari bilan to'ldirilgan. Muhit idishning tepa yoki pastki qismidan berilishi mumkin va qismlarning orasi yaxlit suyuq fazadan tashkil topadi. Katalizator zich joylashgan reaktorlarni aspartan va fumaratni immobilashgan hujayralar va

enzimlar bilan penitsillinni 6-aminopenitsillinga o'zgartirishda va aminokislotalarni izomerlarini ishlab chiqarish uchun qo'llangan edi.

Eritmadagi katalizator bilan suyuq muhit orasidagi massa o'tishi qatlamlar orasidan katta tezlikda suyuqlik o'tgan uchun yengillashadi. Quyidagi maqsadga erishish uchun ko'pincha katalizator zich joylashgan qatlamdan resirkulyatsion suyuqlik o'tkaziladi, 5.5-rasmda misol qilib keltirilgan.



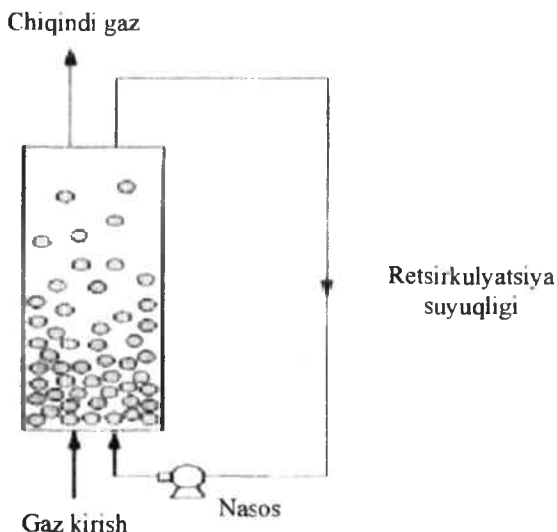
**5.5-rasm. Katalizator zich joylashgan reaktor
retsirkulyatsion muhitli**

Suyuqlikning chiqish joyida tosiq borligi uchun ustundan katalizatorlarni chiqib ketmaydi. Qo'llanilayotgan katalizatorlar nisbatan egiluvchan bo'lmاسligi, o'zini og'irligi tufayli deformatsiyaga uchramasligi va suyuqlikning oqimiga bardosh bera olishi kerak. Qatlamni ifloslanishni oldini olish uchun resirkulyatsiya suyuqligi toza va chiqindilardan holi bo'lishligi kerak. Aeratsiya alohida idishda o'tkazilish kerak, aks holda katalizator idishga gazni haydaganda pufaklar koalesatsiyasi qismlarning

orasida gaz chiqintaklarini hosil qilib, notekis taqsimlashga olib keladi. Katalizator zich joylashgan uskuna gaz ishlab chigaradigan biojarayonlarga tog'ri kelmaydi, chunki chiqindi gaz qatlamiga tushib qolishi ehtimoli bor.

5.7. Suyuq qatlam

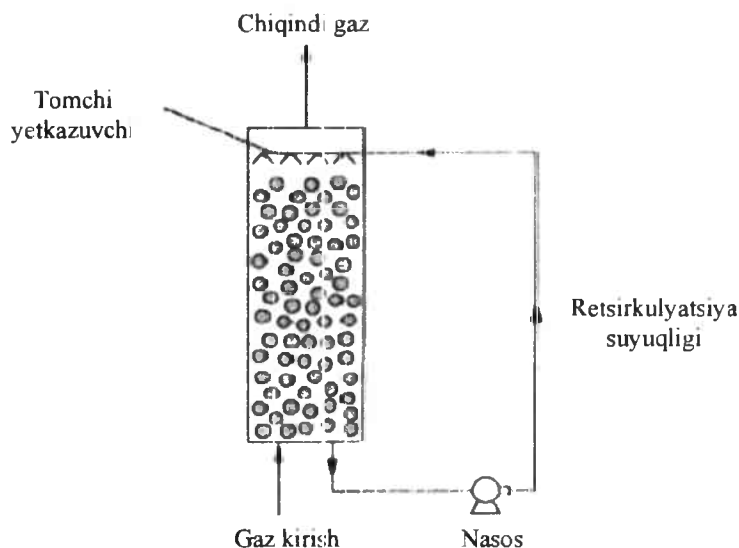
Agarda kataliztor joylashgan qatlamga suyuqlikning oqimi ta'sir qilsa, unda qatlamdagi katalizator qismlari katta oqim ta'sirida tepaga ko'tariladi. Bu suyuq qatlamli reaktoring ishlash asosi 5.6-rasmda misol qilib ko'rsatilgan. Katalizator qismlari doimo harakatda bo'lganligi uchun qatlamning va oqim yo'lagini ifloslanishi oldi olinadi hamda havo bevosita ustunga berilishi mumkin. Suyuq qatlamli reaktorlarni chiqindilardan tozalash uchun qum yoki shunga o'xshash materialni mikrobiologik kultura bilan birga aralashgan holda qo'llaniladi. Ular pivo va sirka tayyorlash kabi gaz ajraladigan reaksiyalarda ham ishlatiladi.



5.6-rasm. Suyuq qatlamli reaktor

5.8. Tomchi qatlam

Tomchi qatlamli reaktorlar katalizator zich joylashgan qatlamli reaktorlarning boshqacha ko'rinishidir. 5.7-rasmda ko'rsatilganidek zich joylashgan qatlamning tepasidan suyuqlik sepiladi va qatlamdagi qismlarning orasidan oqib tushadi. Bunda asosiy idishga havo yo'lantirilsa bo'ladi, chunki bu yerda suyuqlik fazasi uzluksiz qatlamlardan yurmaydi, havo va boshqa gazlar osonlik bilan zich qatlamning atrofida aylanadi. Tomchi qatlamli reaktorlar chiqindi suvlarni aerob qayta ishlashda keng ishlatiladi.



5.7-rasm. Tomchi qatlamli reaktor

5.9. Bioreaktorlarning konstruksiyasiga amaliy jihatdan yondashuv

Sanoat bioreaktorlarining konstruksiyasi steril muhitda ishlash uchun mo'ljallangan bo'lib, yuqori sifatli zanglamaydigan po'latdan ishlanadi hamda ular vakuumga va 150-180 °C da 3 atm bosimga bardosh bera olishi kerak. Katta tanklarning tepa qismida ishchi uni ichiga kirib tozalash va xizmat ko'rsatishi uchun

teshik bo'ladi, kichikroqlarida esa tepa qismi ajraladi. Laboratoriya sharoitidagi reaktorlarda yuqori qismi tekis qilib ishlanadi; katta hajmli idishlarda esa, gumbazsimon konstruksiya arzonroq bo'ladi. Katta fermentyorlar ichidagi kechayotgan jarayonni kuzatish uchun chiroq va vertikal tomosha derazasi bilan jihozlangan bo'ladi. Muhit uchun nasadka, ko'pik yoruvchi, ishqor va kislota qo'shuvchi, gaz chiqarib tashlovchi quvurlar, manometr va bosim oshib ketganda avariyaaviy tarzda tashlab yuboradigan yorilish disklari asosan reaktorning tepa qismida joylashgan bo'ladi. pH, temperatura va erigan kislorodni o'lchagichlar uchun kirish joyi yon tomondan minimal miqdorda talab qilmadi. Bulardan tashqari sterilizatsiya bug'ini chiqarib tashlanadigan joy ham mo'ljallangan bo'lishi kerak. Idishning eng pastki qismida ishlatilib bo'lingan muhitni oqizib yuborish uchun soplo bo'lishi kerak. Agarda idishda mexanik aralashtirgich bo'lsa, tepa yoki pastki kirishli parrak o'rnatiladi.

5.9.1. Aseptik tadbirlar

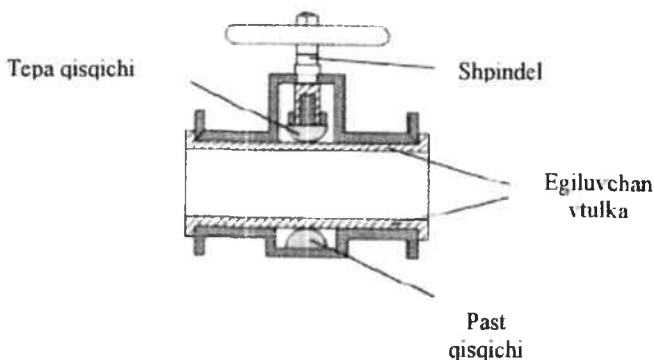
Oziq-ovqat va ichimlik sanoatidan tashqari ko'p fermentatsiya jarayonlarida va toza kulturani ajratishda aseptik sharoitda ishlanadi. Bioreaktorni keraksiz organizmlardan toza saqlash sekin o'sadigan kulturalar uchun muhim chunki, muhit tez ifloslanib ketishi mumkin. Fermentyorlar aseptik muhitda bir necha kunlab, oylab ishlay olishi kerak.

Odatda sanoat tashkilotida umumiy fermentatsiyadan 3-5 % miqdori sterilizatsiya jarayonidan rad etilganligi uchun yo'qotiladi. Ammo ifloslanishning sababi va qaytarilish tezligi jarayon turiga ham bog'liq. Misol uchun antibiotiklarning sintezidagi olinadigan mahsulotning tabiati ifloslanishdan saqlashi mumkin. Antibiotiklar fermentatsiyasida 2% dan kamrog'i mikroorganizmlar yoki faglar bilan ifloslanish natijasida yo'qotiladi. Ko'proq sutemizuvchilarning hujayrasiga o'xshagan sekin o'sadigan hujayra o'stirilganda hamda murakkab va oziqaga boy bo'lgan muhitlardan foydalanganda ifloslanish kuzatiladi. Odamning fibroblastlaridan β -interferonni 50 litrli biorektorlarda sanoatda ishlab chiqarish jarayonida 17% ifloslanish kuzatilishi haqida xabar qilingan.

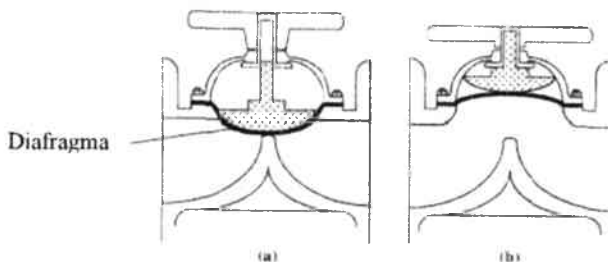
Sanoat fermentyorlar bug' bilan bosim ostida sterilizatsiyaga mo'ljallangan. Bug' idishning hamma joyiga yetish uchun uskunani ichki konstruksiyasi, portlar, soplolar va boshqa ulangan joylar minimallashtirgan bo'lishi kerak. Samarali sterilizatsiya uchun idishdagi va quvurlardagi hamma havo bug' bilan alinashgan bo'lishi kerak. Reaktoining ichki yuzasi yoriq va darzlardan xoli bo'lsa suyuqlik va muhitlar o'sha joylarda yig'ilmaydi. Shu tufayli sayqallangan svarka ulanishlari boshqalaridan ko'ra afzaldir. Idishning ichki yuzasidagi yoriq va darzlar, svarka bilan ulangan joydagi yoriqlar mikroblarning yig'ilish joyi bo'ladi va iloji boricha bunday hollarga fermentyorning konstruksiyasida yo'l qo'ymaslik kerak. Fermentyorning sterilizatsiyasidan so'ng uni ichiga kirayotgan hamma muhit va havo steril bo'lishi kerak. Sterilizatsiya parini chiqargandan so'ng, idish ichida musbat bosim hosil qilish uchun steril havo haydaladi, shunda tashqi havodagi yot moddalar ichiga kirmaydi. Gazning chiqib ketadigan joyida mikroorganizmlarning kinshiga to'sqinlik qiladigan filtrlar o'rnatilgan. Agarda ishchi bosim tushib ketsa, filtrlar tashqi muhitdagi mikroblarni ichiga kirgizmaydi va ichki kulturani toza saqlaydi.

Klapanlar yordamida fermentyorga kiradigan va chiqadigan suyuqlikning oqimi nazorat qilinadi. Klapanlardan yot moddalarning kirish ehtimoli baland bo'ganligi uchun ularning konstruksiyasi aseptik ishlashga mo'ljallangan bo'lishi kerak. Oddiy ventillarning va sharavoy klapanlarning keng tarqalgan konstruksiyalarida yopadigan mexanizmning atrofida oziqa muhitining qattiq qismlari yig'iladi va klapaning shtokidan og'ib ketish ehtimoli bor. Sanoat fermentatsiyasida ishlatilishiga qaramasdan, yuqori darajali steril holat kerak bo'lgan joyda ular mos kelmaydi. Fermentyorning konstruksiyasi 5.8 va 5.9-rasmda ko'rsatilgan qisadigan va diafragmalı klapanlar o'rnatilishi tavsiya etiladi. Bu konstruksiyalar cho'ziluvchan gilza va diafragmalardan tashkil topganligi uchun yopadigan mexanizm quvumining ichidagidan izolyatsiya qilingan va ifloslanishlar yig'iladigan joyi yo'q. Qayta sterilizatsiyaga bardosh beradigan rezina yoki neopren klapanining yopilishiga ishlatiladi. Asosiy kamchiligi shuki, klapaning ishdan chiqishini oldini olish uchun bu qismlar muntazam ravishda yeyi ishga tekshirilishi kerak. Sarf xarajati

kamaytirish uchun fermentyor konstruksiyasida sharovoy va shlepsul klapanlari ishlatilishi ham mumkin.



5.8-rasm. Qisadigan ventill



5.9-rasm. Do'ngchali diafragmal klapan.

(a) ochiq holati; (b) yopiq holati

Parrakli reaktorlarda parrakni aylantiradigan valning fermentyorni tanasiga kirgan joyi ham potensial ravishda yot modda kirish joyi deb hisoblanadi. Parrakni aylantirayotgan val bilan fermentyorning orasidagi ochiq joy germetiklangan bo'lishi kerak. Agar fermentyor uzoq muddat ishlatilsa germetikning yeyilishi yot modda kirishiga sabab bo'lishi mumkin. Katta fermentyorlarda asosan mexanik zichlashtirgichlar ishlatiladi. Bu zichlashtirgichlarning bir qismi harakatsiz, boshqa qismi valning ustida aylanadi. Ikkita komponentning pretsizion (yuqori aniqlik)

ishlov berilgan yuzasi prujinalar yoki kengayadigan sifon bilan ezilgan bo'lib, suv bilan sovutiladi va moylanadi.

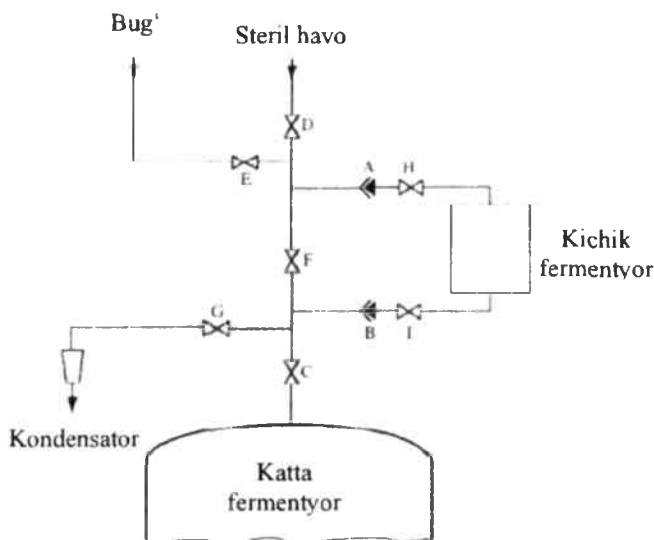
Fermentyorlardagi ishqalanadigan yuzalarni mexanik zichlashda kremniy karbid bilan birga volfram karbid ishlatiladi. Parrakdagi zichlagichning ahamiyati shundaki, agar parrak idishning tubida o'rnatilgan bo'lsa suyuqlikning oqib ketishini oldini olish uchun ikkitalik mexanik zichlagich o'rnatilishi mumkin. Katta bo'lmagan fermentyorlarda valni dvigatel magnit bilan bog'lanilishi mumkin. Bu moslama tufayli val bilan fermentyor korpusini teshishga zarurat bo'lmaydi. Korpusning tashqarisidan magnit dvigatelga qotirilgan bo'ladi va u bilan harakatga keltiriladi. Ichidan esa valning uchiga boshqa magnit qotiriladi va korpusga podshipniklar bilan o'rnatilgan bo'ladi. Bunda kamida 800 litr muhitni aralashtirish uchun yetarli darajada kuch uzatilishi mumkin. Ammo qovushqoq bo'lgan suyuqlikni, ayniqsa kislorodning o'tishi uchun katta tezlik kerak bo'lsa, bunday usulda aralashtirish samarador emas.

5.9.2. Kulturalarni fermentyorga kiritish va namunalarni olish

Fermentyorlarning proyektida aseptik tarzda kulturani kirgazishni va olishni inobatga olish kerak. Katta fermentyorlarga kultura kichik fermentyorlardan o'tkaziladi. Tashqi muhitdan yot moddalar kirishini oldini olish uchun ikkala fermentyor ham yuqori bosimda ushlanadi. Fermentyordan aseptik tarzda o'tkazishni eng oson yo'li - unga steril bo'lgan havo haydash hisoblanadi. Bunda bosimlar farqi tufayli kultura osonlik bilan boshqa fermentyorga o'tadi. 5.10-rasmda shu jarayonni amalga oshirish uchun quvur va klapanlarning ulanish misoli ko'rsatilgan.

Katta va kichik fermentyor hamda ularning quvurlari H va I klapanlari bilan birga hujayralar solinishidan oldin bir bir dan mustaqil ravishda sterilizatsiya cilinadi. H va I klapanlari yopiq bo'lgan holda A va B klapanlari orqali kichik fermentyor katta fermentyor bilan ulanadi. A va B klapanlari oldin ochiq bo'lganligi uchun kichik fermentyorni ochishdan oldin ularning sterillash kerak. D, H, I va C klapanlari yopiq bo'lganda, A va B esa sal ochiq bo'lganda, E, F va G bug' yurib asta sekinlik bilan A va B kiradi. Bug' bilan sterilizatsiyaning 20 daqiqasidan so'ng E va G

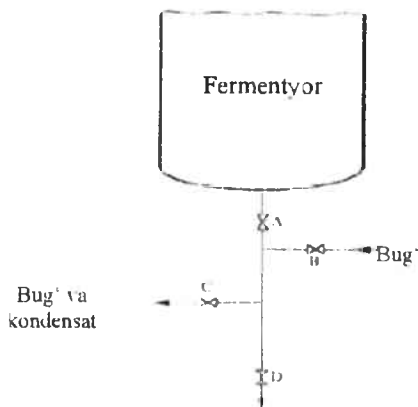
klapanlari va A va B ulanish joylari yopiladi. Shunda kichik fermentyordan boshiab kattasigacha bo'lgan musofa steril bo'ladi. Katta fermentyorga steril havo haydash orqali quvurlarni sovitish uchun D va C klapanlari ochiladi. So'ngra F klapani yopiladi, H va I klapanlari ochiladi va steril havo kichik fermentyor ichidagi bilan majburiy holda katta fermentyorni to'ldiradi. Fermentyorlarning orasidagi ulanish yo'llari suyuqlik bilan "ifloslanadi". Katta va kichik fermentyorni bir biridan ajratish uchun D, C, H va I klapanlari yopiladi va kichik fermentyorni A va B klapanlaridan uzib qo'yilsa bo'ladi.



5.10-rasm. Katta fermentyorga kichik fermentyordagini steril holda o'tkazish uchun klapan va quvurlarni ulanishi

Namuna suyuqligini olish uchun katta fermentyorga portlar o'rnatiladi. 5.11-rasmda aseptik tarzda namuna olish uchun o'rnatilish yo'li ko'rsatilgan. Boshida A va D klapanlari yopiq turadi, B va C klapanlari esa bug' bilan tashqi muhit hamda fermentyor orasida to'siq hosil qilish uchun ochiq ushlanadi. So'ng C klapani

yopiladi, B esa qisman yopiladi va D portidan namuna olish uchun D klapani qisman ochiladi shunda bug' to'plangan kondensatlarni va havoni chiqarib tashlaydi. Namuna olganda A klapani quvumi sovitish uchun va kondensatlarni chiqarib yuborish uchun qisman ochiladi. Aks holda namuna suyulib ketadi, undan tushgan suyuqlik tashlab yuboriladi. Keyin B klapani yopiladi va namuna D klapanidan yig' ladi. Namuna yig' ish tugagandan so'ng A klapani yopiladi va B klapani ochilib yo'l arni qayta sterilizatsiyalaydi. Bunda D klapani ochiq bo'lgan paytda har qanday kirgan yot moddalarni chiqarib tashlanadi. So'ngra D klapani yopilib C klapani qaytatdan ochiladi.



