

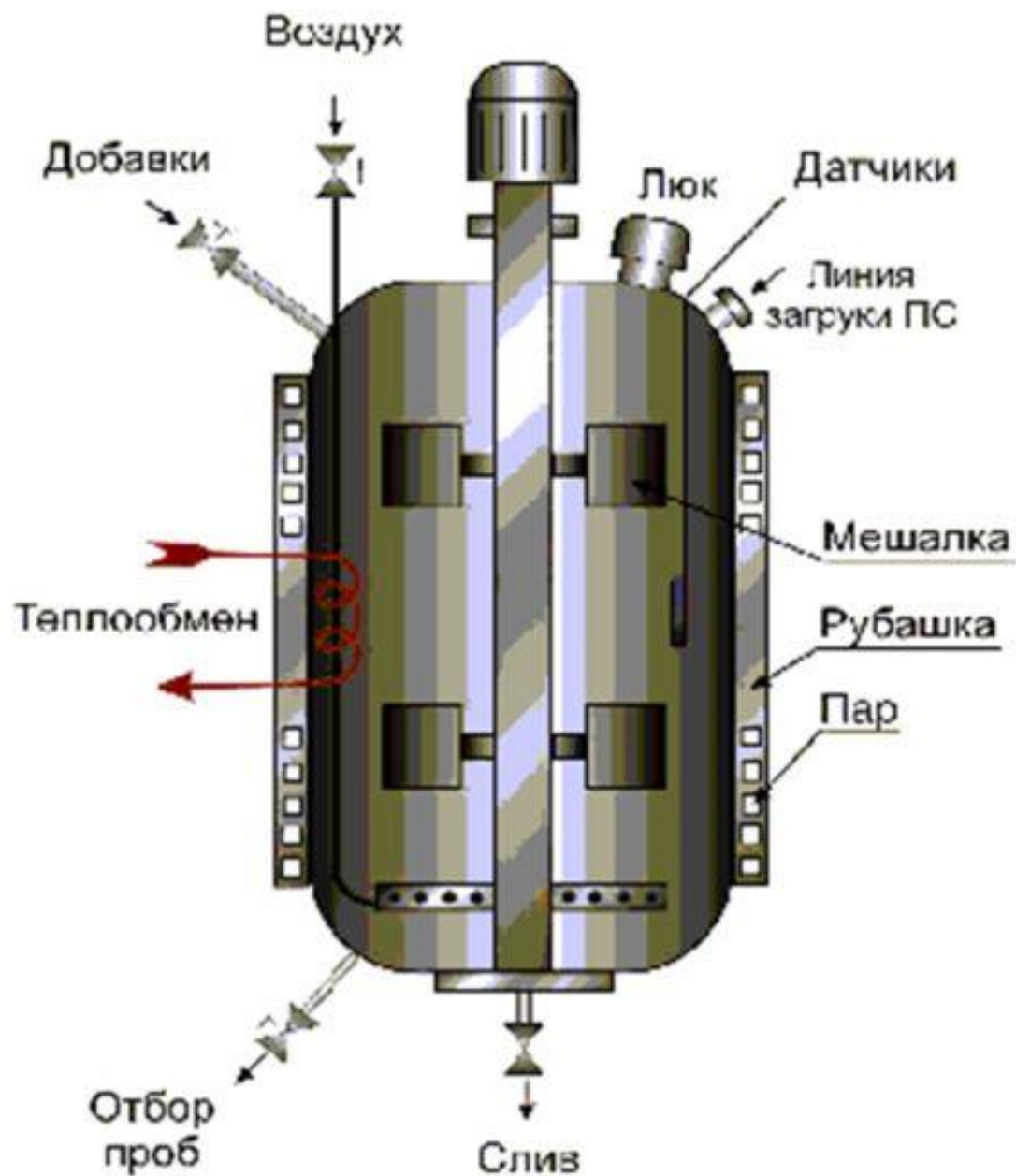
➤ **Тақырып:** *Негізгі ферментациялық құрал-жабдықтар және олардың жіктелуі, негізгі көрсеткіштерді жіктеу және таңдау*

### Жоспар:

- Ферментациялық құрал - жабдықтар олардың жіктелуі, конструкциялық материалдарды таңдау.
- Ферменттерларды өзара салыстыру.
- Белгілі бір өндіріске қажет ферменттерды таңдау.
- Ферменттерларды таңдау.