5.11-rasm. Namuna olish uchun klapanlar va quvurlar

5.9.3. Yig'ish uchun materiallar

Fermentyorlarning yig'ilgan materiallari qayta tozalashga va sterillashga chidamli bo'ladi. Fermentatsiya muhiti va suyuqlik bilan kontaktlanadigan materiallar reaksiyaga kirishib ketmasligi kerak hamda absorbent bo'lib qolmasligi kerak. 30 litrgacha bo'lgan hajmdagi fermentyorlarni yasashda shisha ishlatiladi. Shishani afzalligi shundaki u silliq, toksik emas, korroziyaga chidamli va shaffof bo'lganligi uchun ichidagi mahsulot va kechayotgan jarayoni onsonlik bilan ko'rish imkoniyatini yaratib beradi. Muhit, kultura, havo, pH metr va termometr uchun

kirish joylari talab etilganligi sababli shishadan ishlangan fermentyorlarga ko'p fitingli zanglamaydigan po'latdan qilingan plastinalar o'rnatilgan bo'ladi.

Katta va namunaviy fermentyorlarning ko'pi zanglamaydigan korroziyaga chidamli po'latdan ishlanadi bundan tashqari, zanglamaydigan po'lat bilan qoplangan yumshoq po'lat ham ishlatiladi. Ustiga va boshqa yuzalariga suyuq muhit ta'siri bo'lmaydigan hollarda zanglamaydigan po'latning arzonroq turlari ham ishlatilishi mumkin. Mis va tarkibida mis saqlagan materiallarni kultura bilan ishlaydigan qismlarda ishlatib bo'lmaydi, chunki mis hujayralarga zaharli ta'sir etadi. Tozalash va sterilizatsiyani yengillashtirish maqsadida po'latning ichki yuzalari "oynadek silliq" bo'lgunicha polirovka qilinadi. Payvand qilingan joylari polirovkalashdan oldin yaxshilab tekislanadi. Elektropolirovka mexanik polirovkadan ko'ra afzalroqdir, chunki oxirgisi o'zidan so'ng mayda chiziqli va chuqurchalar qoldiradi, o'sha joyda mikroblar va iflosliklar yig'ilishga olib keladi.

5.9.4. Parrak, to'sqin va barbotyorlarning konstruksiyasi

Aralashtirgichli biorektorlarning kislorod bilan to'yinishi va aralashish samaradorligini parrak hamda to'siqalar ta'minlab beradi. Mexanik aralashtirgichsiz havo reaktorlarida muhitning aralashish darajasi va kislorodning harakatlanishida barbotyor muhim o'rinni egallaydi. Mayda pufak hosil qilish uchun ikki fazali ejetor-injektorlarga gaz va suyuqlik birgalikda bosim ostida haydaladi. Kichikroq aralashtirgichli fermentyorlardagi aralashtirgich va barbotyorning kombinatsiyalangan tizimida aralashtirgichga kovak quvur gazni parrakning ostidan berish uchun ishlatiladi. Barbotyorning konstruksiyasidan qat'iy nazar quvurning ichki yuzasini tozalash imkonini hisobga olingan bo'lishi kerak, chunki barbotyorning teshiklaridan o'sgan kulturalar uni tiqiltirib qo'yishi mumkin.

5.9.5 Bug'lanishni nazorat qilish

Aerob kulturalar doimiy ravishda havo bilan aralashtirib turiladi. Havoning ko'p komponentlari inert bo'ladi, fermentyorga kiradigan havo quruqlik bo'lganligi uchun

muhitdagi suv bilan tira chiqindi gaz sifatida chiqib ketadi. Buning natijasida bir necha kun davomida yo'qotilgan suvning miqdori katta bo'lishi mumkin. Bu muammo ko'proq havo reaktorlarida kuzatiladi, chunki yaxshi aralashish va massa o'tishi uchun yuborilgan gaz oqimlarining tezligi aralashtirgichdan chiqayotgan gaz oqimlaridan ko'ra yuqoriroq.

Havo reaktorlarida suyuqlikning yo'qotilishini oldini olish uchun barbotyorlanadigan havoni oldin fermentyordan tashqarida suvdan haydash orqali namlantirib olinsa bo'ladi: nam havo quruq havodan ko'ra kamroq muhitni bug'lantiradi. Fermentyorlar suv bilan sovitiladigan kondensatorlar bilan jihozlangan bo'ladi, ular yordamida chiqindi gaz bilan yo'qotilayotgan har qanday bug'ni muhitga qaytariladi. Agarda substrat yoki fermentatsiya mahsuloti suvdan ko'ra tezroq bug'lansa, bug'lanish katta muammo bo'lishi mumkin. Misol tariqasida etanoldan sirk kislotasini olish uchun *Acetobacter* ishlatiladi va bakteriya katta hajmda havo talab qilishini keltirish mumkin. Aralashtirgichli reaktorlarda havo sarfi 0,5 dan 1,0 hhd ga (hhd- 1daqiqani ichida gaz hajmining suyuqlik hajmiga nisbatan sarf qilinishi) teng bo'lgan va spirtning boshlang'ich konsentratsiyasi 5% (h/h) bo'lganda substratni 30 dan 50% gachasi 48 soat ichida yo'qolishi kuzatilgan.

Xulosa. Bioreaktor konfiguratsiyalari, aralashtirish uchun tank, aralashtirgichli va havo reaktorlari: ekspluatatsion ko'rsatkamlarini solishtirish, bioreaktorlarning konstruksiyasiga amaliy jihatdan yondashuv kabi ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: aralashtirish, reaktor, katalizator, tank, barbotyor.

Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Bioreaktorlarning asosiy funksiyalari nimadan iborat?
2. Bioreaktorlardagi gidrodinamik tizimlar.
3. Barbotajli flotatorlar.
4. Reaktorlarni hisoblash ketma-ketligi.

VI BOB. FERMENTATSION JIHOZLARNI LOYIHALASH VA ULARNI ISHLASH XUSUSIYATLARI

6.1. Fermentyorni sterilizatsiyalash va aseptikani saqlash

Fermentyorda va qurilmaning hamma qismida steril muhitni saqlab turish har qanday biotexnologik jarayonning muvaffaqiyatli borishini muhim shartidir. Uskunalar va kommunikatsiyalarda aseptik sharoit yaratish uchun olib boriladigan umumiy tayyorgarlik amaliyotlarini ikki muhim jarayonga bo'lish mumkin: ichki bo'shliqlarni sterilizatsiyalash hamda hamma elementlar va bog'lamlarni germetizatsiyalash. Birinchi jarayon uskunalarni (fermentatsiya borishi jarayonida faqat yordamchi uskunalarning ayrim bog'lamlarini sterillash profilaktika choratadbirlari amalga oshiriladi) ishga tushirishdan oldingi tayyorgarlik davrida olib boriladi. Ikkinchi jarayon esa, uskunalarni ishga tushirishga tayyorgarlik va ekspluatatsiya davrida ham amalga oshiriladi.

Qurilmalarni va truboprovodlarni eng keng tarqalgan sterilizatsiya usuli – harorati 100 °C dan yuqori bo'lgan to'yingan bug' bilan issiq ishlov berish hisoblanadi. Bu usul ishlab chiqarish sharoitida kimyoviy unsurlar bilan ishlov berishdan ko'ra ishonchli, tejamkor va qulay. Sterilizatsiya effektivligining muhim sharti- ichki bo'shliqlarning har bir nuqtasida kerakli haroratni yaratish va uni berilgan vaqt davomida saqlab turishdir. Ushhu talablarni ishlab chiqarish sharoitida bajarish anchagina qiyinchiliklar bilan bog'liq, chunki fermentyorda ko'p sonli boshi berk bo'shliqlar, oblast va zona, "zaif nuqtalar" lar borki, ularga bug'ning kirishi qiyin. Issiqlik almashtirgich, barbotyor, shtutser (truboprovodlar, KIP datchiklari kirish joylari), yuklama lyuklari, truboprovodlarning chiqish va qurilmalarga ulanish joylarida hosil bo'ladigan berk joylari qurilmalarning eng qiyin sterilizatsiya bo'ladigan bo'limlari. Hisoblash yo'li bilan, bug' haroratini 100 °C olinib, sanab o'tilgan "zaif" nuqtalar va qurilmaning asosiy hajmida bir me'yorda sterilizatsiyalanishiga erishish uchun jarayon davomiyligi 100 barobar bir-biridan farq qilishi ko'rsatilgan. Sanoat fermentyorlarining ko'pchilik bog'lamlari konstruksiyaviy yechimi ko'pincha kimyo texnologiyasidan olinganligi sababli "zaif

nuqtalar” ko‘p va shuning uchun ular sterilizatsiya talabiga muvofiq emas. Uskuna va kommunikatsiyalarni sterilizatsiyalash effektini oshirishda eng foydali omil bu “zaif” nuqtalar soni eng kam bo‘lgan uskunalarda ishlab chiqish yoki fermentyorning “zaif” nuqtalari maksimal yig‘ilgan bu zonalarga maxsus qurilgan qo‘shimcha termik zanjirlar orqali majburiy bug‘ uzatish. Qurilmalarning hamma truboprovod tizimlari shunday termik zanjirlar bilan ta‘minlanishi kerak.

Kimyoviy sterilizatsiya uslublari effektivligiga qaramasdan juda kam qo‘llaniladi. Bu sterilizatsiya jarayoni tugagandan keyin sterilizatsiyalovchi agentni olib tashlash zarurati bilan bog‘liq bo‘lib, u esa ancha mushkul va takroriy ifloslanishga olib kelishi mumkin.

Steril havo purkab tizimni oson tozalash imkonini beruvchi gazli yoki yengil uchuvchi (etilenoksid, β -propiolakton) moddalarni ishlatish eng qulay. Qurilmani konstruktiv xususiyatini belgilovchi ikkinchi jarayon – germetizatsiya. U ikki masalani yechadi: ichki hajmni mikrofloradan himoyalaydi va atrof-muhitni biosintez mahsulotlaridan himoya qiladi.

Germetiklikni ta‘minlashda muammolarni bir qator sabablar keltirib chiqaradi: texnologik jarayonlarning har qaysi davrining parametrlari keskin farq qiladi masalan, termik sterilizatsiya ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$ va undan yuqori), o‘stirish ($25\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$), aralashtiruvchi moslamalar ishlayotganda kuchli tebranish, qurilmaning qismlarida haroratning keskin farqi, bular hammasi qurilmaning konstruksiyalari va bog‘lamlarida darz ketish va tuynuklar paydo bo‘lishiga olib keladi. Degermetizatsiya ko‘p hollarda tayanch armaturaga to‘g‘ri keladi, undagi eng xavfli joy: egar-klapan va shtokni flans bog‘lamlariga qotirish, val, aralashtirgich, NO‘P (KIP) datchiklarini kirish joylarini qotirish qismlari. Germetizatsiya effektivligini oshirishning muhim yo‘nalishlaridan biri- flans bog‘lamlar (alohida bog‘lamalarni bolt yordamida binktirish) o‘miga payvandli bog‘lamlarga o‘tish, silfonli yoki membranali oddiydlari jo‘mraklar o‘miga germetikligini nazoratlovchi aralashtiruvchi qurilmalar valiga toresli qotirgichlar yasash.

Tashqaridan begona mikroflora kirishi xavfini oldini olish uchun fermentyorda o‘zgina ortiqcha bosim hosil qilinadi. Mahsulot (dori-darmon, oziqa mahsulotlari)

tozaligiga qo'yiladigan talablarga qarab, ishchi joylar va butun ishlab chiqarish bo'limlarida dezinfeksiya va ishchi zonalar havosini tozalash ishlari olib boriladi.

6.2. Termostatlash

O'stirish jarayonini optimal haroratini ta'minlash eng murakkab va mas'uliyatli texnik muammolardan biri hisoblanadi. Amalda katta sarf harajatlar issiqlikni qaytarish va murakkab aylanuvchi suv ta'minoti tizimi, fermentyorlarda issiqlik almashinuvchi qurilma va ba'zan qo'shimcha sovitgich qurilmalarini qurish zarurati bilan bog'liq.

Issiqlikni qaytarish uchun chiqimlar, hujayralarni kislorod bilan ta'minlash (aeratsiya, aralashtirish) chiqimlari bilan barobar va shuning uchun ular fermentyor konstruksiyasini tanlashda hal qiluvchi bo'lishi mumkin. Muammo quyidagi sabablarga asoslangan:

a) issiqlik uzatish koeffitsiyentining pastligi (issiqlik o'tkazuvchanlik pastligi), oqibatda mikroba suspenziyasi tomonidan issiqlik berishni intensivligining pastligi va sovituvchi elementlarning tashqi tomonida hujayralar cho'kindisining paydo bo'lishi. Issiqlik uzatish koeffitsiyentining pastligi, sovituvchi elementlar yuzasidan qovushqoq mikroba suspenziyasining laminar oqib o'tishi bilan tushuntiriladi;

b) issiqlik o'tkazish harakatlanish kuchining kichik o'lchamdaligi, ya'ni sovituvchi suv (yoz vaqtida 26-28 °C) va mikroba suspenziyasi (oqatda 32-34 °C) orasidagi haroratlar farqi;

v) nafaqat mikroorganizmlar faoliyatidan ajralib chiqayotgan issiqlikni balki, aralashtirgichlar faoliyatida suyuqlik qavatlarining bir-biriga hamda qurilmaning devorlariga va ichki bog'lamlariga ishqalanishi natijasida paydo bo'ladigan issiqlikni qaytarish zarurati;

Issiqlik yukiga qarab issiqlikni qaytarish uchun qurilma korpusining ustki qoplamasi (issiqlik ko'yaklari) yoki qurilma ichiga o'rnatilgan ilonlari tipidagi issiqlik almashirgichdan foydalaniladi.

Muammoning eng qulay yechimi - tashqi sirkulyatsion trubalarda joylashgan (agar shunaqasi bo'lsa) yechiladigan nay qoplamli, plastinali issiqlik almashtirgichdan foydalanish.

O'rnatilgan issiqlik almashtirgichdan foydalanilganda intensiv aylanali suyuqlik oqimini ta'minlash uchun uni joylashtirish joyini tanlash juda muhim. Har doim yodda tutish zarurki o'rnatilgan issiqlik almashtirgichlar fermentyor zararlanishi (qo'shimcha "zaif" nuqtalar) ehtimolini oshiradi, gidrodinamik rejimni yomonlashtiradi, foydali hajmni kamaytirib, yuvish, sterilizatsiyalash va ta'mirlashni murakkablashtiradi.

6.3. Ko'pik so'ndirish

Ko'plab mikrobiologik jarayonlarda har xil gazlarni (CO_2 , H_2 , CH_4 va b.) intensiv ajralishi kuzatiladi, bu esa ko'p miqdorda ko'pik hosil bo'lishiga olib keladi. Bu eng istalmagan holat hisoblanadi, chunki fermentyorda haddan tashqari ko'piklanish qurilmaning foydali hajmni cheklaydi, begona mikroflora bilan zararlanish sababchisi bo'lishi hollari kam emas va qurilmadan chiqib ketayotgan ko'pik bilan kultural suyuqlik yo'qotiladi. Ko'p hollarda ko'pik so'ndirish kelib chiqishi tabiiy va kimyoviy bo'lgan sirt-faol moddalar, kimyoviy ko'pik so'ndiruvchilar yordamida amalga oshiriladi. Ammo oxirgi paytlarda asosiy diqqat ishlatilganda produtsent mikroorganizmlar uchun zaharli yoki fermentlar ingibitori bo'lgan kimyoviy ko'pik so'ndiruvchilar ishlatilishiga yo'l qo'ymaydigan yoki ko'piklanishni keskin kamaytiruvchi mexanik ko'pik so'ndirgichlarga qaratilgan.

Hamma mexanik ko'pik so'ndirichlar ikki tipga bo'linadi – rotorli va siklonli. Mexanik ko'pik so'ndirgichlarning ta'sir prinsipi - ishchi organ bilan kontakt bo'lganda havo pufakchalarini parchalash yoki maydalashdan iborat. Odatda qurilmaga o'rnatilgan yoki tashiluvchi mexanik ko'pik so'ndirgichlar ishlatiladi.

Rotorli ko'pik so'ndirgichlarda ishchi organ sifatida odatda kuraklari, bo'rtig'i, o'yiqlari bo'lgan aylanuvchi disk yoki konus shaklidagi separatsion likopchalar ishlatiladi.

Siklon tipli ko'pik so'ndirgichlar juda keng ishlatiladi. Qurilmadan tushayotgan havo ko'pikli ingichka oqim siklonning yuqori qismidan vintli kanal bo'yicha harakatlanadi va bo'shliqli pastki qismiga tushgandan so'ng, kuchli burama harakatga aylantirib yuboriladi. Natijada suyuqlik burama harakat markaziga yig'iladi va pastki patrarka orqali haydaib pastga qulaydi, havo esa yuqoriga ketadi. Odatda bunday hollarda eng yaxshi effekt, kimyoviy ko'pik so'ndirgichlar bilan birgalikda qo'llanilganida erishiladi.

6.4. O'stirish jarayonlarini nazorat qilish va boshqarish

Boshqariladigan o'stirish olib borilganda, texnologning asosiy vazifasi o'sayotgan kultura uchun eng "optimal" sharoit yarata olish. Buning uchun eng avval, ular – bu sharoitlarni qanday ekanligini bilishi, yoki boshqa so'z bilan aytganda:

a) kichik vaqt ichida jarayonning holati.

b) parametrlari o'lchanib va nazoratda bo'lgan jarayondagi har qanday o'zgarishlarga mikroorganizmlar reaksiyasi.

Amino sanoat qurilmasida hujayralar holatini bevosita o'rganishning iloji yo'q. Shuning uchun produksent kulturening fiziologik holati odatda har xil kinetik parametrlari vositasida baholanadi: o'sish sur'ati, kislorod va har xil substratlar sarfi, karbonat angidridning ajralishi va boshqa metabolizm mahsulotlari (shu jumladan mo'ljallangan), kislotalanish va ishqorlanish tezligi (pH ko'rsatgichi bo'yicha), issiqlik ajralishi va h.k. O'stirish tartibini saqlash va korreksiylashni asosiy boshqaruvchi ta'sir kuchlar: aeratsiya va aralashtirish, issiqlik tashuvchini uzatish, pH ko'rsatkichini tartiblash, ko'pik sathini saqlash, substrat tezligini meyorlashtirish hisoblanadi.

Sanoat biotexnologiyasining asosiy muammolaridan biri maxsuslashtirilgan ko'rsatkichlar (datchik)ning yo'qligidir. Chunki umumiy sanoat nomenklaturasida pribor va avtomatizatsiya vositalari jarayonlarning aseptik sharoitlariga mos kelmaydi va ko'p marotabali sterilizatsiyalashlarni ko'tara olmaydi. Tarkib jihatidan murakkab biomassa, havo pufakchalari, yog'li komponentlar, suyuq emulsiyali va qattiq zarrachalari bo'lgan fermentlar muhitida ishlay olishmaydi.

Substratlarni me'yorlash (dozalash). Qayd qilinganidek nasoslar, truboprovodlar va qotiruvchi armatura – yaxlit “zaif” nuqtalar hisoblanadi.

Aseptik ishlab chiqarish sharoitlarida ishchi organi suyuqlik bilan o'tkazmaydigan membrana orqali bir-biriga ta'sir qiluvchi, peristatik harakatlanuvchi va membranali nasoslar eng yaxshi me'yorlash nasoslari sanaladi. Nasoslarsiz ham meyorlovchi bochkachalar yordamida me'yorlash mumkin. Bunda liniyalardagi bosim fermentyordagidan 1,5-2 atm yuqori bo'lishi kerak.

Vodorod ionlari konsentratsiyasi. pHni o'lchash hech qanday muammosiz shishali solishtirma elektrodlar yordamida amalga oshiriladi, ular bug'li sterilizatsiyaga yaxshi chidaydi. Har zamonda fermentyor suyuqligi u orqali sirkulyatsiyalanuvchi chiqariluvchi tizimlardan foydalaniladi.

Erigan gazlar konsentratsiyasi. Amperometrik datchiklar eng keng tarqalgan. Ular 20 marotabali sterilizatsiyaga sezgirlikni yo'qotmasdan chidaydi. Ammo fermentatsiya jarayoni boshlanishidan oldin ular graduirovka qilinishi kerak. Bunday datchiklar erigan kislorodni miqdorini o'lchashda keng ishlatiladi.

Chiqindi gazlarda CO₂ konsentratsiyasi. Bu parametr odatda katarometr yordamida gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi bilan o'lchanadi. Har zamonda infraqizil analizatorlardan foydalaniladi.

Harorat. Biosintezda harorat mahsulotni maksimal chiqishini ta'minlovchi muayyan programma bo'yicha o'zgarishi mumkin. Haroratni simob termometri, termobug' yoki metallik qarshilik termometrlari yordamida nazorat qilish mumkin.

Bosim. Ushbu parametрни o'lchash uchun nisbatan sodda, steril sharoitlarda ishlay oladigan diafragmalı manometrlar ishlatiladi. Natijaviy pnevmatik signal bevosita ijrochi qurilmada amalga oshirilishi yoki elektronga aylantirilishi mumkin. Odatda fermentyordagi bosim oddiy bosim klapani bilan tartiblanadi. Kompressorni avariya holatida o'chirilib fermentyordagi oshiqcha bosimning pasayishi bilan kuzatiladigan holatida, qurilmani tashqi begona mikrofloradan himoyalash uchun germetiklash kerak. Buning uchun fermentyordagi manometr gazning kirish va chiqish liniyalaridagi umumiy zaslonkali sxemaga bog'lanadi hamda bosim keragidan pasayganda bu zaslonkalar avtomatik tarzda berkiladi.

Gaz va suyuqlikning uzatilish tezligi. Odatda o'zgaruvchan kesimli chiqim o'lchagichlar – rotametrlar va diafragmalar afzallikka ega. Rotametrdagi suzgich holati elektr signaliga aylanib truboprovoddagi jo'mrakni boshqaruvchi taqsimlagichga uzatadi.

Fermentyorda suyuqlik sathi. Intensiv aralashtirish va ko'pik hosil bo'lishi kimyo texnologiyasida keng tarqalgan odatiy sath o'lchovchi usullar (ko'rish derazalari, o'lchov naychalari va b.) ni qo'llash imkonini bermaydi.

Fermentyor va bioreaktorlarda tarozi tipidagi sath o'lchagichlarni ishlatish maqsadga muvofiq bo'lib, ularda qurilma massasini o'lchovchi datchiklar o'z signalini sath birligida graduировkalanagan priborga uzatadi.

Fermentatsion jarayonlarning masshtablashtirish muammolari. Laboratoriya, pilot (sanoat-tajriba) va sanoat qurilmalarida har qanday ishlab chiqarish jarayonining texnologiyasi yetarli darajada sayqallanadi. Fermentyor kamerasining hajmi 0,5-100 l (laboratoriyada), 100-5000 l (pilot) va 5000-1000000 l va ziyod (sanoat) bo'lgan qurilmalar ko'p uchraydi. Fermentatsiya masshtabining har bir etapdagi o'sishida – masshtabli o'tish (biotexnologik jarayonning masshtablanishi) – ishlab chiqarishning aniq yo'lga qo'yish vazifalari va uni optimizatsiyalash masalalari hal qilinadi. Laboratoriya fermentyorlari tuzilishi va shakli bo'yicha sanoatnikini eslatadi va o'sha tipga taqsimlanadi. To'g'rirog'i laboratoriyalar sharoitida ko'proq mexanik aralashirgichli qurilmalar qo'llaniladi. Issiqlik almashinish va sterilizatsiyalash prinsipi bo'yicha ular ikki kategoriyaga bo'linadi.

Birinchisi kategoriyaga o'z issiqlik almashinish va sterilizatsiyalash tizimlari bo'lmaganlari kiritiladi. Bunday qurilmalar mohiyati bo'yicha suv hammomlariga o'xshab, avtoklavda sterilizatsiyalanidigan o'stirish kameralaridir.

Ikkinchi kategoriyali qurilmalar sanoat qurilmalaridagidan prinsipial farq qilmaydigan issiqlik almashinish va sterilizatsiyalash tizimlari bilan ta'minlangan.

Laboratoriya bioreaktorlari yordamida quyidagi masalalar yechiladi:

1) kinetik – hujayralar o'sishi tezligini aniqlash, substratlar utilizatsiyasi effektivligi va mo'ljallangan mahsulotning hosil bo'lishi;

2) ba'zi-bir massaalmashinish – massa uzatish koeffitsiyentlari, muhitga kislorod O_2 va boshqa gazlar tushishi tezligi, produtsentlarni o'stirishda hosil bo'ladigan gaz (birinchi navbatda CO_2) mahsulotlaridan tozalanish tezligini o'lash;

3) utilizatsiya bo'ladigan substratlar, mo'ljallangan va qo'shimcha mahsulotlardan olinadigan O_2 bilan reaksiyalar koeffitsiyentini aniqlash.

Pilot qurilmalari eng maqsadga muvofiq texnologiyalarni izlashda (nomi ham shu yerdan) va umumiy ko'rinishda sanoat jarayonini modellash tirishda ishlatiladi. Shuning uchun, ushbu bosqichda sanoat masshtabida ishlatish ko'zda tutilayotgan qurilma tipini ishlatishga harakat qilinadi. Boshqa so'z bilan aytganda, ishlab chiqarishning hamma aspektlari, shu jumladan shtatli savollar ham takomillashtiriladi. Har doim masshtabli o'tishlarda shuni nazarda tutish kerakki, bir xil sharoitlarga (muhit, apparat tipi, harorat va pH, aralashtirish tezligi) amal qilinganda ham, sathi va mo'ljallangan mahsulot sintezi tezligi ancha farq qiladi – bunday vaziyat 1940-1950 yillarda katta masshtabda antibiotiklar ishlab chiqarishda juda yaqqol kuzatilgan. Aytilganlarni inobatga olganda laboratoriya sharoitidan pilot sharoitiga, keyin pilot sharoitidan sanoat qurilmalariga o'tganda, hajm bilan bir qatorda konstruksiyani, hamda qurilmaning ishlash tartibi ham o'zgartiriladi.

Xulosa. Fermentatsion jihozlarni loyihalash va ularni ishlash xususiyatlari, o'stirish jarayonlarini nazorat qilish va boshqarish, fermentyorni sterilizatsiyalash va aseptikani saqlash kabi ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: sterilizatsiya, termostat, jihoz, o'stirish, ko'pik.

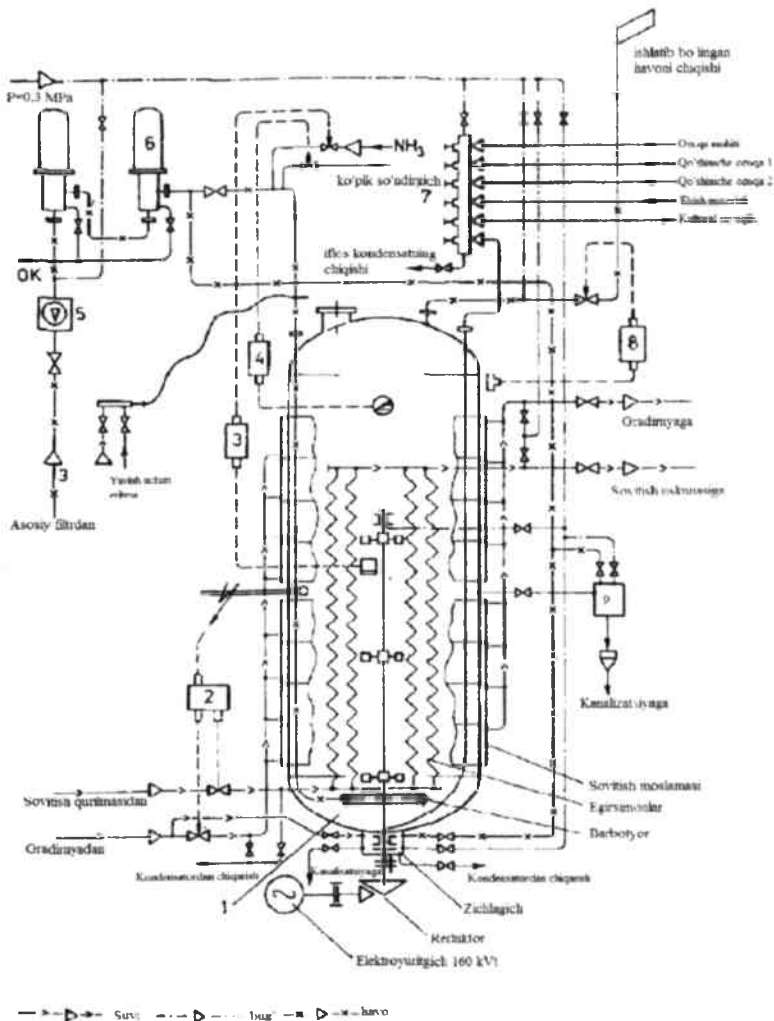
Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Fermentatsion uskunalarning asosiy turlari.
2. Davriy reaktor konstruksiyasi, ishlash prinsipi, afzallik va kamchiliklari.
3. Fermentatsion muhitni aralashtirish usullari.
4. Fermentatsion muhit aeratsiyasi.
5. Siqib chiqarish reaktorining konstruksiyasi, afzallik va kamchiliklari.

7.1. Biorektor konstruksiyasini tanlash

Fermentatsiya jarayonlarini olib borish, uning muhandisan amalga oshirilishi ya'ni 7.1-rasmda ko'rsatilgan (va bir qator ko'rsatilmagan, o'ziga xos bo'lgan aniq texnologiyalar uchun) fermentatorga oqimni uzatish, undan kultural suyuqlikni olib chiqarish, issiqlikni, ishlab bo'lgan havoni (gazlarni) olib chiqarish va aniq biologik agent uchun kerak bo'lgan muhitning fizik-kimyoviy parametrlarini o'lchash (agar kerak bo'lsa ushlab turish), kultural suyuqlikda fazalararo moddalar transportini boshqarish chunonchi aniq kultura uchun mahsulot/substratning optimal konsentratsiyasini va biorektor ichidagi muhitning gomogenligini ta'minlovchi texnologik rejimiga muvofiq bajarilishini ta'minlaydi. Bunda ko'p holatlarda muhitlar korrelyatsiyalaydigan, tiniq emas, ko'p komponentli, ko'piklanuvchidir. Ular erimaydigan komponentlarni o'zida saqlashi mumkin.

Misol uchun yuqorida aytib o'tilgan substrat va mahsulotlarning oqimini biomuhandisan amalga oshirish sifatida 7.1-rasmda lizin biosintezi uchun mo'ljallangan sanoat fermentatorini bog'lanishi prinsipial sxemasini keltiramiz.



7.1. rasm. Sanoat fermentatorini steril sharoitda namunaviy bog'lanish sxemasi

- 1- 100 m³ hajmli fermentator; Haroratni boshqarish tizimi; pHni boshqarish tizimi; ko'pik so'ndiruvchi uzatishni boshqarish tizimi;
- 2- havo sarfini boshqarish tizimi; havo filtri (2 juft); ko'p korpusli vintel, steril; apparatda bosimni boshqarish tizimi; steril namuna olish joyi;

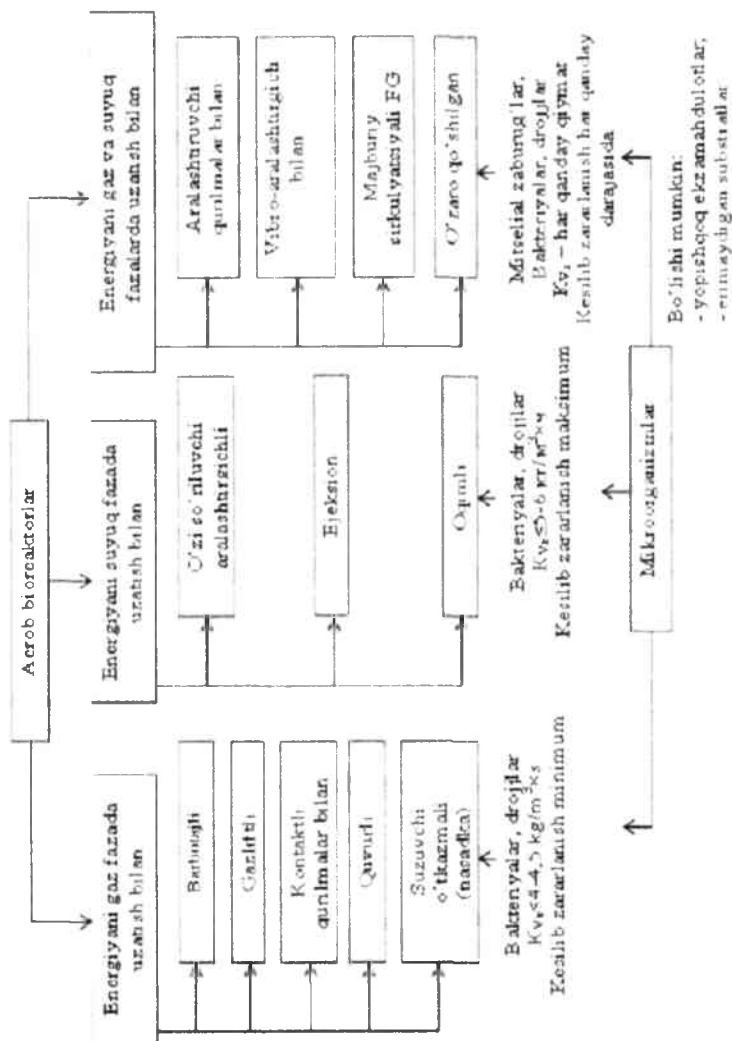
7.2. Fermentatorlarning turlari va kulturalash jarayonining xossalari

Fermentatsiyaning ko'proq texnik jihatdan qiyinroq jarayonlari bo'lib chuqur, steril, to'xtovsiz (qo'shimcha ozuqa bilan) va ayniqsa ko'p ko'pik hosil qiluvchi tabiiy ko'p komponentli xomashyo bilan ishlovchilari hisoblanadi.

Yuqorida keltirib o'tilgan 7.1-rasmdagi sxemada qo'llanilayotgan kultura va substratning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda jarayonning xossalari bog'liq bo'lgan biologik agentli chuqur jarayonlar uchun fermentatorlar sinflarini tutashtirishga urinib ko'rgan edik. Shuni aytib o'tish kerakki, bu sxema mavjud bo'lgan sanoat apparatlarini u yoki bu darajada o'z ichiga olgan bo'lib, aslida eksperimental konstruksiyalar juda ko'p va ular turli sinfga bo'linadi.

FG guruh fermentatorlari mahsulotning arzonligini ta'minlaydi, shuning uchun ular drojji va boshqa yirik hajmdagi mahsulotlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Mexanik energiyani kiritish kulturalash jarayoni davomiyligini qisqartiradi, lekin sarfning ko'payshiga olib keladi. Natijada u yoki bu apparat konstruksiyasini samaraliligi texnik iqtisodiy hisob-kitobi qiyinlashadi va apparaturani yakuniy tanlash uzoq vaqtni egallaydi. Misol tariqasida lizin ishlab chiqarishni ko'rsatish mumkin: oxirgi 15 yil ichida hali ham qaysi guruh (FG yoki FJK) apparatlarini qo'llash foydaliroqligi haqidagi savolga javob topilgan yo'q.

Bundan keyin materiallarni keltirishda 7.2-rasm bo'yicha apparatlar sinfiga va ishiga tayanamiz. Agar oldinroq ko'rsatilgan konstruktiv belgilar sinfidan foydalansak, uchta guruhdan birida cheklanib qolishimizga to'g'ri keladi. Ma'lumki 7.5-rasmda sanab o'tilganidek fermentatorlar antibiotiklar va oziqa drojji "davrida" yaratilgan hamda qo'llanilgan. Ular boziri ham keng ishlatilmoqda. Biroq, rekombinant kulturalar olishda va hujayra gibridi texnologiyasidagi progress apparatura-bioreaktorga maxsus talablar qo'yilmoqda.



7.2-rasm. Kulturalanayotgan mikroorganizmlarning xossalardan kelib chiqib fermentatorlarning dastlabki tanlovchi sxemasi

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar, o'simlik, hayvon va inson hujayralari biotexnolog va biomuhandislar uchun murakkabroq obyektlar bo'lib hisoblanadi. Ularni ishlatishda birinchi o'rinda, biologik agentlarning modifikatsiyasi stabiligi, aseptikaga qo'yilgan talablar, aralashtirishda kesilishning limiti va shunga o'xshash ko'rsatkichlarga bo'lgan e'tibor oshadi. Biorektorlarda olingan mahsulotlar va biomassalarning biosintezi va bo'lish jarayonlarini birlashtirish tendensiyasi mo'ljallangan. Ushbu sinf biorektorlari tashqi yoki ichki membrana tizimlari bilan o'zaro qo'shiladi yoki biologik agentlarni immobilizatsiyalash amalga oshiriladi, bu esa hujayra konsentratsiyasini yuqori bo'lishiga yo'l ochadi va bioo'zgarish jarayonlarni intensivlashtirishga erishiladi.

7.3. Mikroorganizmlarni kulturalash tizimlaridagi massa – uzatishning xossalari

7.3-rasmda eruvchi substratlarni ishlatish bilan (uch fazali faza) va kam yoki umuman erimaydigan substratlarni ishlatish bilan mikroorganizmlarni kulturalashda moddalarni (substrat va mahsulotlarni) transportining ideallashtirilgan sxemasi ko'rsatilgan. 7.3-rasmda keltirilgan sxema analizi odatda qiyinroq ta'minlanadigan komponent - kislorod bo'yicha massa uzatish teglamasi yordamida boshlanadi

$$\frac{dc}{dt} = K_F (C_{muva.} - C_{ish.}) - Q_{O_2} X = 0,$$

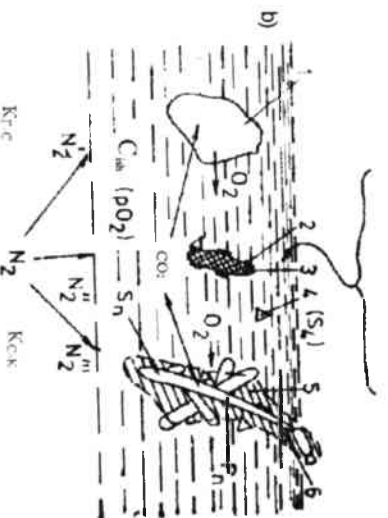
bu yerda: K_F – G-S faza o'zgarishida (o'tishida) massa – uzatishning sirqi (yuza) ko'effitsiyenti; K_{G-S} (K_F yoki K_{TP}) ga almashinishi mumkin; X – biomassa konsentratsiyasi; Q_{O_2} – kislorodda kulturaning etiyoji bunda:

$$Q_{O_2} = k_1 \frac{dx}{dt} + k_2 \frac{dP_n}{dt} + k_3 X$$

$$k_1 \frac{dx}{dt} - \text{biomassa o'sishga } O_2 \text{ ning sarfi};$$

$$k_2 \frac{dP_n}{dt} - \text{mahsulotning sinteziga } O_2 \text{ ning sarfi};$$

$$k_3 X - \text{ushlab turish uchun } O_2 \text{ ning sarfi}.$$



Gidrodinamikaga ta'sir etadigan asosiy omillar:

- Birektoning ichki tuzilishi geometriyasi;
- N_2 kiritish turi va miqdori;

$W, n, Re, \tau_{ad}, K_{1c}, K_{1p}, e,$
dinamika pO_2 , ya'ni $pO_2 = f(t)$;

$R_{nc}, R_{ok}, k - \varphi; \lambda; T_v; K_N$

7.3-rasm uch (a) va to'rt (b) fazali tizimda, mikroorganizmlar kulturalashda moddalar transporti sxemasi:

- 1 - havo (gaz) ko'pik (puflak);
- 2 - erimaydigan seluloligning yoki o'zida kraxmal saqlagan substrat yuzasi da adsorbsiyalangan (yutilgan) va o'sha substratni gidrolizlovchi substrat;
- 3 - kam yoki umuman erimaydigan substratning qismi;
- 4 - mikroorganizmlarning o'sishi uchun xomashyo - S_2 - erimaydigan substratning gidrolizlangan eruvchan mahsuloti;
- 5 - kam harakatchan (adsorbsiyalangan) fermentatsion muhitning gipotezik, misela yaqini degi (hujayra yaqini degi) hajmi;
- 6 - (kultural hujayralari) miselliy.