- **Ферментация** – биотехнологиялық процестің маңызды сатысы, яғни биосинтез кезеңі.
- Ферментация процесі барысында продуцент субстратпен әсерлеседі, нәтижесінде соңғы өнім түзіледі.
- Бұл процесс биохимиялық реакторда (ферментерда) жүзеге асады.
- Ферментерлардың шығарылатын өнімнің түріне байланысты және продуценттің ерекшелігіне байланысты әртүрлі болады.

- **Биореакторлар** (ферментерлер) деп-биосинтетикалық үдерістер жүргізуге арналған сиымдылығы қолданылу аясына байланысты әртүрлі (зертханалық 10 л, пилотты 150 л немесе өндірістік 100 м<sup>3</sup> және т.б.) болып келетін ыдыс қондырғылары айтылады.
- Биореакторларда микроорганизмдер өсіріліп, биомасса көлемі белгілі бір мөлшерге дейін жинақталған соң, қажетті өнім синтезделеді.
- Биореакторларды өте жоғары сапалы болаттардан немесе кейбір кездері титаннан жасайды. Биореактордың ішкі жағы жылтырланған тегісті болуы қажет.
- Биореакторларда көптеген мөлшердегі тірі жасушалар немесе реагенттер мен ферменттердің қосындылары сақталуы мүмкін.
- Биокаталикалық үдерістердің көпшілігі сулы ортада жүреді. Мұндағы басты мақсат, жасушаларды немесе реагенттерді адамдарға қажетті ақырғы өнімін алуға бағыттап индукциялау. Қондырғыда өтетін үдеріс аяқталып біткеннен кейін, дайын өнімдері жиналып алынады.



## Биореактор құрырысы

- Биореакторлардағы басты артықшылық, үдерістер тоқтатылмай, ұдайы жалғасын тауып жатқанда, мұндағы түзілетін өнімдері белгілібір мерзімдер аралықтарында бірнеше қайталана жинап алынады.
- Ферментацияның көп қолданылатын қарапайым тәсілінде қажетті жасушалар, құрамында суы, қоректі заттары, азот көздері және ауасы бар ортаға салынады. Жасушалардың қоректі ортадағы белгілі бір тығыздыққа дейін өсіп-көбеюіне мүмкіндік беріледі.
- Мұндағы жүретін үдерістердің жақсы өтуі үшін, қоректік ортаның құрамында жасушаға қажетті барлық химиялық элементтер болуы қажет. Сондықтан, жасушалардың өсірілу ортасының жағдайы әрдайым қадағаланылып, басқарылып отырылуы тиіс.
- Қоректік ортадағы қоректік заттардың жасушаның айналасындағы айналымын қамтамасыз ету және зат алмасуы нәтижесінде пайда болатын көмірқышқыл газы мен басқа да қажетсіз заттардан арылту мақсатында, төмендеп шаралар жасалынып тұруы қажет:
  - ✓ Деміл-деміл араластырылып тұруы.
  - ✓ Циркуляцияланатын ортада микроорганизмдер суспензиясын пайдалану.