N_2 – umumiy (havo va mexanik aralashtirgich bilan) kiritilgan energiya, K_{G-S} va K_{S-K} – gaz-suyuqlik va suyuqlik-kristall jism (hujayra) faza o'tishda massa uzatish ko'effitsiyenti; S_n – substrat (xorn-ashyo); P_n – biosintez mahsuloti; w – biorektordagi gazning tezligi; n – aralashtirgich valming aylanish tezligi; ω – aralashtirgich turbinasining aylanma tezligi; τ_{av} – aralashtirish davomiyligi (vaqti) (turli usullar) K_{Ic} – sulfid soni (K_{G-S}); K_{cp} (K_{vi}) – kultural suyuqlikning bir soatda massa-uzatishining haqiqiy ko'effitsiyenti; pO_2 – kultural suyuqlikda erigan kislorodning parsial bosimi; C_{ish} – kultural suyuqlikda kislorodning ishchi konsentratsiyasi; k – sirkulyatsiyaning karraliligi; ϕ – gazga to'yinuvchanlik; K_n – quvvat soni: $K_N = \frac{N_2}{n^3 D^3 \rho}$, bu yerda D – aralashtirgich diametri; ρ – muhitni zichligi; T_i – turbulentlik intensivligi; $T_{tr} = \sqrt{\frac{C^3}{y}}$, ε – turbulentlik energiyasining dissipatsiya tezligi; λ – turbulentlik masshtabi, $K_{\varepsilon} e$ – turbulentlik indikatsiyasining maxsus mezoni.

Anglash qiyin emaski, tenglamada kislorodga ehtiyoj $Q_{O_2} X$ uning yetkazib beri ishidan farqli o'laroq $K_F (C_{muvo} - C_{ish})$ jarayonning harakatlanishi kuchiga ega emas, masalan $K_{S-K} (S_{ish} - S_{kl})$. Mikroorganizmlarni kulturalash tizimining asosiy xususiyati ham ana shundadir: hujayra qobig'idan moddalar (substratlar) transporti biologik mexanizmlar bilan boshqariladi hamda konsentratsiya darajasiga qarama-qarshi tarzda ham amalga oshiriladi. Membrana biologiyasida butun boshli muammo – membrana transportidir, biroq ishning predmeti jihatidan shuni hisobga olish kerakki, kulturalarning kislorodga (va boshqa substratlarga) ehtiyojini, faqatgina integrallash yordamida ifodalash mumkin. Masalan K_{cp} o'lchovi yoki keying tenglama bilan. Bundan tashqari, hammaga ma'lumki, F_{S-K} fazaning kontakt yuzasi (FKYu) gidrodinamik holatga va kultural suyuqliklarning reologik xususiyatiga bog'liq ravishda har doim o'zgarib turadi. F_{S-K} ning FKYu yuzasi uncha o'zgaruvchan emas, biroq, davriy jarayonlarda populyatsiyaning o'sishi va faza o'zgarishi natijasida uning xususiyatlari o'zgaradi.

7.3-rasmdan ko'rinib turibdiki, keyinchalik kislorod havodan, S_n – substratlar esa kultural suyuqlikdan yetkazilmoqda, chunki bunda uch fazali o'tishni

ta'minlash kerak. O_2 ning muvozanat konsentratsiyasi esa, oziqa muhiti tarkibini optimallashtirish yo'li bilan (ma'lum chegarada) moslashtirish mumkin. Shuning uchun FKYu bo'yicha kiritilgan umumiy energiya N_2 ni taqsimlash muammosi tug'iladi (7.3-rasmda sxematik tarzda ko'rsatilgan) bunda

$$N_2 = N_2^I + N_2^{II} + N_2^{III} = N_2^G + N_2^M$$

bu erda N_2^G – havo hilan kiritilgan energiya;

N_2^M – mexanik aralashtirgich yordamida kiritilgan energiya.

FKYu bo'yicha N_2 ni taqsimlanishi bioreaktorlar qurilmalarini ichki geometriyasini o'zgartirish yoki uning turini o'zgartirish bilan amalga oshirish mumkin. Fazalararo o'tishning intensivligi xususiyati bo'lib ularga mos massa-uzatish koeffitsiyentlari xizmat qiladi. Ammo ularni aniqlash usuli murakkab bo'lib, ularni biosintezni operativ boshqarish uchun qo'llab bo'lmaydi.

Mikroorganizmlarni kulturalash tizimining keyingi ahamiyatli xususiyati bu muhitning (davriy kulturalar) yopishqoqligini sezilarli darajada oshirish hisoblanadi.

Shunday qilib FKYuda mos konsentratsiya o'zgarishlari keskinligi bilan ko'pgina faza o'tishlarning mavjudligi, ular ustidagi adsorbsion qatlam, miseliy yoki silliq agregatlar atrofidagi kam harakatchan suyuqlik hajmi (qo'shimcha adsorbsion qatlam), ko'pik so'ndiruvchimi sirt-faol moddalarni ishlatish natijasida yupqa qatlam hosil bo'lishi S_n substratlar va P_n mahsulotlarni konsentratsiyalarini optimal o'sishi va biosintezni ta'minlashni sezilarli darajada qiyinlashtiradi. Bunday murakkab tizimlarda 7.3-rasm bo'yicha har qanday parametrlar bilan tasvirlab berilgan S_n , P_n va aralashtirish intensivligi qiymatlari alternativ (tizimning aralashtirish intensivligiga qarab o'zgaradi) hisoblanadi $pO_2 - n$ kombinatsiyasi misolida, S substrat konsentratsiyasi (shu bilan limitlovchisi ham) va aralashtirish intensivligi (ushbu jarayonni tavsiflovchi har qanday alomat bo'yicha, n , R_e , w_R dan boshlab, to K_R va e gacha) ma'lum oraliq holatlarda alternativ qiymatlar bo'lib hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, har qanday substratning shu bilan birga limitlovchini ham konsentratsiyalari faqatgina fiksatsiyalangan aralashtirish intensivligida yakuniy qiymatga ega bo'ladi.

Massa uzatish va faza o'tishi xossalari tahlilini tugata turib, dastlabki bioreaktor tanlash uchun ishlatiladigan shu bilan birga EHM yordamida ham aniqlanadigan va biosintez jarayonini boshqarishda hamda muhandislik hisob-kitobida yagona amaliy qiymat bo'lib hisoblangan real K_{vp} – massauzatishning hajmiy koeffitsiyentiga qaytish zarur. K_{vp} – xuddi integral ko'rsatkich kabi, mikrooqimlarda kesilish kuchlanishlari, oqimni bioreaktorning ichki konstruksiyalari yoki erimaydigan substrat bilan ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'luvchi populyatsiyaning fizik-mexanik zararlanishi darajasini hisobga oladi. K_p ni aniqlash uslubi bioreaktor xossalarini aniqlashda ham ishlatilishi mumkin.

Gidrodinamika xossalari bilan K_{vp} va K_v bog'lanish teglamasi o'xshash mezonga ega va quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$K_{vp} = k a_G^\alpha n^\beta \left(\frac{V_G}{V_S} \right)^\gamma$$

Oxirgi vaqtda regression bog'lanish tenglamasi keng qo'llanilmoqda.

Bog'lanish teglamalari bioreaktorda gidrodinamik holatni tavsiflash ham, biosintezni geometrik mos bo'lmagan apparatlarga ko'chirish va mos fermentatorlarni hajmini oshirish uchun ularni masshtablashtirish haqidagi savol oxirigacha hali yechimini topmadi. Amalda masshtablashtirish apparatdagi gidrodinamik holatni aniq identifikatsiya qilishga olib keladi. Shu maqsadda, juda ko'p uslublar ishlatiladi, biroq bioreaktorda populyatsiyaning strukturasi kesilishdan zararlanishini taxmin qilishda muhim hisoblangan aralashtirishning lokal intensivligini to'g'ridan-to'g'ri o'lchash usullari amalda mavjud emas.

Ushbu muammoni hal etishda xizmat qiluvchi e-oqimlarini energiyasini va K_R – mikro va makroaralashtirish xossalarini o'lchash uslubi hamda o'lchagich biz tomonidan ishlab chiqilgan.

7.4. Kultural suyuqlikni fraksiyalarga ajratish

Kultural suyuqlikni fraksiyalarga qayta ishlashning quyidagi prinsipial variantlari mavjud:

- 1) Mikrobiologik konsentrat ko'rinishidagi quruq qoldiq olish bilan suvsizlantirish;
- 2) Biomassa va suyuq qism (fugat) ga fraksiyalash bilan birgalikda tirik (nonvoychilik zamburug'lari, bakterial o'g'itlar), kuchsizlantirilgan (vaksinalar) yoki inaktivirlangan (ozuqa oqsili) hujayra massasini va fugat yoki biomassani dezintegratlari fraksiyalaridan turli darajadagi tozalashdan olingan mahsulotlar olinadi.

Bu bo'linda biz fraksiyalash metodlarini chunonchi - separatsiyalash, filtrlash, cho'ktirish va hoshqalarni ko'rib chiqamiz.

Mikrobiologik sintez usuli bilan mahsulotlarni ajratib olish uchun boshlag'ich material kultural suyuqlik hisoblanadi. Bu suyuqlik o'z navbatida murakkab ko'p fazali sistema bo'lib, tarkibida mikroorganizmlar hujayralari, oziqa muhiti qoldiqlari, yog'larni saqlaydi. Kultural suyuqliklarning filtratsion xususiyatlarini o'rganib, antibiotik olish qisman shuni ko'rsatadiki, uning tarkibida quruq qoldiq 17% va undan ko'proq, mo'ljallangan mahsulotda esa 1,5% dan oshmaydi. Mahsulotlarni ajratib olish o'ziga xos qiyinchiliklarga ega va foyda kabi, kultural suyuqlikni oldindan effektiv tozalanishiga bog'liqdir.

Biosintez turidan qat'iy nazar keyingi qayta ishlov uchun kultural suyuqlikni tayyorlashning birinchi bosqichi – muallaq faza ya'ni biomassani ajratib olish hisoblanadi. Ishlab chiqarishda bu bosqich katta hajmdagi qiyin filtrlanadigan suspenziyalarni qayta ishlovi bilan bog'liq. Bu holatda mo'ljallangan mahsulotni yo'qotish sezilarli darajada yuz beradi va o'z navbatida tozalashning keyingi bosqichlarining ko'rsatkichlariga o'z ta'sirini o'tkazadi.

Fraksiyalash filtratsiya yoki boshqa usullarga nisbatan bir qator ustunliklarga ega bo'lib, separatsiya yo'li bilan amalga oshirish maqsadga muvofiq.

Afzalliklar:

- 1) Filtrlovchi qo'shimchalardan foydalanishning kerak emasligi;
- 2) Separatsiya ishonchli va to'xtovsiz jarayon bo'lib quyidagi imkoniyatlarni yaratadi: materialga aktiv moddalarni ortiqcha yo'qotishlarsiz ishlov berish;

3) Jarayonni avtomatlashtirish murakkab emas, agregatlar kam joy egallaydi, qurilmalarni yuvish oson.

Separatorlar 4 guruhga bo'linadi:

- 1) Cho'ktiruvchi, rotorlovchi shnekning ichida joylashgan silindrsimon rotordan tashkil topgan. Ishlov berilayotgan material markazda quritiladi, suyuq fraksiya katta diametrga ega silindrning bir tomonidan, quyuq fraksiya esa kichik diametrga ega silindrning boshqa tomonidan chiqariladi.
- 2) Klarifikatorlar sedimentatsion fazasi hajmi kengaytirilgan holida bo'ladi. Quyuq mahsulot mashina to'xtatilganda ajratib olinadi;
- 3) O'zi yukdan bo'shatiluvchi: konussimon tarelkalar paketiga va ishlash jarayonida quyuq mahsulotni to'xtovsiz bo'shatuvchi sistemaga ega;
- 4) Forsunkali: konussimon tarelkalar paketiga va quyuq fraksiyani ish vaqtida forsunkalar orqali to'xtovsiz ajratuvchi sistemaga ega.

Separatorlar ishining texnologik sxemasi qayta ishlanayotgan va mo'ljallangan mahsulotga bog'liq bo'lib, o'ziga xos xususiyatlarga ega. Nonvoychilik va oziqa drojgilarni (shu bilan bir qatorda etanol, metanol va parafinlar) tibbiyot antibiotiklari, etil spirti, droji ekstrati, yashil suv o'tlaridan olinuvchi mahsulotlar, fermentlar, aminokislotalar, B₁₂ vitamini, vaksinalar, o'simlikni o'sishi uchun stimulyatorlar va ko'plab boshqa mahsulotlar farmatsevtika, tibbiyot, mikrobiologik va oziq-ovqat mahsulotlarini olish separatlash usuli bilan yarim mahsulotga ishlov berish bilan bog'liq.

Achitqi separatorlari keng foydalaniladi va quyida keng yoritilgan.

Separatsiya jarayoni bilan bog'liq asosiy muammolar bakteriyalar va 0,5-1 mkm va undan ham kichik o'lchamdagi boshqa mayda zarrachalarni ajratib olish uchun hamda jarayonlarni to'xtovsizligini taminlovchi, forsunkalar va yukni tushirish tizimlarini, materialning xususiyatlarini hisobga olgan holatda, yuvish va sozlashni ta'minlovchi samarali separatorlarni yaratish hisoblanadi. Katta hajmdagi kultural suyuqliklarga (ozuqa oqsillari, kristal aminokislotalar va b. ishlab chiqarishda) ishlov berish qiyinchiliklarni tug'diradi. Jarayonning murakkablashishi qayta ishlovga fugat, chunonchi uni tindirish zarurlari tug'ilganda shu bilan bir qatorda mitseliyal

kulturalarni fraksiyalashda sodir bo'ladi. Bakteriyalarni separatsiyalash va suyuqliklarni tindirish uchun 3-chi guruhning tarelka paketlariga ega maxsus apparatlari qo'llaniladi. Biomassa yoki qattiq moddalar tarelkalarning tashqi tomonidagi kameralarda to'planadi. U yerda esa ular mashinani to'xtatgan yoki to'xtatmagan holatda davriy ravishda ko'chiriladi. Mitselial kulturalar ko'pincha filtrlanadi.

Misol qilib $36 \text{ m}^3/\text{s}$ ishlash quvvatiga ega shved firmasiga tegishli "Alfa-Laval" AX 213 yuqori tezliqli markazdan qochma separatori ko'rsatishimiz mumkin. To'plam 15°S dan ortiq sirg'anish burchagi 40° ga teng tarelkalardan iborat. Tindirilgan suyuqlik barabandan bosim ostida chiqadi va maxsus siquv disklar yordamida chiqarib olinadi. Separatsiyalangan qattiq zarrachalar tarelkali barabanning chetidagi maxsus cho'ntaklarda yig'iladi. Yukni chiqarib olish siqilgan havo yordamida harakatga keluvchi maxsus klapanlar yordamida separatori to'xtatilmagan holda aksial kanallar orqali amalga oshiriladi. Chiqarib olingan qattiq zarrachalar uskunadan siklonga tushadi, u yerda aylanish to'xtaydi va yakuniy separatoridan evakuatsiya qilish amalga oshadi.

Filtrlash kam energiyali hisoblanadi, lekin shu bilan bir vaqta separatsiyalashga nisbatan solishtirganda kamroq intensiv jarayon hisoblanadi. Filtrlashga barcha kultural suyuqliklar ham jalb etilavermaydi. Ulardan ko'pchiligi (suyuqliklarning) tez ifloslanuvchi xususiyatga ega. Ba'zida ataylab kultural suyuqlik fraksiyalash maqsadida filtrlashga jo'natilishi uchun kultural o'zgartiriladi (masalan "Pekillo" jarayoni Finlandiya).

Filtrlash uchun qurilma sifatida har xil konstruksiyali filtr presslar, barabanli vakuum filtrlar, lentali press filtrlar va boshqalarni qo'llash mumkin. Filtratsiyaning ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun davriy amaliy filtrlarda filtr yuzada gruntli filtrlovchi qatlam hosil qiluvchi yordamchi filtrlovchi materiallar (YoFM) ishlatiladi. Biomassani aksiomisetlar-antibiotiklarning produtsentlarini kultural suyuqlikdan ajratib olishda grunt qatlamining qalinligi 2,5 mm ni, to'ldirovchining sarfi filtrlashning maksimal tezligida – 8% ni tashkil etadi. Birinchi 15-20 soniyada yuvish qatlamining tqilishi bilan filtrlashga to'g'ri keladi, keyinchalik esa cho'kmaning

to'planishi bilan kechuvchi filtratsiya usuli bo'yicha amalga oshadi, bu esa tezlikni birdan oshiradi. Filtratsiya rejimini to'g'ri tanlash filtratsiya tezligini, filtrlash kukuni sarfini, mitselial cho'kma namligini va mo'ljallangan mahsulot yo'qotilishi belgilaydi.

Fermentli preparatlar ishlab chiqarishda ayniqsa, bakterial kulturaldan kultural suyuqlikni filrtash uchun YoFM sifatida kizelgur (diatomit, infuzor er) bentonit mikrozil, filtroperlit ishlatiladi.

Biomassadan ajratilgandan keyin olingan filtratlar mo'ljallangan mahsulot bilan birgalikda organik va noorganik moddalar kalloid hamda erigan holatdagi oqsillarni ham o'z ichga oldi. Kultural suyuqlikda esa buning aksi kuzatiladi. Ularda koagulyatsiya holatini yuzaga keltirish uchun elektrolit yoki noelektrolitlarni ko'rishi, temperaturani o'zgartirishi ta'sir etishi kerak bo'ladi.

Kolloid va muallaq zarrachalar manfiy zaryadga ega bo'lib elektroforezda harakatchandir. Shuning uchun kolloidni koagulyatsiya qilish uchun unga kation koagulyantlar bilan ishlov berish usuli samaraliroqdir. Fiziologik aktiv moddalarni qisman antibiotiklarni ajratish, tozalash va fraksiyalash uchun asosan polimer reagent-flokkulyantlar ishlatiladi. Noorganik elektrolitlar va issiqlik bilan ishlov berishdan farqli o'laroq flokkulyantlar kultural suyuqliklarni dastlabki tozalashni "yumshoqroq" sharoitlarda amalga oshirilishi ta'minlaydi. Dezintegratorda sorbentlarning ion almashinuvchi mexanik kimyoviy destruksiyanishi yo'li bilan hosil bo'luvchi to'rtli polielektrolitlarni dispergirlangan formalari – yangi turdagi flokkulyatorlarni olish usuli ishlab chiqilgan. Kuchli asosli anionitlar AV-16 va AV-17 va shunga to'g'ri kelagan holatda FAV-16 va FAV-17 lar ishlatiladi. Kultural suyuqliklar aralashmasi- penetsillin va neomisin produtsentlarini koagulyatsiyalari kultural suyuqlikning hajmiga bog'liq holatda FAV-17 uchun 0,05% va FAV-16 uchun 0,1% ni tashkil qiladi.

Flokkulyantlar bir vaqtning o'zida eritma pigmentatsiyasini 2,0-2,5 barabar kamaytiradi. Neomisin ishlab chiqarishda bu holatda antibiotikni chiqimi 10-12% ga oshadi va odatdagidek kultural suyuqliklarga ishlov berishda ishlatiladigan xlorli kalsiyga hojat qolmaydi, trinatriyfosfat sarfi esa 15-20% ga kamayadi.

Flokkulyantlarni qo'llash eritmada oqish miqdorini 45% ga pasaytiradi. Birdan tezlikni pasayishi bilan tiqinlanish rejimida filtratsiyadan chetlanish uchun Yo'qlarni qo'llash bilan filtrlab koagulyrlangan aralashmani ajratiladi.

Kultural suyuqlikning dastlabki ishlov bosqichi sifatida fermentlarni ajratishda oqsilm fraksiyalashni qiyinlashtiradigan protanin sulfati yoki nuklein kislotalarning streptomitsin bilan cho'ktirish jarayonini ko'rsatsa bo'ladi. Ishlov berilayotgan eritmaning yopishqoqligi nuklein kislotalari olishda sezilarli darajada ahamiyatlidir.

Nuklein kislotalarning cho'ktirish usulini tanlashda olinadigan eritmaning yopishqoqligini kamaytirishi effektiga, nuklein kislotalarning yoqotilishiga va asosiy aktivlikning saqlanishi darajasiga amal qilish zarur. Ba'zi mualliflar nuklein kislotalarning cho'ktiruvchisi sifatida protamin va streptomitsin sulfatlarining narxi yuqoriligiga asoslanib, ularni ishlatishga qarshi fikr bildirib, nukleazalar bilan ishlov berishni taklif etishadi. Nisbatan termostabil oqsillarda termolishlov nazarda tutiladi. Dezintegrirlangan nonvoychilik drojijalarni suspenziyasini 50° C da 10 daqiqa davomida va *E. Coli* biomassasini 55° C va 5 daqiqa davomida isitish nuklein kislotalarning 85% yo'qotilishiga olib keladi. H⁺ ionlarining konsentratsiyasi oshishi nukleoproteidlar va aktivmas oqsillarni denaturatsiya va cho'kishiga olib keladi. Lekin bu protsedura alohida ehtiyotkorlikni va ajratilayotgan moddaning stabililik parametrlari bo'lishini talab etadi. Ishlov berilayotgan eritmalarning pH o'zgarishi nafaqat ballast oqsillarini yo'qotishi usuli bo'lib xizmat qiladi balki, yana nomaqbul, hamroh aktivliklarni inaktivatsiyashga olib keladi.

Aytilganlardan ko'rinib turibdiki kultural suyuqliklarga ishlov berish metodlari juda xilma xil va spetsifik, shuning uchun biz ko'rib chiqilgan umumiy prinsiplar va keltirilgan namunalar bilan cheklanamiz.

7.5. Biomassa dezintegratsiyasi

Agar mo'ljallangan mahsulotlar biomassa tarkibida hujayra ichi metabolitlari ko'rinishida bo'lsa dezintegratsiya -- zaruriy texnologik operatsiya hisoblanadi (1.1-rasm 18 holatda keltirilgan).

Dezintegratsiya sifatining asosiy mezonlari – hujayra komponentlari, biopolimer, fiziologik aktiv moddalar va boshqalarni struktura va funksiyalarini maksimal darajada saqlanib qolinishi bilan belgilanadi.

Mikrob hujayralari komponentlarning ko'pchilik qismi har-xil dezintegratsiyasi usullarini talab etadi. Bu usullar fizik- mexanik, kimyoviy-ekstrakt va fiziologiklarga bo'linadi. Dezintegratsiya bir va ko'p bosqichli bo'lishi mumkin.

Yuzlab ma'lum dezintegratsiyalash usullarining ko'pchilik qismi mexanikdir. Ularning orasida boshqarilish qulayligi va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari nisbatan yaxshiligi bilan boshqa usullardan ustun turuvchisi ballistik usul hisoblanadi.

Sanoatda "Manton-Galen" firmasiga tegishli yuqori bosimli gomogenizatorlar 15m-8 VA va KZ modellari qo'llaniladi. Ularning ishlab chiqarish quvvati mos ravishda 54-280 l/soat, bosimlari 550-350 kg/sm² va ishlash temperaturasi 5°C dir. Dezintegratsiya hujayrali suspenziyaga maxsus klapanlar orqali bosim berish bilan amalga oshiriladi. Tegirmonlarning KD5, KD15, KD50, KD200 (bu yerda raqam-geometrik hajmi belgilaydi) modellari, dezintegratorlarning "Nets-LW20 i-LM30" modellari (ikkalasi mikrosharikli, ishlab chiqarish quvvati 2000 l/soat gacha), MSE firmasi ultratovush apparatlari ommalashgan. Mikrob hujayralarini ultratovush bilan parchalash jarayoni ichki hujayravii birikmalarni ajtarish uchun ko'proq qo'llaniladi.

Dezintegrator ishlashining asosiy qonun-qoidasi hujayralar va yuqori quvvatli markazdan qochma maydonda harakatlanuvchi antifrksion, polimer maydalaydigan zarralarning o'zaro aralashishiga asoslangan. Maydalovchi jismlarning zichligi ishchi suyuqlikka mos holatda bir xil bo'lib, aralashtirish jarayonida kam energiya sarfini ta'minlaydi. Uskuna ballistik dezintegratsiyalovchi kamera, boshqariluvchi tiristorli elektr-yurituvchi, boshqarish, signalizatsiya va avaryaviy to'xtatish bloki, kriopristavka, dezintegratsiyalash va maydalash uchun planetar oqar xo'rakdan tashkil topgan.

Dezintegrator sifatida DKM3 va 4 hujayra mikroorganizmlari suspenziyalarini suyuqlik, ekstruzion dezintegratsiyalashga mo'ljallangan namuna sifatida keltirishimiz mumkin. Uskuna ishlashining asosiy qonun-qoidasi mikroorganizmlar

suspenziyasini yuqori bosim (3000 atm.gacha) maydonidan normal atmosfera bosimiga teng maydonga bosim ostida, tiqish orqali o'tkazishga asoslangan.

Dezintegratsiya usullaridan birini tanlash kultura va kerakli mahsulotning aniq xossalari, dezintegratning keyingi ishlovi usuliga, dezintegratsiya maqsadiga (analitika, ishlab chiqarish) va boshqa faktorlarga bog'liq.

Analitik maqsadlar uchun ko'pincha mahsulotni muzlatish bilan ekstruzion dezintegratorlar qo'llaniladi. Mexanik dezintegratsiyalash ishlab chiqarishda keng ko'lamda ishlatilmaydi. Ko'pincha kimyoviy-ekstraksion va fizio-bioqi'nyoviy metodlar qo'llaniladi.

Fizio-bioqi'nyoviy usulda mikroorganizmlarning ichki-hujayraviy metabolitlarini ajratish uchun hujayraning tashqi pardasini parchalash nisbatan yumshoqroq tarzda amalga oshiriladi (masalan, litik fermentlar yordamida hujayrani parchalash).

Amaliy enzimologiyada mikroorganizmlarga yuqori ko'lamda ta'sir etuvchi lizosubtilin G10X litik fermentlarning tozalangan preparati olingan. Bu preparat drojilarni, mog'or, grammusbat va grammanfiy bakteriyalarning hujayralarini lizisga uchratishga qodir.

Hujayralarni dezintegratsiyalashning fermentativ usuli hujayralarni mexanik va kimyoviy dezintegratsiyalash jarayonida parchalanib ketuvchi hujayra ichidagi strukturalarni ajratib olishda ayniqsa foydalidir.

Fermentativ dezintegratsiyalash usullarining rivojiga fermentli preparatlarning baland narxda ekanligi va yuqori sifatli tozalangan litik fermentlarning yo'qligi to'sqimlik qilmoqda. Litik ferment preparatlari odatda nostandart va beqarordir. Bu qi'yinchiliklarni yengishni yo'llaridan biri – immobilizatsiyalangan fermentlarni qo'llashdir.

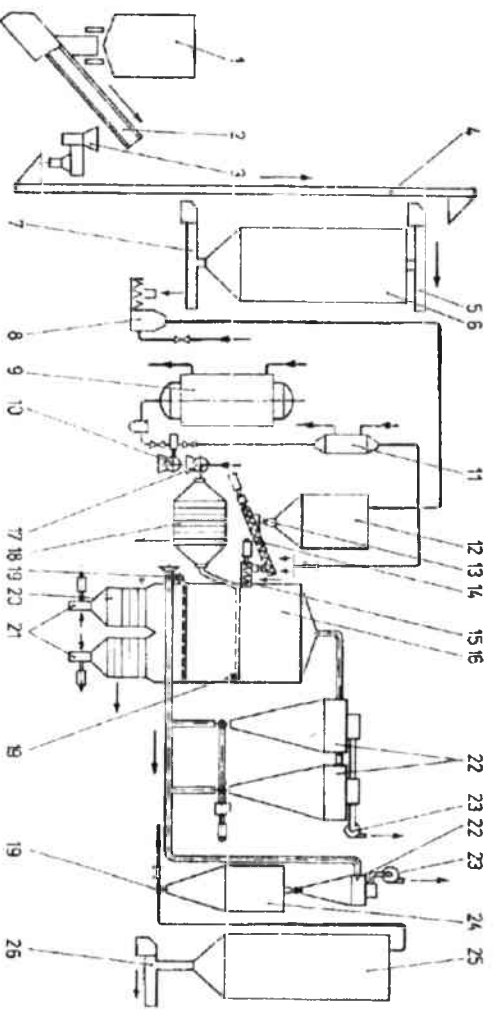
Dezintegratorlarni fraksiyalash juda spetsifik bo'lgani uchun, bu masalada kengroq to'xtalmaymiz.

7.6. Mikrob konsentratlarini olish

Biotexnologiya mahsulotlarining istiqbolli tovar ko'rinishidagi shakllaridan biri konsentratlar hisoblanadi. Ular kultural suyuqliklarning quruq qoldig'i bo'lib

(biomassani hisobga olgan holatda), qisman ishlov berilgan (stabilizatsiya, tozalash, konsentrlash va b.) yoki dastlabki ishlovsiz bo'ladi. Konsentrat ko'rinishida fermentlar, aminokislotalar, vitaminlar, oziqa antibiotiklari, bakterial preparatlar, oqsil gidrolizatlar va boshqalar tayyorlanadi. Konsentratlarning asosiy xossasi: tarkibda mo'ljallangan komponentlardan tashqari boshqa bir qator, oziqa muhiti qoldiqlari, pH ni boshqaruv vodorod yutuvchi va boshqa agentlarni o'zida saqlashidir. Konsentratlar suyuq, kukunsimon va to'ldiruvchili aralashma sifatida bo'lishi mumkin. Kultural suyuqlikning ekstrasellyulyar qismi suvsizlantirilganda amorf holatini saqlab qoladi. Shundan kelib chiqib konsentratlar gigroskopik bo'lib yopishib-birikib qoladi. Buning natijasida namlik sorbsiyani absorbsiya mexanizmi bo'yicha olib boradi chunki, preparatning butun massasi bo'ylab ion va molekularlarning gidratlanishi bilan boradi – umumiy olib qaraganda eritma hosil bo'ladi.

Namunaviy mikrobiologik konsentrat sifatida suyuq va quruq ko'rinishda (gigroskopik dizin va korolizin) chiqariluvchi oziqa hizini ko'rsatishimiz mumkin. Gigroskopik oziqaviy lizinni maydalovchi qurituvchi uskunada ketma-ket quritish yo'li bilan olinadi. Kormozilinni (gigroskopik ko'rinishda bo'lmagan mahsulot) ishlab chiqarish texnologik sxemasi 7.4-rasmda keltirilgan.

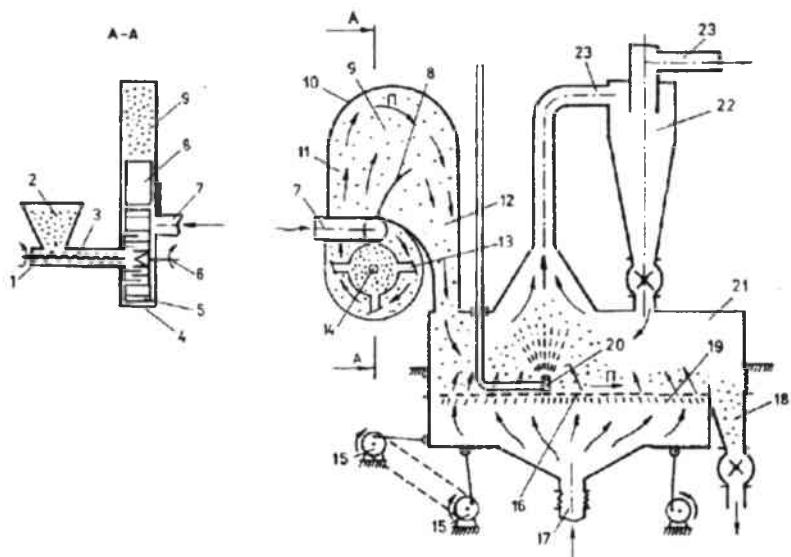


7.4-rasm. Granulatsion liniya oziqa konsentratini ishlab chiqarish texnologik sxemasi

1-usti yopiq temir yoʻl vagoni yoki xapper, 2-1-entati transportyor, 3-elak, 4-noriya (harakatlantiruvchi lentaga oʻrnatilgan) bir mecha kovshli elevatyor; 5-kurakli transportyor, 6-toʻldiruvchi silosi; 7-1-entati transportyor, 8-vintli marba anturuvchi, 9-ilizin suyuq konsentrat (L.SK) reaktori, 10-(L.SK) istigʻdii, 12-toʻldiruvchi bunker; 13-toʻldiruvchi dozatori, 14-shnek-atashirigʻchi, 15-granulyator, 16-quritish uskunasi, 17-qoʻshimcha havo ventilyatori, 18-qoʻshimcha havo kaloriferi, 19-shlyuzli zarjir, 20-asosiy havo kolaniferi, 21-silindrga keluvchi havori oldindan siqib beruvchi kompressor ventilyatori, 22-siklonlar, 23-ventilyatorlar, 24-sovituvchi bunkerlar, 25-granulatsion liniya oziqa konsentrat uchun idishi, 26-granulatsion vagonlarga yuklash yoki keyingi qayta ishlovga joʻnatish uchun transportyor.

Quritishdan oldin kerakli to'ldiruvchi aralashtirgichda isitilgan lizin suyuq konsentrati bilan to'yintiriladi, keyin pasta ekstruzion granulyatorda grunulalanadi va qaytayotgan qatlami qurituvchisida quritiladi. Granulalar keynchalik VAP olish uchun maydalanilishi yoki qadoqlangan holatda iste'molchiga yuborilishi mumkin.

Konsentratlarning fizik-mexanik xususiyatlari asosan tarqatuvchining sorbsion xarakteristikalarini va to'ldirish texnologiyasi bilan belgilanadi. Komponentlarni ko'p marotaba kontaktlash juda samaralidir. Buning uchun inaxsus strukturalash va quritish uskunalarini ishlab chiqilgan (7.5-rasm).



7.5-rasm. Mikrobiologik konsentratlarni suvsizlantirish uchun ikki pog'onali vibro-qaynovchi qatlamli quritishi uskunasi sxemasi:

- 1-aralashtirgich; 2-to'ldiruvchi va quritiladigan material uchun bunker; 3-shnek; 4-aralashtirgichning harakatlanmaydigan qismi; 5-parraklar; 6-rotorning o'qi; 7,17-issiqlik tashuvchini kiritish; 8-qopqoq; 9,10-dastlabki quritish kamerasi; 11,12-kameraning kirish va chiqish kanali; 13-dispergirlovchi moslama; 14-rotor; 15-vibro-uzatma; 16-gaz taqsimlovchi reshyotka; 18-mahsulotni tushiruvchi uskuna; 19-yo'naltiruvchi; 20-quritilayotgan materialni parchalovchi qism; 21-vibro-qaynovchi qatlam quritgichi; 22-siklon; 23-ishlab bo'lgan issiqlik tashuvchining quvuri. Strelka bilan issiqlik tashuvchining oqimi yo'nalishi ko'rsatilgan. P-quritilayotgan mahsulot qatlamining harakatlanish yo'nalishi.

Uskuna aralashtirgichga ega bo'lib, bunker ko'rinishida tayyorlangan, shnek ta'minlovchisiga bog'langan, u esa dispergirlovchi qurilmaga kultural suyuqlik aralashmasini g'ovak tashuvchi bilan uzatishga xizmat qiladi. Qurilma esa qurituvchi kamera kirishida o'rnatilgan.

Dispergirlovchi uskuna o'qqa qotirilgan (3 ta konsentrik yaxlit qator yordamida) harakatlanuvchi qism-rotorda tashkil topgan. Va yana harakatlanmaydigan qism, uchta halqasimon konsentrik joylashgan shtir qatorlari bilan rotorga parraklar qotirilgan.

Quritish kamerasi dispergirlovchi uskuna va vibro-qaynovchi qatlam quritish apparati bilan bog'langan ikkita kirish va chiqish vertikal kanallarni bir ashg'an yari nsilindr ko'rinishida tayyorlangan. Quritish apparatida apparatning o'tuvchi kesim yuzasini o'zgartirishga mo'jallangan qopqoq o'rnatilgan.

Quritish apparati gaz taqsimlovchi reshyotka bilan bog'langan vibrouzatma bilan ta'minlangan. Quritish apparatiga issiqlik tashuvchini uzatish uchun quvur va tayyor mahsulotni tushirib olish uchun mexanizm o'rnatilgan.

Quvur quritish kamerasiga dispergirlovchi uskunaning tepa qismiga, o'qqa parallel holatda o'rnatilgan.

Gaz taqsimlovchi reshyotkaga quritilayotgan materialning qatlami harakati yo'ralishiga har xil bu'chak ostida yo'naltiruvchilar qotirilgan.

Bug'langan kultural suyuqlik changlatuvchi ishlab bo'lgan issiqlik tashuvchi quvuriga o'qlari bir xil qilib o'rnatiladi.

Ishlab bo'lgan issiqlik tashuvchining quvuri mahsulotning changsimon fraksiyasini tutish va quritish apparatiga qaytarishga mo'jallangan siklonga bog'langan.

Lizin oziqa konsentratini g'ovak tashuvchi yordamida olishda qurilma quyidagi tarzda ishlaydi. Bug'langan kultural suyuqlik 45-55% quruq moddalar va 1:2 nisbatda (quruq modda ho'yicha) bug'doy kepaklari-g'ovaksimon tashuvchi bilan birgalikda aralashtirgich bunkeriga uzatiladi. U yerdan esa shnek yordamida qisman aralashib, komponentlar dispergirlovchi uskunaga borib tushadi. Dispergirlovchi uskunaning harakatlanuvchi va harakatlanmaydigan qismi shtirlarining konsentrik qatorlari

orasidan o'tish jarayonida aralashma intensiv holatda aralashadi va markazdan qochma kuch hamda shnek ta'minlagichi tirgagi ta'sirida dispergirlash qismiga kiradi. Dispergirlovchi uskunaning tepa qismiga issiqlik tashuvchi – 160°C temperaturali havo uzatiladi. Quritish kamerasining kirish kanalida havoning tezligi – 4 m/s rotorning aylanish takrorlanishi esa – 300 ayl/daq. Aylanuvchi rotorning parraklari va issiqlik tashuvchining ko'tariluvchi oqimi ta'sirida quritish kamerasining vertikal kirish kanaliga tushuvchi aralashma zarralari muallaq qatlamni hosil qilinadi. Yirik zarralar o'zining og'irligi ta'sirida dispergirlash qismidan qaytadi, maydalari esa quriydi va issiqlik tashuvchining oqimi bilan quritish kamerasining chiquvchi vertikal kanali bo'ylab vibro-qaynatuvchi qatlam quritish apparatiga uzatiladi.

Aralashmaning quritilgan zarrachalari gaz taqsimlovchi panjaraga to'kiladi. Vibratsiya va 120°C temperaturada, 3 m/s tezlik bilan panjaraga uzatiladigan issiqlik tashuvchining oqimi ta'sirida chiqaruvchi mexanizm tomon aralashib yo'naladi. Vibro-qaynovchi qatlam apparatida mahsulot ketma-ket uchta bo'limdan o'tadi. Kultural suyuqlik tomonidan kam to'yingan mayda zarralar issiqlik tashuvchining oqimi yo'nalishi ta'sirida qatlamning yuqori qismiga katta tezlik bilan harakatlanadi. Keyin zarralar ikkinchi qismga – kultural suyuqlikni changlatuqchi (maydalovchi)si o'rnatilgan sug'orish qismiga kelib tushadi.