- Қоректік ортадағы ерітілген оттегінің жасушаларға әрдайым жеткізіліп тұрылуын естен шығармау қажет. Жасушалар қоректік орта құрамындағы алғашқы заттардан, адамдарға қажетті заттарды синтездейді. Кейіннен, жасуша шырыны (секреті) ретінде бөлініп шыққан қажетті заттар тазартылып немесе химиялық жолмен өндіріліп алынады.
- Өсірілетін дақылдар мен ондағы алынатын өнім түрлеріне байланысты, биотехнологиялық үдерістер өтуге арналған қондырғыларды:
  - бактериялар мен микроскопиялық санырауқұлақтарды өндіруге арналған;
  - өсімдіктер жасушалары мен ұлпаларын өсіруге арналған;
  - хайуандар мен адамдардың жасушалары мен ұлпаларын өсіруге арналған типтерге бөлуге болады.
- Қондырғыларды бұлайша бөлу, бактериялар мен микроскопиялық саңырауқұлақтарды көбінесе өз құрылымында ферментатор, әртүрлі заттарды (қоректік орта, себепші материалдар, сулы заттар және т.б.) жеткізуге арналған көп корпуслы стерильді бұрандалы тұтқалар (вентил), рН ортасын реттейтін жүйе, ауа жеткізуші қамтамасыз етуші жүйе, ионбасушы, электрлік қоздырғышы бар бір типті биореакторларын қолдану мүмкіндігінен туындаған.

- Периодты әсермен жұмыс атқаратын ГСФ тобындағы ферменттерді өндіріске 1944 жылдардан бастап антибиотиктер, дәрумендер өндіру мақсаттарында қолданысқа енгізді.
- Негізінен, ферментаторлардың құрылысы мен атқаратын қызметтері бір-біріне ұқсас болғандықтан, оларды жалпылай алғанда - стеридті, яғни ауасыз жұмыс істейтін (анаэробты) және ауа жеткізіліп тұрылатын (аэробты) деп екіге бөліп те атайды.
- Аэрацияланатын (аэробты) биореакторлар өз кезегінде араластырғыштары (қозғағыш) бар және жоқ болып бөлінеді.
- Соңғы кездері мембраналы биореакторлар, жалпақ пішінділері және т. б сынақтан өткізіле бастады.
- Биореакторларды құрастыру кезінде, әртүрлі микроорганизмдер өкілдерінің биологиялық үдерістерінің өту мерзімі есепке алынады.
- Ферментаторлардың көлемі, оның сыртқы диаметрінің биіктігіне қатынасымен анықталады және бұл қатынас көбінесе 1:2 ден 1:6 дейін аралықта болады.

# Қажетті энергия көздерінің жеткізілуіне байланысты жіктелуі:

- Әржақты және көп қолданылатын ферментаторлар қатарына, анаэробты және аэробты түрлер жатады. Бұл ферментаторларды өз кезегінде араластыру үшін қажетті энергия көздерінің жеткізілуіне байланысты:
- газды фазалы (ГФ);
- сұйықтық фазалы (СФ),
- газды және сұйықтық фа-залы (ГСФ) деп бөледі.
- Келтірілген классификация арқылы ферментерлердің конструктивті бөлшектеріне лайықты инженерлік есептеулер мен олардың жұмыс режимдерінің біртекті әдістерін қалыптастыру мүмкін болады.
- Осы үш типті ферментерлер-дің көптеген элементтерінде жалпылай ұқсастық бар. Мұндағы негізгі айырмашылықтар - аэрациялайтын және араластыратын белгілерінде ғана.

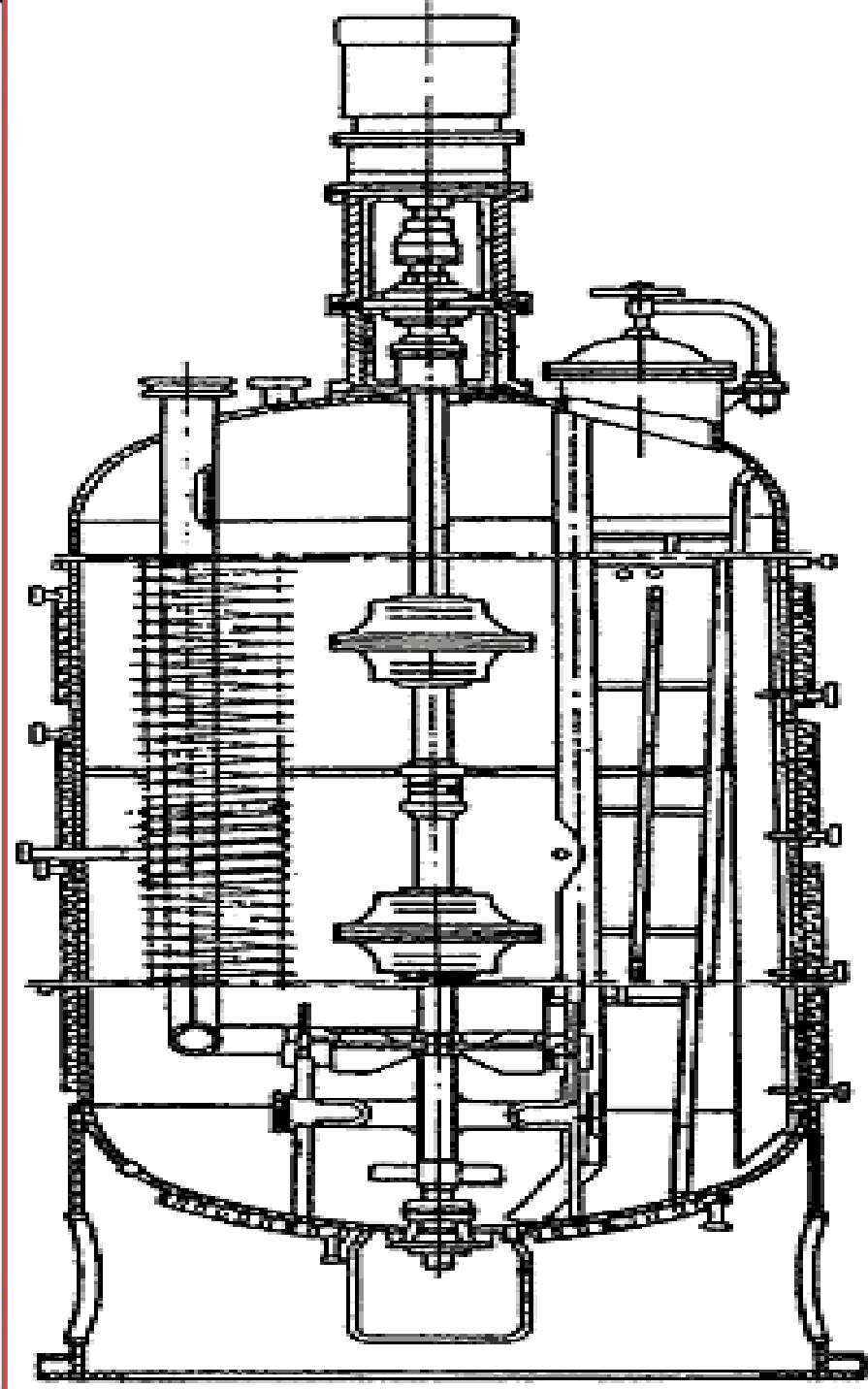
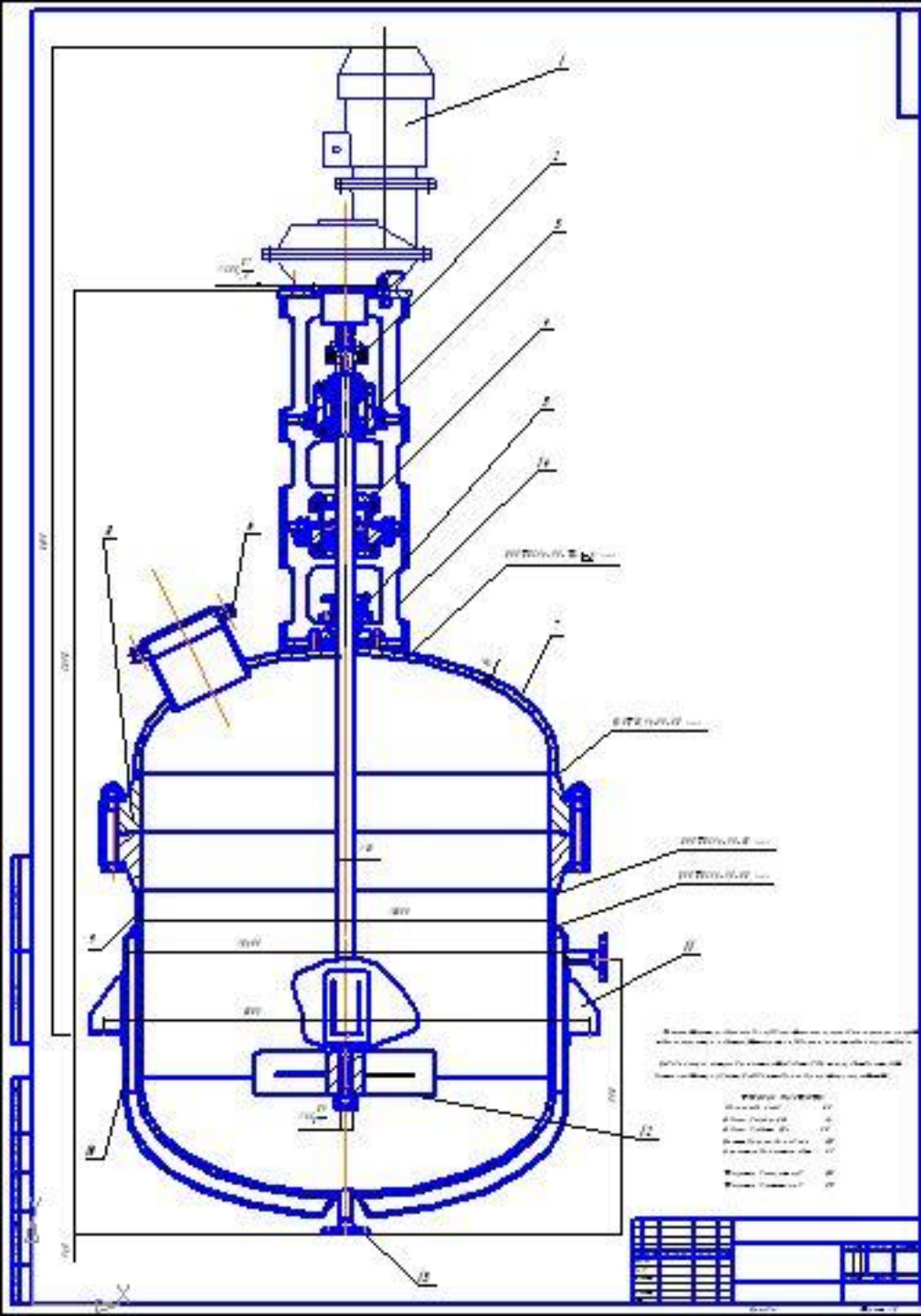