Sug'orish qismida mahsulotning mayda zarralari kultural suyuqlik bilan to'yinadi va yirikroq agregatlarga yopishadi. So'ngra mahsulotning pastki qismiga tushadi va panjara bo'ylab uchinchi bo'limdan chiqarish mexanizmi tomon harakatlanadi. Uchinchi qisimda 45° burchak ostida mahsulot qatlamining harakatiga qarama-qarshi yo'nalgan issiqlik tashuvchi oqimining ta'sirida harakatlanayotgan qatlamdan sug'orish qismiga mahsulotning mayda fraksiyasini chiqarilishi amalga oshiriladi. Sug'orish mintaqasida kultural suyuqlik bilan mayda zarralar to'yintiriladi, zarralar yiriklashadi va mahsulotning pastki qatlamiga ko'chadi. Shunday qilib kultural suyuqlik bilan tashuvchi bir me'yorga keltirilib, to'yintirish va tayyor mahsulotni tarkibini granulometrik tenglashishga erishiladi. Changsimon fraksiya

siklonda ushlab qolinadi va sug'orish qismiga qaytariladi. Tayyor mahsulot shlyuz ochilib, yopiluvchi mexanizm orqali chiqarib olinadi.

Texnologik sinovlar jarayonida qurilmaning quyidagi texnik-ko'rsatkichlari hamda oziqa lizinini quritish jarayomining texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlari olindi (7.1-jadval).

7.1-jadval

Parametrlar nomi	1- bosqich	2- bosqich
Issiqlik tashuvchining quritish kamerasiga kirishdagi harorat, °C	140	120
Issiqlik tashuvchining quritish kamerasini o'rtacha kesib o'tgan tezligi, m/s	4	3
Quritish kamerasini o'rtacha kesim yuzasi, m ²	0,04	0,10
Rotomig aylanish tezligi, ay/daq.	300	-
Vibratsiya parametrlari		
Amplituda, mm	-	1,8
Chastota, Gs	-	12,5
Issiqlik tashuvchining sarfi, m ³ /soat	580	1100
Material zarralarning o'rtacha ekvivalent diametri, mm	1	3
Materialning hoshlang'ich namligi, %	25	28
Materialning yakuniy namligi, %	9	7
Quritish kamerasini namlik-kuchlanishi, kg/(m ² ×soat)	175	35
UMUMIY XARAKTERISTIKALAR:		
Issiqlik tashuvchining umumiy sarfi, m ³ /soat		1680
Bug'lanayotgan namlik bo'yicha unumdorlik, kg/soat		15,5
Quruq mahsulot bo'yicha unumdorlik, kg/soat		30

7.1-jadval davomi

Apparatning umumiy namlik-kuchlanishi, kg/m ² ×soat		110
O'rnatilgan umumiy quvvat, kVt:		
Elektrodvigatellarniki		10,5
Kaloriferlarniki		50
Gabarit o'lchamlari (ventilyator va kaloriferlarsiz), mm		
Balandligi		3000
Uzunligi		2000
Eni		1200

Olingan qurilmaning solishtirma unumdorligi bug'lanuvchi namlik bo'yicha – $110 \text{ kg/m}^2 \times \text{soatni}$ tashkil qiladi. Havo sarfini kamaytirishga erishilganligining sababi - havo faqat materialni isitish va bug'lanuvchi namlikni chetlatish uchungina sarflanadi. Fontanlanuvchi rejim 1-bosqichi aylanuvchi rotor hisobiga ta'minlovchi, 2-bosqichda esa gaz taqsimlovchi panjaraning vibratsiyasi hisobiga boradi. Bunda quritilayotgan zarralarning o'lchami hal qiluvchi ahamiyatga ega. Boshlang'ich bosqichda 0,5-1,5 mm yakuniy bosqichda 2-4 mm, qaynayotgan qatlamdagi quritishda esa 8-9 mm tashkil qiladi. Bu esa quritilayotgan zarrachalarning o'lchamini kamaytirilishi qanchalik muhim ekanligini ko'rsatadi.

Oziqa lizinmi olishda granulalarning shakli zaruriy hisoblanmaydi, chunki granulalarni oziqa aralashmasiga kiritishdan oldin maydalanishi kerak. Bunda maydalanuvchi granulalarning o'lchami ahamiyatga ega emas.

Shuni aytib o'tish kerakki, maydalash jarayoni preparatdagi lizinni sezilarli darajada yo'qotilishi bilan boradi. Shundan kelib chiqib xulosa qilishimiz mumkinki, granula qancha yirik va mustahkam bo'lsa shuncha uni maydalashga ko'p energiya sarf bo'ladi va lizin yo'qotishlari ham ko'payadi.

7.7. Biomassa olish

Oziqa biomassalari (inaktivlangan), asosan oziqa drojjilari kultural suyuqliklarni separatsiyalash, hujayra massasini plazmolizi, bug'lash, quritish va qadoqlash yo'li bilan olinadi. Nonvoychilik drojjilari plazmoliz va bug'lashsiz ishiab chiqariladi. Biotexnologiyada eng yirik massada ishlab chiqariluvchi biomassa – oziqa drojjilari hisoblanadi. Ularni ishlab chiqaruvchi juda ko'p zavodlar mavjud va ularni olinish texnologiyasi haqida ko'p adabiyotlarda ma'lumot keltirilgan. Shuning uchun biz faqat bu biotexnologiyaning kamroq an'anaviy bo'limlari – vaksina, bakterial o'g'it, sut-achitqi bakteriyalari, silos achitqichlari va boshqa ma'lum preparatlarni ishlab haqida oldinroq yetarli darajada aytib o'tgan edik.

7.3. Turli darajada tozalangan maqsadli mahsulotlarni olish

Bular eng yirik mahsulotlar guruhi hisoblanadi. Ajratish va kinyoviy tozalashning kegroq qo'llaniladigan usullari bo'lib-ekstraksion, ion almashinuvchi va cho'ktirish usullari hisoblanadi. Bu usullarning barchasini farqli jihati- texnologik bosqichlarning sonini ko'pligidir (ajratish-cho'kmalarning filtratsiyasi, ikki va uch bosqichli ekstragirlash, kristallizatsiya, eritmaları vakuüm-bug'lash bilan konsentrlash, quritishning turli usullarini qo'llash va b.). Ishlatilayotgan uskunalarning har-xilligi va murakkabligi uning keng qamroviga (birinchi bosqichda hajm-100 m³ gacha, oxirgisida esa bir necha 10 litrgacha masalan turli unumcorlikga ega sentrifugal, sepearatorlar, druk va nutch-filtrlar, press-filtrlar, vakuüm-baraban filtrlar, turli tizimdagi plyonkahi bug'latgichlar, ion-almashinuvchi kolonnalar, turli konstruksiyali ekstraktorlar, changlatish, muzning sublimatsiyasi) bog'liq Preparatlar asosiy xususiyatlari bo'yicha tashqi muhit ta'siriga sezgir va beqarordir (temperaturani ko'tarishi, eritmaning pH ortishi va b.), shuning uchun kinyoviy tozalash jarayoni preparatlarning barqorrligini maksimal darajada ta'minlovchi sharoitda o'tkazilishi zarur.

Ayniqsa, inyeksiyalar uchun yuqori darajada toza dorivor preparatlarni olish jarayoni ishlab chiqarishning sanitar shartlariga bir qator spetsifik talablarni qo'yadi. Yakuniy bosqichlar (quritish, qadoqlash) aseptik sharoitda o'tkazilishi kerak. Buning uchun nafaqat xonalar, yordamchi materiallar va qurilmalarga maxsus ishlov berish balki, qo'shimcha texnologik usullarni joriy etish kerak: masalan xonaga kiruvchi havoni tozalash kabi usullar.

Fermentatsion jarayonlar va kultural suyuqliklarga ishlov berish haqida avval so'z yuritilgan bo'lsa ham, kerakli sifatidagi maqsadli mahsulot olishni ta'minlashda hisobga olinishi zarur bo'lgan umumiy asosiy qonun-qoidalar haqida to'xtalib o'tamiz.

1. Asosiy fermentatsiyani iloji hancha aktiv tizimlarni ishlatgan holda to'liq assimilyatsiyalanuvchi rangsiz substratlarda o'tkazish kerak. Bu esa kultural suyuqlikda ballast moddalar va maqsadli metabolitlarni minimal miqdorini ta'minlaydi, toza moddalarni ajralishini osonlashtiradi hamda konsentratda

mo'ljallangan mahsulotning miqdorini oshiradi. Lizin olish uchun melassa muhiti tarkibiga sirka kislotasi yoki saxarozani kiritish ion-almashinuvchi qurilmalarni unumdorligini oshiradi. Yagona uglerod manbai sifatida sirka kislotasini ishlatish 50-70% lizin monoxlorgidrat saqlagan konsentrat olishni (melassa muhitida 15-20%) yoki changlatuvchi quritgichda elyuatni bevosita quritish yo'li bilan 97% toza kristall lizin olishni ta'minlaydi. Shunga mos ravishda substratlar va qo'shimcha metabolitlarning qoldiq konsentratsiyasini minimumga yetkazilishi zarur. Bu moddalar konsentratlarning fizik-mexanik xossalarini yomonlashtiradi.

2. Ko'p holatlarda hujayralar o'sishining statsionar fazasida qurib qolishiga yo'l qo'ymaslik uchun fermentatsiya jarayoni intensiv va yaxshi boshqariladigan bo'lishi kerak. Aks holda bu holat kulturani mahsuldorligi kamaytiribgina qolmay kultural suyuqlikning reologik xossalarini ham yomonlashtiradi va ularni keyingi ishlov berish (filtratsiya, sentrifugalash va b.) jarayonini qiymlashtiradi.

3. Kultural suyuqlikga chetki mikroflorani tushishini oldini olish va ishlov berish jarayoniga ketuvchi vaqtni qisqartirish uchun fermentatsiyadan keyingi operatsiyalarni operativligi va sifati katta ahamiyatga ega. Masalan lizin oziqa konsentrati (LOK)ni ishlab chiqarishida mikrobiologik yo'qotishlar umumiy yo'qotishlarning 66% tashkil etadi. Glyukoamilaza kulturali sezilarli darajada yo'qoladi. Shu bilan bog'liq holda mo'ljallangan metabolitlarni stabilizatsiyalash muammosi kelib chiqadi. Stabilizatsiya metodini tanlashda mahsulot yo'qotishlar (mikrobiologik, kimyoviy, shu bilan birga temperatura ta'sirida kelib chiqqan, kombinirlangan bo'lishi mumkin)ning turiga e'tibor beriladi. Bularning ichida mikrobiologik yo'qotilishlar bilan kurashish eng oson bo'lib, (pH ning o'zgarishi, antiseptizatsiya, sovutish, pasterizatsiya va b.), qolgan holatlarda esa jarayonni individual o'rganish zarur.

4. Konsentratlarni olishda jiddiy muammo metabolit konsentratsiyasi bo'yicha kultural suyuqlikni bir me'yorga keltirish hisoblanadi, qoida bo'yicha mo'ljallangan mahsulot standart va aniq tarkibga ega bo'lishi kerak. Bu operatsiyani, ko'proq konsentrlangan yarim-mahsulotlar bilan amalga oshirish texnologik jihatdan osonroqdir. Masalan LOK olishda bug'langan kultural suyuqlik bilan

Biotexnologik mahsulotlarni konsentrlash va tozalashning asosiy jarayonlarini kengroq ko'rib chiqamiz.

Vakuum-bug'latish. Vakuum-bug'latish kimyo va farmatsevtika sanoatida konsentrlashning keng tarqalgan usulidir. Mikroba metabolitlarini olishda dastlabki eritmalarda mo'ljallangan mahsulotlarning konsentratsiyasi ko'p hollarda juda past (1% dan kamroq) shuning uchun cho'ktirish usullarini yoki bevosita quritish usulini qo'llash tejimli emas. Odatda biologik aktiv moddalar yuqori termo-sezgirlikka ega. Bug'lash jarayonida yo'qotishlardan qochish uchun apparaturaga jiddiy talablar qo'yiladi: bug'lanishning past harorati, issiqlik tashuvchi bilan qisqa vaqtli kontakt, to'xtovsiz jarayonni tashkillash uchun imkoniyat, yopishqoq suyuqliklarni bug'latishni ta'minlovchi konstruksiya.

Vakuum-bug'lash texnikasidagi o'sib tufayli issiqlik tashuvchi bilan kontakti soatdan daqiqaga, hatto soniyaga qadar kamaytirishga erishiladi.

Isiyotgan yuza bo'ylab suyuqlikning harakatini tezlashtirish maqsadida, markazdan qochma kuchni ishlatuvchi "Sentrterm" turidan vakuum-bug'lash apparati konstruksiyasi ishlab chiqilgan.

Konussimon qizish yuzasining aylanishi yordamida, rotorning yuzasida bug'lanayotgan suyuqlik yupqa plyonka ko'rinishida bo'ladi (0,1 mmdan kam emas), natijada suyuqlikning apparatda bo'lish vaqti qisqaradi va ko'proq yopishqoq va termolabil xom-ashyolarni qayta ishlash uchun ishlatish mumkin bo'ladi. Suyuqlikning konussimon qizish yuzasida bo'lish vaqti 1-10 son. tashkil etadi. Issiqlik uzatish koeffitsiyenti $7000 \text{ kkal/m}^2 \times \text{soat} \times ^\circ\text{C}$ ga etadi, bu esa sezilarli darajada issiqlik almashinish yuzasini kamaytirishga va kompakt konstruksiyani yaratishga yo'l ochadi.

Yopishqoq eritmalar va termosezgir mahsulotlar eritmalarini bug'latish uchun "Konvap" bug'latish apparati mavjud. Apparat vertikal joylashgan bo'lib, alohida modullardan tashkil topgan va montaj uchun katta harajatlarni talab etmaydi. Apparatda ikkita silindr mavjud bo'lib, mahsulot ichki silindrga pastdan uzatiladi u yerda esa aylanuvchi parraklar to'xtovsiz ravishda mahsulotning yupqa plyonkasini ajratadi. So'ngra issiqlik tashuvchi silindrlar orasidagi halqasimon joyga kelib

tushadi. Konsentrat markazdan qochma kuch va bug' bosim ta'sirida separatorga uzatiladi. Issiqlik berish koeffitsiyenti – $3000 \text{ kkal/m}^2 \times \text{soat} \times ^\circ\text{C}$ ga teng.

Bug'lanayotgan suyuqlikni aralashtirish uchun markazdan qochma kuchni ishlatishning asosiy qonun-qoidasi. Daniya firmasiga tegishli "Niroatomayzer" gorizontal yupqa-plyonkali bug'latish apparati asosi qilib olingan. Gorizontal silindrning ichida ichki issiqlik tashuvchisini uzatuvchi va suyuqlik sepuvchiga ega qarama-qarshi yo'nalishda gofrirlangan silindr aylanadi. Bug'lanish ichki silindr gofrirlangan yuzasida amalga oshadi, konus apparat tomoridan yangilanadi. Issiqlik-uzatish koeffitsiyenti o'rtacha $1000\text{--}1500 \text{ kkal/m}^2 \times \text{son} \times ^\circ\text{C}$.

Bug'lanuvchi namlik bo'yicha unumdorlik harorat va yuza ayirmalariga bog'liq ravishda 200 dan 1200 kg/soat gacha bo'ladi. Apparat termosezgir, yopishqoq va ko'piklanuvchi eritmalar (masalan: penitsilin, streptomisin, tetrasiklin, C va B vitaminlari, proteolitik fermentlar, tripsin, qon plazmasi, limon kislotasi, ichimlik drojilari, glyukoza, fruktoza) va boshqalarni konsentrlash uchun samarali qo'llaniladi.

Og'ma plyonka tipidagi bug'lanuvchi apparatlar termik ekspozitsiyani qisqartirish tufayli tavsiya etiladi. Masalan, "Rudisleben" (Germaniya) kimyoviy-mashinasozlik kombinatiga tegishli, bug'lanuvchi namlik bo'yicha unumdorligi 500 kg dan 20 t/soat gacha bo'lgan bug'lash qurilmalari o'rnatilgan. Qurilmam oziq-ovqat hamda kimyoviy va farmatsevtika sanoatida ishlatish tavsiya etilgan. Qurilma samarali ravishda issiqlik uzatishni ta'minlovchi va mahsulotni isib ketganligi haqida ogohlantiruvchi og'ma plyonka ega uch korpusli vakuum-bug'latish apparatidan iborat. Ikki lamchi bug'ni ikkinchi va uchinchi korpuslarini isitish uchun ishiatlash, konsentrlanayotgan eritmani resirkulyatsiya qilish sistemasi, qurilmani ekspluatatsiya va tozalashning qulayligi, bularning hammasi qurilmaning iqtisodiy-foydali jihatlari hisoblanadi.

Muzlatish. Muzlatish yo'li bilan konsentrlash suvni muz kristallariga aylantirish va mexanik tarzda ajratib olishga asoslangan. Muzlatish jarayonida suvning tarkibi va uni material bilan bog'lanish xarakteri, muzlatish tezligi va chuqurligi, issiqlik

almashishiga va kristallanish vaqtiga bog'liq bo'lgan, hosil bo'luvchi kristallarning shakli katta ahamiyatga ega.

Muzlatishning ko'pgina sxemalari asosan uchta prinsip bo'yicha tuziladi: ko'p bosqichli muzlatish, bir bosqichli resirkulyatsiya bilan muzlatish, sovuq yuzada eritmani changlatish. Muz kristallarini mexanik ajratib olishda (sentrifugalash, vakuum-filtratsiya, separatsiyalash) konsentratni yo'qotilishi kuzatiladi va u qancha ko'p bo'lsa, olingan konsentratning konsentratsiyasi shuncha baland bo'ladi. Bu yo'qotilishlardan chetlashish uchun qor massasini qisman biroz eritiladi va ikki-uch martalik sentrifugalash jarayonlari amalga oshiriladi.

Yo'qotilishlarga qaramasdan, bug'lash apparatlarga qaraganda, muzlatuvchi qurilmalarni ekspluatatsiya qilish arzonroq hisoblanadi. Ayniqsa bu usul o'ta tozalangan fermentli preparatlarni olishda qulaydir.

Cho'ktirish. Suvli eritmalaridan oqsillarni cho'ktirish ularning eruvchanligiga ta'sir etuvchi maxsus moddalarni qo'shishga asoslangan. Laboratoriyada tozalangan ferment oqsillarini olish uchun oqsillarni neytral tuzlar yordamida cho'ktirish metodi qo'llaniladi. Oqsillarni cho'ktirish ularning eruvchanligiga ta'sir etuvchi bir qator faktorlarga, asosan pH qiymatiga va eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq. Eng kam eruvchanlik $pH=pI$ – har bir individual oqsilga o'ziga xos bo'lgan qiymatga teng bo'lganda kuzatiladi. Ammoniy sulfat bilan ishlov berilayotgan eritmaning to'yinuvchanligi ajraluvchi aralashmaning tarkibi murakkabligi sababli empirik usulda topiladi. Bundan tashqari tozalashning turli bosqichlarida anorganik tuz bilan to'yinishi darajasi har xil va ishlatilayotgan mikroorganizm-produtsentga bog'liq.

Har bir aniq oqsilni cho'ktirish uchun elektrolit bilan to'yinish darajasi o'zgacha hisoblanadi. Elektrolit bilan to'yinish darajasini bosqichlab o'zgarishi bilan boruvchi biopolimerlarni fraksiyalash metodining asosida ham shu xossa yotadi. Oltinugurtli ammoniyni nordon va neytral fraksion tuzlari yordamida cho'ktirishni ishlatish ayniqsa ferment kompleksi holatida maqsadga muvofiq bo'lib, organik erituvchilar bilan cho'ktirish usuliga raqobatlashishi mumkin.

Flotoagentlar (toluol, suyuq parafinlarning va boshqalar) ni qo'llanilishi bizga ma'lum. Fermentlarni o'ziga xos tarzda birlashtirishda va cho'ktirishda reagentlar

orasida eruvchan, sintetik yoki tabiiy polimerlar va polielektrolitlar muhim rol o'ynaydi. Kultural suyuqliklardan fermentlar, qisman gidrolazalar olishda tanin va oqsil qo'shimchalari bo'lgan – jelatina, kozein, pepton yoki tanin qo'shilgan jelatina, zardob ishlatish tavsiya etiladi.