- ГФ тобындағы ферментаторлардың ішіндегі конструктивті сипаты түрінде сыйымдылығы  $63 \text{ м}^3$  келетін эрлифті пішінін айтуға болады. Бұл қондырғыда механикалық араластырғыштың болмауы себепті, асептикалық жағдайды ұстап тұру оңай. Ортаның аэрациясына қажетті ауа ферментатордың ішінен вертикалды орналасқан түтік арқылы беріледі. Диффузордың төменгі жағында орналасқан және конструкциясы шығатын ауаның ұйытқуын тудыратын аэратор арқылы, қоректік орта ауамен камтамасыз етіледі. Газды-сұйықтық диффузор арқылы жоғары көтеріліп, оның шеті арқылы араластырылады. Дәл осы аймақта ауаның бір бөлігі қондырғыдан шығарылса, бұдан тығыз орта ферментатор мен диффузор аралықтарындағы дөңгелек алаңқайларға араластырғыштар, аэрациялық және жылудан босатуға арналған құрылғылары болады.
- Осындай жолмен ферментатордағы ортаның қайталанатын циркуляциясы жүзеге асып отырылады. Ферментатор ішінде биологиялық үдерістер нәтижесінде пайда болатын ыстық ауаны шығаруға арналған арнаулы түтік (змеевик) болады, және қондырғы секциялық бөлімдер арқылы қорғалады. Қазіргі кезде мұндай ферментаторлардың сыйымдылығы 25, 49, 63 және  $200 \text{ м}^3$  арналған түрлері бар.
- Микробиологиялық өндірістерде, сұйық парафинде ашытқыларды өсіруде, арнайы сору қабілетті араластырғышы бар ферментатор пайдаланылады. Оның сыйымдылығы  $800 \text{ м}^3$  (жұмыс сыйымдылығы  $320 \text{ м}^3$ ) және олар 12 секцияға бөлінген. Ферментациялық орта осы секциялардың барлығынан кезеңмен өткізіліп, ең соңғысында құрамында парафин мөлшері аз, ал биомассаға өте бай болып келетін культуралды сұйықтығы алынады.

# Биореакторлар 3 топқа бөлінеді:

1. механикалық араластырғышы бар реактор
  2. араласу үшін барботаж колонна арқылы ауа жіберіледі
  3. ішкі және сыртқы циркуляциясы бар эрлифтты реактор: культуральды ортаны ауа ағынымен циркуляуиялау және араластыру, онда культуральды ортаның жоғарғы және төменгі қабаттар арасында тығыздық градиенті пайда болады.
- Бірінші типтегі биореакторды жиі пайдаланады, онда технологиялық жағдайды жеңіл өзгертуге болады және өсетін жасушаға ауаны тиімді жеткізеді. Осындай реакторда ауа культуральды ортаға қысым астында көптеген кішкентай тесіктері бар шашыратқыш – сақина арқылы беріледі. Осы кезде ұсақ ауа көпіршіктері түзіледі, осының есебінен біртектітаралуын қамтамасыз ету мақсатында механикалық араластыру түзіледі. Осы мақсатта бір немесе бірнеше араластырғыштар пайдаланады. Араластырғыштар ауаның ірі көпіршіктерін бұзады, оларды реактордың барлық көлеміне таратады және культуральды ортаға келу уақытын арттырады. Ауаның таралу эффективтілігі араластырғыш түріне, айналым санын, ортаның физикалық- химиялық қасиеттеріне тәуелді.

- Культуралды ортаны интенсивті араластыру кезінде көпіршік түзіледі, сондықтан биореактордың жұмыс көлемі жалпы көлемінің 70% - нен аспау қажет.
- Ерітіндінің бетінде еркін таралу негізінде буфер ретінде пайдаланады, бетінде көбік жиналады, солай культуральды сұйықтық шығынға ұшырамайды.
- Көбік түзгіш сұйықтық аэрация жағдайында жақсы, қатты ерітінді жағдайында емес. (Көбік қабатын үздіксіз араластыру және циркуляциялау кезінде, кейбір жағдайда микроорганизмдер культуральды сұйықтықта емес кезде).
- Көбіктермен бірге фильтр тесіктерін ылғалдауға әкелуі мүмкін. Биореактордан ауа арқылы шығады, ауа ағымының азаюы және ферментерге бөгде микроорганизм түсуінен.