Sanab o'tilgan oqsillarni cho'ktirish qobiliyatiga ega polimerlardan –DEAE-dekstran, dekstran sulfati, polietilin, protamin sulfati shunday xususiyatga ega.

Polielektrolitlar bilan cho'ktirish bilan birgalikda, kam eruvchi birikmalar hosil qilish usuli ham ma'lum. Bu usul masa an, *Aspergillus niger* kultural suyuqligidan limon kislotasini ajratib olishni ishlab chiqarish texnologiyasida amalga oshiriladi. Ion-almashinuvchi va ekstraksiya usuli melassa bilan oziqa muhitiga kiruvchi aralashmalar va boshqa organik kislotalarning mavjudligi uchun samarasizdir. Aniq shartlarda pH 6,8-7,0 va 100°C haroratda limon kislotasi, kalsiy gidroksidi yoki mel bilan kultural suyuqlikni neytrallash kam eruvchi kalsiy sitrati hosil bo'lishi bilan boradi. Kalsiy tuzlarini shavel, olma va shakar kislotalari bilan ham yuviladi va konsentrlangan sulfat kislota bilan ajralish reaksiyasiga uchratiladi. Hosil bo'lgan limon kislotasi (yuvuvchi suvlar bilan birgalikda) 16% dan kam bo'lmagan konsentratsiyaga ega bo'ladi va u vakuum-bug'latish hamda kristallizatsiyaga jo'natiladi. Kalsiy sitrat ajratilgan kultural suyuqlik filtrati ishlatiladi.

Sovutish bilan boradigan organik erituvchilar bilan cho'ktirish usuli fermentli eritmalarni konsentrlashning ko'p qo'llaniladigan usullardan biridir. Bu usul oqsilni neytral tuzlar bilan cho'ktirish usuliga nisbatan bir qator ustunliklarga ega va jarayonning iqtisodiy ko'rsatkichlariga o'zining yaxshi ta'sirini o'tkazuvchi regeneratsiyalash jarayoni mavjud. Lekin organik erituvchilar oqsillarni tanlab cho'ktirish xossasiga ega emas.

Membrana jarayonlari. Hozirgi vaqtda mikrobiologiya va kimyo-farmatsevtika sanoatida termik va kimyoviy labil organik birikmalar keng tarqalgan. Bu moddalarni sifatli tarzda ajratib olish uchun ishlab chiqarishning "yumshoq" sharoiti talab etiladi va bu talablarga membrana jarayonlari yuqori darajada javob beradi. Membrana jarayonlarini qo'llash biologik aktiv moddalarni konsentrlash texnologiyasini intensivlashni ta'minlaydi va bu bilan birgalikda katalitik aktivlik yo'qotilishini

kamaytiradi. Ferment saqlagan aralashmalarni ajratishning membrana metodi mahsulotning sifatini oshiradi.

Zamonaviy, iqtisodli membrana jarayonlarini loyihalashning asosi bo'lib yuqori selektiv asetatsellyuloza va sintetik membranalarni olish hamda rivojlantirish xizmat qiladi. 10 yil ichida sellyulozaatsetadin membrana olish vaqtida ularning o'tkazuvchanligini o'rtacha 100 martaga oshirishga erishildi. Dinamik membranalarni hosil qilish sellyuloza atsetatidan olingan membranalariga solishtirganda o'tkazuvchanlikni 2,5 martaga oshirishga imkon beradi.

Suyuq fazali membrana jarayonlari dializ, elektrodializ (ion-almashinuvchi membranalarni ishlatilishi bilan afzal), ultrafiltratsiya, qarama-qarshi osmos jarayonlariga bo'linadi.

Ultrafiltratsiya funksional ravishda oddiy filtratsiyaga o'xshash-biotexnologiya va ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llaniladigan juda suyultirilgan eritmalarini konsentrlashning birinchi fizik usulidir. Ultrafiltratsiyani qo'llash bir qator afzalliklarga ega: oqsil har qanday haroratda faza o'zgarishsiz qoladi, bir vaqtning o'zida ham konsentrlash, ham mineral va quyi molekulyar organik moddalardan tozalash mumkin.

Ultrafiltratsion qurilmalar o'zining juda kam miqdordagi energiya sarfi, oddiy konstruksiyaliligi va ekspluatatsiya qilish osonligi bilan farqlanadi.

To'xtovsiz jarayonlarda ultrafiltratsiya usulisiz fermentatsiya jarayonida fermentlarni ajratish, membrana reaktorlarida olingan mahsulotdan biokatalizatorlarni ajratishida, oqar suvlarni tozalashda va sanoat chiqindilarini utilitatsiya qilish juda qiyin. Biopreparatni ajratib olish bosqichi uchun membranalarni tanlashga empirik ravishda yondashish kamchilik hisoblanadi. Murakkab tarkibli eritmalarining ultrafiltratsion xossalari oldindan aytib berish mumkin emas, chunki membranalar odatda aniq molekulyar massasi toza moddalar bilan standartlashtiriladi.

O'ta toza va kristall ferment preparatlarini olish sxemasining deyarli hammasi ion almashinuvchi xromatografiyaga ega. Eritmalarni konsentrlash metodlari-lifilizatsiya, vakuum-bug'lash yoki muzlatish yetarli darajadagi konsentratsiyali eritmalarini hosil qiladi.

Ferment eritmalarni konsentrlash uchun ultrafiltratsiyani qo'llash c'zining amalga oshirilishini oddiyligi bilan ahamiyatga ega. Biroq bu jarayonga membrana (xossalarga bog'liq bo'lgan) konsentrlanayotgan suyuqlikning xossalari, filtratsiya va uni qo'llashni cheklovchi texnikaga bog'liq bo'lgan bir qator faktorlar ta'sir etadi. Ultrafiltratsiya jarayonini ratsional o'tkazish eritmani puxtalik bilan tayyorlashni talab etadi.

Sorbsiya. Oxirgi o'n yil ichida mikroby sintezi mahsulotlarini ajratib olishda sorbsion jarayonlarni qo'llash bo'yicha tadqiqotlar olib borish sezilarli darajada e'tibor berildi. Ion almashinishini qo'llash nazariyasi va amaliyoti ko'proq aminokislotalar va antibiotiklar ishlab chiqarish sanoatida irrtesiv holatda rivojlandi.

Fermentlarni ajratishning texnologik va laboratoriya-preparativ usullari orasida sezilarli darajada uzilish bor. Odatda, texnologiyada fraksion cho'ktirish usuli ishlatiladi. Laboratoriya praktikasida esa — gel- va ion almashinish, affinnaxromatografiyasi, elektroforez va boshqa usullar qo'llaniladi. Bu jarayonlar qamrovini laboratoriyadan texnologiyagacha laboratoriya texnikasida ishlatiladigan materiallar jarayonlarni intensivlash imkoniyatini inkor etuvchi, qoniyarli gidrodinamik xossalarga ega emas.

Ionitlar va sorbsiya, regeneratsiya yuvishlarini tanlash jarayonida batafsil to'xtalib o'tmaymiz.

Kristallizatsiya va quritish. Mikrobiologiya sintezining bir qator mahsulotlari, organik kislotalar va ba'zi aminokislotalar kultural suyuqliklardan to'g'ridan-to'g'ri kristallizatsiya yo'li bilan ajratilishi mumkin.

Quyidagi sxema bo'yicha itakon kislotasini olish usuli ishlab chiqilgan va sanoatda qo'llaniladi: 0,3-0,5 um.% miqdordagi aktivlangan ko'mir bilan kultural suyuqlikni tindirish, 50-60°C haroratda vakuum ostida 8-10 karra bug'lantirish, sentrifugalash bilan kristallizatsiyalash va kristallarni ajratib olish. Texnik itakon kislotasini chiqish unumi 80% tashkil etadi.

Glutamin kislotasini bug'lantirilgan kultural suyuqlikdan kristallizatsiyalash yo'li bilan 73% unumda olish mumkin. Suyuqlikning konsentratsiyasi 20 g/l dan kam bo'lmasini kerak.

To'g'ridan-to'g'ri kristallizatsiyalash usuli faqatgina oziqa muhitining ishlatilayotgan komponentlari kam bo'yalgan va ballast moddalarni ko'pmiqdorda

o'zida saqlamagan holatlarda amalga oshirilishi mumkin. Melassa saqlagan oziqa muhitlaridagi organik kislotalar va aminokislotalarni kristallizatsiyalash katta yo'qotishlar bilan boradi va iqtisodiy samarasizdir.

Mikrob biosintezida termosezgir mahsulotlarni suvsizlantirish-murakkab texnologik jarayondir. Turli tabiatli materiallarni quritish rejimini va uslubini tanlashda asosiy mezon bo'lib quruq mahsulotning sifati xizmat qiladi. Issiqlik bilan quritishni qo'llash jarayoni mahsulotga harorat va isitish davomiyligi ta'sirini bilishni talab etadi. Turli tibbiyot preparatlarini quritishda sublimatsion usul ko'proq qo'llaniladi. Sublimatsion quritish biologik materiallarni ularni saqlash jarayonida himoya qiladi, chunki namsizlikda ko'pincha kimyoviy, fizik va fermentativ jarayonlar sekinlashadi yoki to'xtab qoladi.

Aytish mumkinki, sublimatsion (liofil) quritish-biologik preparatlarni suvsizlantirishning nisbatan progressiv usulidir.

Fermentlarning ahamiyatli mostabilligiga qaramasdan, quruq preparatlar olish uchun changlatib quritishni ishlatish mumkinligi ko'rsatilgan. Changlatib qurituvchi apparatlarning oddiy konstruksiyaga egaligi va ishlatilishining qulayligi ularni keng miqyosda ishlatilishga sabab hisoblanadi.

Bo'lim yakunida shuni yana bir bor eslatib o'tish kerakki, yuqorida aytib o'tilganlarning barchasi biotexnologiya mahsulotlarini ajratish, tozalash va konsentrlash usullari haqidagi umumiy tushunchalardir.

Ular o'ziga xos bo'lib, juda tez rivojlanmoqda va sanoatda chiqarilayotgan mahsulotlarning ajratilishi va preparativ formalari bo'yicha katta ma'lumot berishi mumkin.

Shuni aniqlik, laboratoriya metodlari juda ko'p va bu sohadagi ilmiy tadqiqot natijalari texnologik uskunaning konstruksiyalarini (separatorlar, dezintegratorlar, ekstratorlar, bug'lash uskunalarini quritish apparatlari, ion almashtiruvchi va ultrafiltratsion qurilmalar va boshqalar) va mikroba metabolitlarini turli tovar formalari olish uchun komplekt texnologik liniyalarni loyihalash hamda rivojlantirishga imkon beradi. Shu bilan bir vaqtda tozalash, ultrafiltratsiya va boshqa membrana sorbsion jarayonlarini istiqbolli metodlari ustida olib borilayotgan tadqiqotlarni rivojlantirish kerak. Bunda asosiy e'tiborni sorbentlar va ultrafiltratsion

membranalarni sanoatlashgan turlarini loyihalash va ishlab chiqishni tashkil etishga ajratish talab etadi.

Xulosa. Fermentatorlarning turlari va kulturalash jarayonining xossalari, mikroorganizmlarni kulturalash tizimlaridagi massa – uzatishning xossalari, biorektor konstruksiyasini tanlash, turli darajada tozalangan maqsadli mahsulotlarni olish usullari berilgan.

Kalit so'zlar: kulturalash, mikroorganizm, biomassa, mikrob, fermentatsiya.

Mustaqil tayyorlanish va qaytarish uchun savollar

1. Davriy fermentatsiya bosqichining sxemasini chizing.
2. Reaktorlar qanday qurilmalar?
3. Uzluksiz ishiydigan reaktor konstruksiyasi, ishlash prinsipi, afzallik va kamchiliklari.
4. Aralshish reaktorining konstruksiyasi, afzallik va kamchiliklari.
5. Aerob fermentatsiya jarayonida kislorodning massa uzatilishi.

GLOSSARIY

Absorber (lat.) – absorbstiya jarayoni amalga oshiriladigan qurilmaning asosiy apparati.

Absorbstiya (lat.) – gaz yoki bug' aralashmasidagi moddalarning suyuqlikka yutilishi. Absorbstiya jarayoni yutgich (absorbent)ning butun hajmi bo'yicha yuz beradi.

Avtoklav (franst.) – qizdirib va atmosfera bosimidan yukori bosim ostida turli jarayonlar o'tkaziladigan apparat.

Agregat (lat.) – mashinaning to'la o'zaro almashinadigan va texnologik jarayonda ma'lum vazifani bajaradigani yiriklashgan, unifikastiyalangan elementi yoki birgahda ishlaydigan bir qancha mashinalarning mexanik birikmasi.

Adsorbentlar (lat.) – yuqori darajada rivojlangan sirtida yutilish jarayoni o'tadigan sintetik va tabiiy jismlar (aktiv ko'mir, silikagel, alyumogel, tabiiy aktiv loylar).

Adsorbstiya (lat.) – gaz yoki suyuqlik aralashmasidagi moddalarning qattiq jism sirtiga yutilishi.

Adenillanish- yo'li bilan fermentlar faolligi o'zgarishining bir turi.

Aerozollar- tutun, chang va tumanlar.

Anaeroblar-kislorodsiz muhitda modda almashinishi va ko'payishini davom ettira oladigan mikroorganizmlar; faqat anaerob sharoitda o'sadigan mikroorganizmlar; fakultativ anaeroblar kislorodli yoki kislorodsiz sharoitda o'sa oladigan mikroorganizmlar.

Antagonist-raqib-mikroorganizmlar hayotini to'xtatuvchi yoki butunlay barbod qiluvchi boshqa bir mikroorganizm.

Antibiotiklar-mikroorganizmlar hayot faoliyati davomida hosil bo'ladigan kimyoviy moddalar; juda oz miqdori ham boshqa mikroorganizmlarga zaharli ta'sir etadi. Antibiotiklar soni hozirda 2000 dan ortib ketgan bo'lib, ularning sintezlanishida zamburug'lar (aspergillar), sho'lasimon zamburug'lar va boshqa

mikroorganizmlar xizmat qiladi; antibiotiklar ishlab chiqarishning Penicillium, Cephalosporium va Streptomyces avlodlariga mansub turlarida ishlab chiqariladi.

Apparat (lat.) – asbob, texnik qurilma, moslama.

Biogenez-tirik organizmlar tomonidan organik birikmalarning hosil bo'lishi.

Biomassa- mikroorganizmlarni o'stirilganida hujayralari massasi yoki tirik organizm massasi; faol biomassa-biologik faollik ko'rsatuvchi massa; quruq biomassa-organizmlarning quruq biomassasi. U ho'l biomassaning 15-30% ini tashkil etadi, ho'l biomassa-suzish yoki aylantrish, ch'ktirish natijasida suyuq ozuqa muhitidan ajratib olingan hujayra massasi.

Bioreaktor-biologik reaksiyalarni amalga oshirishga mo'ljallangan sig'im. Bu atama aerob va anaerob organizm hujayralarini o'stirish uchun zarur bo'lgan sig'imlarda hamda hujayra va fermentlarni to'plashda foydalanadigan naychalarga nisbatan ishlatiladi.

Biosintez-fermentlar ta'sirida tirik organizmlarda oddiy birikmalardan murakkab organik moddalarning hosil bo'lishi.

Biotexnologiya-tirik organizmlar yoki biologik qonuniyat va xususiyatlarning sanoat miqyosida ishlatilishi haqidagi fan yo'nalishi.

Bug'latish- qattiq, uchuvchan bo'lmagan yoki uchuvchanligi yomon bo'lgan moddalar eritmalarini qaynatish davrida erituvchisini va hosil bo'lgan bug'larni chiqarib yuborish jarayoni.

Gidrostatik depressiya- gidrostatik effekt hisobiga eritma qaynash temperaturasining ortishi.

Desorbtsiya (lat.) – yutilgan moddalarni adsorbent, ionit sirtidan yoki absorbent xajmidan chiqarib tashlash. Sorbtsiyaga teskari jarayon.

Distillyatsiya (lat.) – ko'p komponentli suyuq aralashmalarni qisman bug'latish va hosil bo'lgan bug'ni kondensatsiyalash yo'li bilan ularni tarkibian farq qiluvchi fraksiyalarga ajratish.

Diffuziya (lat.) – muhit zarralarining harakati; moddaning ko'chishiga va muhitda muayyan xildagi zarralar konsentratsiyalarining tenglashishi yoki ular konsentratsiyalarining teng taqsimlanishiga sabab bo'ladi. Muhitda makroskopik harakat

(masalan, konvekstiya) bo'lmaganda molekular (atomlar) diffuziyasi ularning issiqlik harakatiga bog'liq bo'ladi; bunday diffuziya molekulyar diffuziya deb yuritiladi. Muhitda temperatura, elektr maydonlari va shu kabilar doimo o'zgarib turganda diffuziya konsentrastiyalarning tegishli gradient bo'yicha muvozanatli taqsimlanishiga olib keladi (termodiffuziya, elektrodifuziya va boshqalar).

Emulsiya- biri ikkinchisida erimaydigan, dispers va dispersion fazalardan tashkil topgan aralashmalar sistemasi.

Konvekstiya (lat.) – muhit (gaz, suyuqlik) makroskopik qismining siljishi; massa, issiqlik va boshqa fizik miqdorlarning ko'chishiga sabab bo'ladi. Konvekstiya muhitning har xil jinsliliigi (temperatura va zichlik gradientlari) sababli yuzaga keluvchi tabiiy (erkin) va muhitga tashqi ta'sir (nasos, ventilyator va boshqalar) bo'lgandagi majburiy turlarga bo'linadi.

Kondensastiya (lat.) – moddalarning gazsimon holatdan suyuq yoki qattiq xolatga o'tishi.

Konstrukstiya (lat.) – biror qurilma, mexanizm va boshqa qismlarning tuzilishi, joylashish tartibi, tarkibi.

Konstruksion materiallar – konstruktion mustahkamlikka ega bo'lgan kuch nagruzkalarini qabul qiluvchi konstrukstiyalarni tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallar. Masalan keramika, shisha, magniy, titan, temir, nikel va hokazo.

Kontakt (lat.) – turli xolatdagi jismlarning bir-biriga tutashish sirti, joyi, zonasi.

Konsentrastiya (lat.) – eritma, aralashma, qotishma tarkibidagi, uning massasi (yoki hajmi) birligidagi modda miqdori.

Konvektiv issiqlik almashinish- oqim o'zagi issiqlik o'tish vaqtining o'zida ham konvekstiya, ham issiqlik o'tkazuvchanlik usullarida amalga oshadi.

Korroziya (lat.) – qattiq jismlarning o'z-o'zidan emirilishi; jism sirtida uning tashqi muhit bilan o'zaro ta'siri tufayli avj oluvchi kimyoviy va elektrkimyoviy jarayonlardan vujudga keladi.

Korpus (lat.) – mashina, mexanizm, asbob, apparatlarning boshqa detallar montaj qilinadigan asosiyismi.

Kristallizastiya (yunon) – bug'lar, eritmalar, erigan metallar,

boshqa kristall yoki amorf xolatdagi moddalardan kristall hosil bo'lish jarayoni. Kristallizastiya biror chegaraviy sharoitda, masalan, suyuqlikning o'ta sovishi yoki bugning o'ta to'yimishi holatiga etganida boshlanadi.

Krivoshipli mexanizm- aylanuvchi zvenosi krivoship ko'rinishida ishlangan quyi kinematik juftli mexanizm

Kimyoviy texnologiyada – odatda material (yoki ishlov beriladigan narsa)ning shakli, xossasi, holati, vaziyatini o'zgartiradigan qurilma.

Kurakli nasos- dinamik nasos,suyuqlikni aylanuvchi ish g'ildiragi kuraklari hisobiga haydaydi.

Ko'piklar- suyuqlik va unda taqsimlangan gaz pufakchalaridan tashkil topgan sistemalar deb ataladi.

Mashina (fr.) – energiya, materiallar yoki informastiyani o'zgartirish maqsadida mexanik harakat bajaruvchi qurilma.

Membrana - bu suyuq yoki gaz aralashmadan bir yoki bir necha komponentni bir tomonlama o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lgan yarim o'tkazuvchan to'siqdir.

Metabolizm- oraliq almashinish, ya'ni moddalarning hujayra ichiga tushgan vaqtidan oxirgi mahsulotlar hosil bo'lgunga qadar aylanishi; katabolizm va anabolizm jarayoni yig'indisi; qorong'ulikda kechadigan metabolizm- mikroorganizmlarning (qizimizi bakteriya ar Rhodospirillum) qorong'ida aerob holda o'sish xususiyati. Bu xususiyat bakteriyalarda nafas olish zanjirining kerakli qismlari borligidan dalolat beradi.

Metabolitlar-metabolizm jarayonida hosil bo'ladigan moddalar.

Mikroorganizmlar uyushmasi-har doim birga uchraydigan va bir-biri bilan bog'liq holda yashaydigan mikroorganizmlar birlashmasi.

Mikroflora-har xil turdagi mikroorganizmlarning ma'lum yashash muhitidagi to'plami; avtohton mikroflorasi; suv mikroflorasi; havo mikroflorasi; balchiq mikroflorasi; odatdagi mikroflora; organizm mikroflorasi; qo'shimcha mikroflora; tuproq mikroflorasi; rizosfera mikroflorasi.

Ochiq tizim – tashqi muhit bilan energiya va moddalar bilan almashinadigan tizim.

Prostess (lat.) – xodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati. jarayon.

Rafinastiya (franst.) – oziq-ovqat mahsulotlari (spirt, o'sunlik moylari va boshqalar)ni aralashmalardan tozalash. Rafinastiyaning gidrastasiya, kislota bilan ishlash, ishqorlar bilan neytrallash, dezodorastasiya va boshqa usullari bor. Nodir metallarni tozalash affina deb ataladi.

Reaktor (lat.) – kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan apparatlar (qurilmalar). Sanoatda kolonna, kamera, avtoklav va boshqa nomlar bilan ataladi.

Sorbentlar (lat.) – gaz, bug' va erigan moddalarni yutadigan qattiq yoki suyuq moddalar. Gaz va bug'ni butun xajmicha yutuvchi suyuq sorbentlar absorbentlar deyiladi. Yutilayotgan gaz, bug' yoki erigan moddalarni yuzasiga to'playdigan qattiq sorbentlar adsorbentlar deyiladi. Ion almashinuvchi smolalar (ionitlar) sorbentlarning alohida guruhiga mansub.

Sorbtsiya (lat.) – gaz, bug' yoki erigan moddalarning qattiq, jism yoki suyuqlikda yutilishi. Sorbstiyaning absorbtsiya, adsorbtsiya, xemosorbtsiya, ion almashinuvchi sorbstiya, kapillyar kondensastasiya turlari mavjud. Sorbstion jarayonlar sanoatda kimyoviy mahsulotlar, gazlar va boshqalarni tozalashda keng qo'llaniladi.

Standart (ing.) – norma, andoza, namuna, o'lcham. Keng ma'noda boshqa ob'ekt (mahsulot)larni taqqoslash uchun dastlabki ob'ekt deb qabul qilingan o'ziga o'xshash namuna, etalon, model. Standart bajarilishi lozim bo'lgan bir kancha shartlardan iborat xujjat xolida, kattaliklar birliklari yoki fizik konstantalar holida yoki taqqoslash uchun biron predmet holida bo'lishi mumkin.

Sentrifuga-ajratkich, cho'ktirgich-markazdan qochish kuchiga asoslangan turli xil aralashmalarni qismlarga ajratuvchi asbob, analitik (laboratoriya) ajratkich, tebranuvchi ajratkich, gorizontal ajratkich, bug'lantiruvchi ajratkich, cho'ktiruvchi ajratkich, tindiruvchi ajratkich, preparativ ajratkich; o'z-o'zini bo'shatadigan ajratkich; suzish yo'li bilan ishlaydigan ajratkich; ko'p bo'limli ajratkich; o'ta tez aylanadigan ajratkich; tabaqalashtiruvchi, tafovutli ajratkich.

Sentrifugalash - suspenziya va emulsiyalarni markazdan 3ochma kuch ta'sirida ajratish jarayoni.

Suspenziya- suyuqlik va qattiq zarrachalardan tashkil topgan turli jinsli sistemalar.

Suyuqlik yordamida ajratish- gaz tarkibidagi qattiq zarrachalarni birorta suyuqlik ishtirokida ushlab qolish jarayoni.

Texnologiya (yunon.) – ishlab chiqarish jarayonida tayyor mahsulot olish uchun ishlatiladigan xom ashyo, material yoki yarim fabrikatlarining holati, xossasi va shakllarini o'zgartirish, ularga ishlov berish, tayyorlash uslublari majmui, xom ashyo, material va yarim fabrikatlarga mos ishlab chiqarish qurollari ta'sir etish usullari haqidagi fan.

Teskari osmos - bu eritmaning erituvchisini o'tkazadigan va dispers faza molekula (yoki ionlar) larini ushlab qoladigan yarim o'tkazuvchan membranalar yordamida bosim ostida filtrlash jarayoni

Tutunlar deb, gaz va unda ta'simlangan 0,3...5 mkm ichamli 3atti3 zarrachalardan tashkil topgan sistemalariga aytiladi.

Faza (yunon.) – ajratish sirtlari bilan chegaralangan va tashqi kuch maydoni bo'lmaganda o'zining barcha nuqtalarida bir xil fizik xossalari bilan xarakterlanadigan geterogen termodinamik sistemaning barcha qismlari majmui. Masalan, gazlarning aralashmasi yoki eritma bitta fazadan, muz-suv-suv bug'i sistemasi uchta fazadan iborat.

Fermenter-ayrim xomashyolarni mikroorganizmlar yordamida biyg'itish uchun ishlatiladigan hamma tomoni berk asbob.

Ferment-biologik katalizator,enzimlar-oqsilning o'ziga xos turi; tirik hujayralarda ham tezlatkich rolini bajaradi.

Filtrlash - turli jinsli sistemalarni g'ovaksimon to'siq - filtr yordamida ajratish jarayonidir. Bunda, g'ovaksimon to'siq suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuboradi ammo muhitdagi qattiq zarrachalarni ushlab qoladi.

Fotosintez-yorug'lik energiyasi ishtirokida o'simliklar, suvo'tlari va ayrim bakteriyalar hujayralarida SO₂ dan organik moddalar hosil bo'lish jarayoni.

Xemosorbtsiya- suyuqlik bilan yutilayotgan gaz kiriyoviy reaksiyaga kirish jarayoni.

Changlar- gaz va unda taqsimlangan 3...70 mkm o'lchamli qattiq zarrachalardan tashkil topgan sistemalar.

Ekstraktsiya (lat.) – qattiq yoki suyuq aralashmani ajratish usuli; bunda ularga komponentlari bir xilda erimaydigan har xil erituvchilar bilan ishlov beriladi. Odatda, ekstraktsiya jarayoni diffuzion apparatlar (ekstraktorlar)da suvda erimaydigan organik erituvchilar (ekstragentlar) yordamida amalga oshiriladi. Ekstraktsiyaga teskari jarayon–reekstraktsiyalash.

Effuziya (lat.) – gazlarning ko'ndalang kesim yuzi kichik bo'lgan tirqishdan sekin sizib chiqishi.

Ekstraktsiyalash- "Suyuqlik – suyuqlik" sistemalarida eritma yoki qattik jismlar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni maxsus suyuqlik (erituvchi) yordamida ajratib olish jarayoni.

ADABIYOTLAR

1. Pauline M. Doran. Bioprocess engineering principles. Academic Press is an imprint of Elsevier 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA The Boulevard, Langford Lane, idlington, Oxford, OX5 1GB, UK Copyright 2013. - 919 Pp.
2. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. –T.: «Fan va texnologiya», 2015.-848 b.
3. Еренгалиев А.Е., Масленников С.Л., Какимов А.К., Тусипов И.О. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств. Учебное пособие. - Семей: СГУ имени Шакарима, 2008. -208 с.
4. Barredo, José-Luis. Microbial Processes and Products. Springer. United States of America, 2016
5. D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J. Doyle, Process Dynamics and Control, third ed. John Wiley, 2011.
6. Z.K. Nagy, Model based control of a yeast fermentation bioreactor using optimally designed artificial neural networks, Chem. Eng. J. 127 (2007) 95-109.
7. L.Z. Chen, S.K. Nguang, X.D. Chen, Modelling and Optimization of Biotechnological Processes: Artificial Intelligence Approaches, Springer-Verlag, 2010.
8. M. Mauter, Environmental life-cycle assessment of disposable bioreactors, BioProcess Int. 7 (S4) (2009) 18-29.
9. Общий курс процессов и аппаратов химической промышленности 2002 Т.2 М.: Издательство: Бином. ЛТЗ. 2014. - 1758 с.
10. A. Parker, 1958, Sterilization of equipment, air and media. In: R. Steel (Ed), Biochemical Engineering, pp. 97121, Heywood, London.

MUNDARIJA

KIRISH.....	5
I BOB BIOTEXNOLOGIYANING MUHANDISLIK REALIZATSIYASI.....	8
1.1 Biotexnologik ishlab chiqarishning texnologiyalari asosiy jarayonlari va qurilmalari.....	8
1.2 Universal texnologik sxema.....	9
1.3 Ozuqa muhitini tayyorlash va sterilizatsiya lash.....	14
1.4 Havoni tayyorlash.....	22
1.5 Produktsentni tayyorlash va jamlash.....	23
II BOB MIKROBIOLOGIK ISHLAB CHIQARISHNING TEKNOLOGIYASI ASOSLARI.....	25
2.1 Oziqa muhitini sterillash uskunolari.....	25
2.2 Yuzaki o'rtirish.....	29
2.3 Yuzaki o'rtirish usullari.....	31
2.4 Mo'ljallangan mahsulotlarni ajratish va tozalash.....	32
2.5 Chuqur o'rtirish.....	33
III BOB BIOTEXNOLOGIK ISHLAB CHIQARISHDAGI ASOSIY JIHOZLAR.....	42
3.1 Fermentyorlar klassifikatsiyasi.....	43
3.2 Gazli fazada quvvat uzatuvchi fermentyorlar (GF guruhi).....	44
3.3 Suyuq fazada quvvat uzatuvchi fermentyorlar (SF guruhi).....	45
3.4 Suyuq va gaz fazali quvvat uzatuvchi fermentyorlar (SGF).....	46
IV BOB KIMYOVIY REAKTORLAR.....	48
4.1 Kimyoviy jarayonlar asoslari.....	48
4.2 Kimyoviy aylanishlar davridagi muvozanat.....	48
4.3 Kimyoviy jarayonlar prinsipial sxemalari.....	54
4.4 Reaktorlar konstruktiviyalari.....	50
4.4.1 Gaz -- suyuqlik reaktorlar.....	50

4.4.2	<i>Piroliz va kreking o'rxonalari</i>	62
4.4.3	<i>Gaz va qattiq jism reaksiyasini amalga oshiruvchi qurilmalar</i>	67
4.4.4	<i>Qattiq katalizatorlarda gaz reaksiyasini amalga oshiruvchi qurilmalar</i>	76
4.5	Reaktorlarning aralashtirish va issiqlik almashinish moslamalari.....	83
4.6	Perspektiv reakstion qurilmalar	101
V BOB	BIOREAKTORLAR	108
5.1	Bioreaktor konfiguratsiyalari.....	108
5.2	Aralashtirish uchun tank.....	108
5.3	Pufak ustuni.....	110
5.4	Havo reaktori.....	113
5.5	Aralashtirgichli va havo rektorlari: ekspluatatsion ko'rsatmalarini solishtirish.....	116
5.6	Katalizatorni zich joylashtirish idishi.....	116
5.7	Suyuq qatlam.....	118
5.8	Tomchi qatlam.....	119
5.9	Bioreaktorlarning konstruksiyasiga amaliy jihatdan yondashuv.....	119
5.9.1	Aseptik tadbirlar.....	120
5.9.2	Kulturalarni fermentyorga kiritish va namunalarni olish.....	123
5.9.3	Yig'ish uchun materiallar.....	125
5.9.4	Parrak, to'sqin va barbotyorlarning konstruksiyasi.....	126
5.9.5	Bug'lanishni nazorat qilish.....	126
VI BOB	FERMENTATSION JIHOZLARNI LOYIHALASH VA ULARNI ISHLASH XUSUSIYATLARI	128
6.1	Fermentyorni sterilizatsiyalash va aseptikani saqlash.....	128
6.2	Termostatlash.....	130
6.3	Ko'pik so'ndirish.....	131
6.4	O'stirish jarayonlarini nazorat qilish va boshqarish	132

VII BOB	FERMENTATSIYA JARAYONLARINI OLIB BORISH...	136
7.1	Biorektor konstruksiyasini tanlash.....	136
7.2	Fermentatorlarning turlari va kulturalash jarayonining xossalari	138
7.3	Mikroorganizmlarni kulturalash tizimlaridagi massa – uzatishning xossalari.....	140
7.4	Kultural suyuqlikni fraksiyalarga ajratish.....	144
7.5	Biomassa dezintegratsiyasi.....	149
7.6	Mikro o konsentratlarini olish.....	151
7.7	Biomassa olish	158
7.8	Turli darajada tozalangan maqsadli mahsulotlarni olish.....	159
GLOSSARIY.....		169
ADABIYOTLAR.....		176

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА I ИНЖЕНЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БИОТЕНОЛОГИИ..	8
1.1 Основные процессы установки технологии биотехнологического производства.....	8
1.2 Универсальная технологическая схема.....	9
1.3 Подготовка питательной среды и стерилизация.....	14
1.4 Подготовка воздуха.....	22
1.5 Подготовка продуцента и сбор.....	23
ГЛАВА II ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	25
2.1 Оборудование для стерилизации питательной среды.....	25
2.2 Поверхностное выращивание.....	29
2.3 Методы поверхностного выращивания.....	31
2.4 Разделение и очистка предназначенных продуктов.....	32
2.5 Глубинное выращивание.....	33
ГЛАВА III ОСНОВНЫЕ ОБОРУДОВАНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	42
3.1 Классификация ферментёров.....	43
3.2 Ферментаторы передающие энергию в газовой фазе (группа GF).....	44
3.3 Ферментаторы передающие энергию в жидкой фазе (группа SF).....	45
3.4 Ферментаторы передающие энергию в жидкой и газовой фазе (группа SGF).....	46
ГЛАВА IV ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ	48
4.1 Основы химических процессов.....	48
4.2 Баланс в периоде химических превращений.....	48
4.3 Принципиальная схема химических процессов.....	54

4.4	Конструкции реакторов	55
4.4.1	Газо-жидкостные реакторы.....	60
4.4.2	Пиролиз и котлы крекинга.....	62
4.4.3	Оборудования выполняющие реакции газа и твёрдых тел	67
4.4.4	Устройства производящие реакцию газа в твердом катализаторе	76
4.5	Устройства реакторов перемешивания и теплообмена	83
4.6	Перспективные реакционные устройства	101
ГЛАВА V	БИОРЕАКТОРЫ.....	108
5.1	Конфигурации биореакторов	108
5.2	Танк для смешивания.....	108
5.3	Столб для пены.....	110
5.4	Реактор воздуха.....	113
5.5	Смеситель и реакторы воздуха: сравнение эксплуатационных показателей.....	116
5.6	Ёмкость для плотного расположения катализатора....	116
5.7	Жидкий слой.....	118
5.8	Капиллярный слой.....	119
5.9	Практический подход к конструкциям биореакторов.....	119
5.9.1	Асептические мероприятия.....	120
5.9.2	Внесение культур в ферменты и получение образцов.....	123
5.9.3	Материалы для сбора.....	125
5.9.4	Конструкции лопастей, ограничителей и барботёров.....	126
5.9.5	Контроль выпаривания.....	126
ГЛАВА VI	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФЕРМЕНТАЦИОННЫХ ОБОРУДОВАНИЙ И ИХ РАБОЧИЕ СВОЙСТВА.....	128
6.1	Стерилизация и хранение асептики ферментов	128
6.2	Термостатирование.....	130
6.3	Пеногашение.....	131

6.4	Контроль процессов роста и управление.....	132
ГЛАВА VII	ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ФЕРМЕНТАЦИИ.....	136
7.1	Выбор конструкций биореакторов.....	136
7.2	Виды ферментаторов и свойства процесса культивирования	138
7.3	Свойства передачи масс при системе окультурации микроорганизмов.....	140
7.4	Разделение культуральных жидкостей на фракции.....	144
7.5	Дезинтеграция биомассы.....	149
7.6	Получение микробных концентратов	151
7.7	Получение биомассы.....	158
7.8	Получение целенаправленных продуктов очищенных в разной степени.....	159
	ГЛОССАРИЙ.....	169
	ЛИТЕРАТУРА.....	176

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION.....	5
CHAPTER ENGINEERING IMPLEMENTATION OF	
I BIOTECHNOLOGY.....	8
1.1 Technologies of biotechnological manufacture and main processes of the device.....	8
1.2 Universal technological scheme.....	9
1.3 Preparation of nutrient environment and sterilization.....	14
1.4 Preparation of air.....	22
1.5 Product preparation and collection.....	23
CHAPTER TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF MICRO-	
II BIOLOGICAL MANUFACTURE	25
2.1 Statistics for sterilization of the nutrient environment.....	25
2.2 Surface growing.....	29
2.3 Methods of surface growing.....	31
2.4 Separation and cleaning of intended products.....	32
2.5 Submerged cultivation.....	33
CHAPTER MAIN EQUIPMENT IN BIOTECHNOLOGICAL	
III MANUFACTURE.....	42
3.1 Classification of fermentors	43
3.2 Fermentors transfer energies in gas phase (group SF).....	44
3.3 Fermentors transfer energies in the liquid phase (group SF)...	45
3.4 Fermentors transfer energies in the liquid phase (group SGF)	46
CHAPTER CHEMICAL REACTORS.....	
IV	48
4.1 Fundamentals of chemical processes.....	48
4.2 Balance in the period of chemical transformations.....	48
4.3 Schematic diagram of chemical processes.....	54
4.4 Reactor designs.....	55

4.4.1	<i>Gas-liquid reactors.....</i>	60
4.4.2	<i>Pyrolysis and cracking boiler.....</i>	62
4.4.3	<i>Equipment performing reactions of gas and solids.....</i>	67
4.4.4	<i>Devices producing reaction gas in a solid catalyst.....</i>	76
4.5	Stirring and heat exchanging devices.....	83
4.6	Promising reaction devices.....	101
CHAPTER	BIOREAKTORS.....	
V		108
5.1	Configurations of bioreacterials.....	108
5.2	Tank for mixing.....	108
5.3	Foam for pillar.....	110
5.4	Reactor for air.....	113
5.5	Mixer and air reactors: comparison of performance indicators.....	116
5.6	Capacitance densely located catalyst.....	116
5.7	Liquid layer.....	118
5.8	Capillary layer.....	119
5.9	Practical approach to the structures of bioreacterials.....	119
5.9.1	<i>Aseptic measures.....</i>	120
5.9.2	<i>The introduction of cultures into enzymes and the preparation of samples.....</i>	123
5.9.3	<i>Materials for collection.....</i>	125
5.9.4	<i>Designs of blades, restraints and barboters.....</i>	126
5.9.5	<i>Evaporation control.....</i>	126
CHAPTER	DESIGNING FERMENTATION EQUIPMENT AND	
VI	THEIR WORKING PROPERTIES.....	128
6.1	Sterilization and storage of aseptics of fermentors.....	128
6.2	Thermostating.....	130
6.3	Foam stop process.....	131

6.4	Control of growth processes and management	132
CHAPTER	CONDUCTING THE FERMENTATION PROCESSES..	
VII		136
7.1	Choice of constructions of bioreaktors.....	136
7.2	Types and properties of fermenter okultivirovaniya.....	138
7.3	Properties of transmission of masses in the system of microorganism occurrence.....	140
7.4	Separation of cultural liquids on fraction.....	144
7.5	Dis ntegration of biomass	149
7.6	Pro duction of microbial concentrates	151
7.7	Obtaining biomass	158
7.8	Obtaining purpose of certain-directed products of cleaned in a different degree.....	159
GLOSSARY.....		169
LITERATURE		176