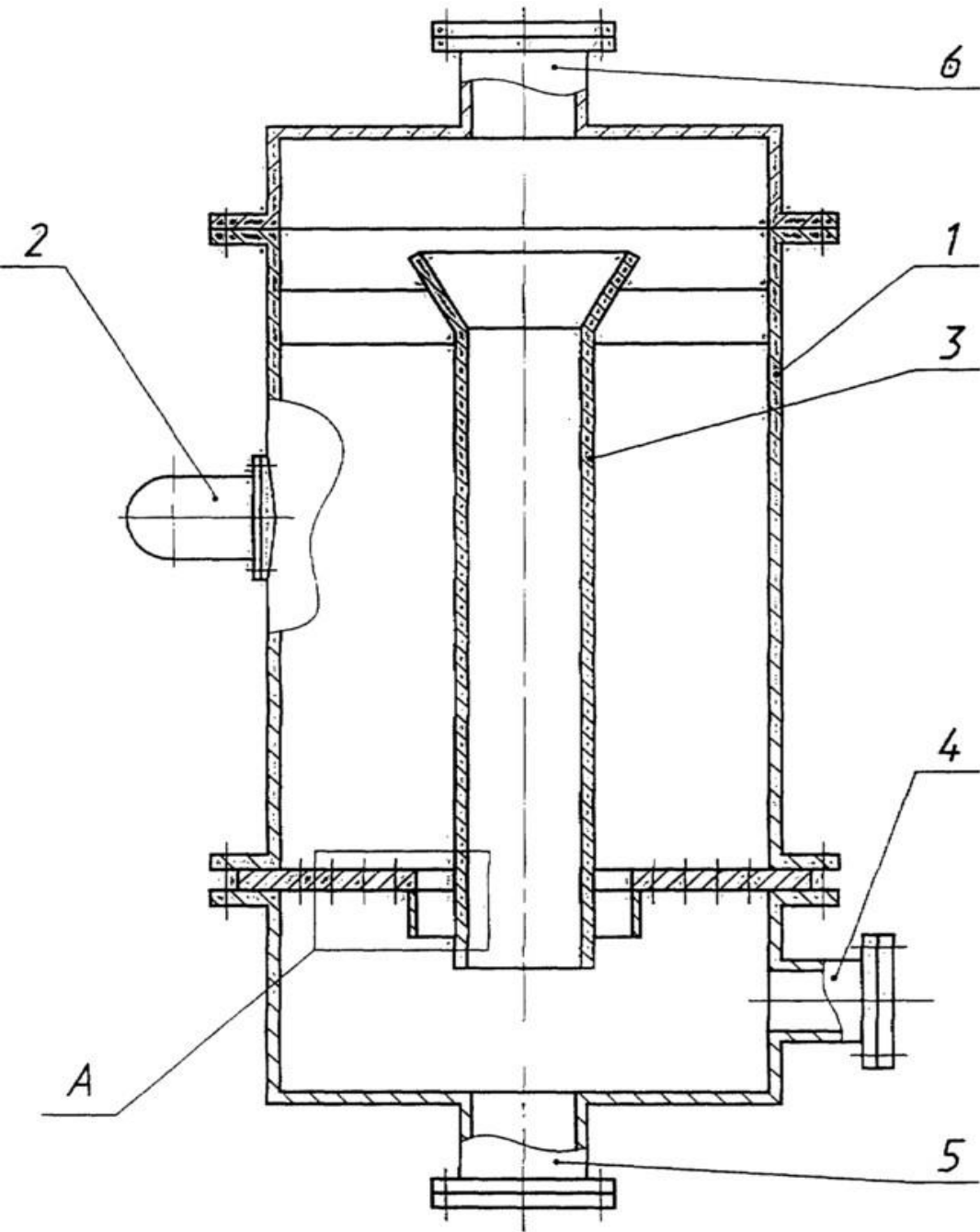


## Барботажды колонна мен эрлифты биореакторлар

- Барботажды колонна мен эрлифты биореакторлардың конструктивті ерекшелігі. Бұл ферменттерлердің механикалық араластырғышы бар биореактордан едәуір артықшылығы бар.
- Барботажды колонна анағұрлым экономды, Оларда араластыру барлық көлемінде біркелкі ауа ағымы болады.
- Механикалық араластырғыштың болуы биореакторға бөгде микроорганизмдердің енуінің бір жолы болып табылады. Барботажды биореакторларда күшті гидродинамикалық толқулар болмайды. (культуральды орта сұйықтық қабаттарының бір –біріне жылжуы).

## Жылжытатын факторларды келесі себептермен азайту керек

- ❑ Трансформирленбегеннен қарғанда, рекомбинантты микроорганизм жасушасының беріктігі төмен;
- ❑ Сыртқы әсерге жасуша синтезделінген ақуыздардың мөлшерінің азаюы мен жауап береді, соның ішінде рекомбинантты
- ❑ Жылжытатын эффект әсерінен жасушалардың физикалық-химиялық қасиеттері өзгеруі мүмкін. Бұл ары қарай жұмыс істеуді қиындатады (бөлу жағдайы төмендейді, рекомбинантты ақуызды тазалау)



Барботажды  
колонналы  
био-реактор

Фиг. 1



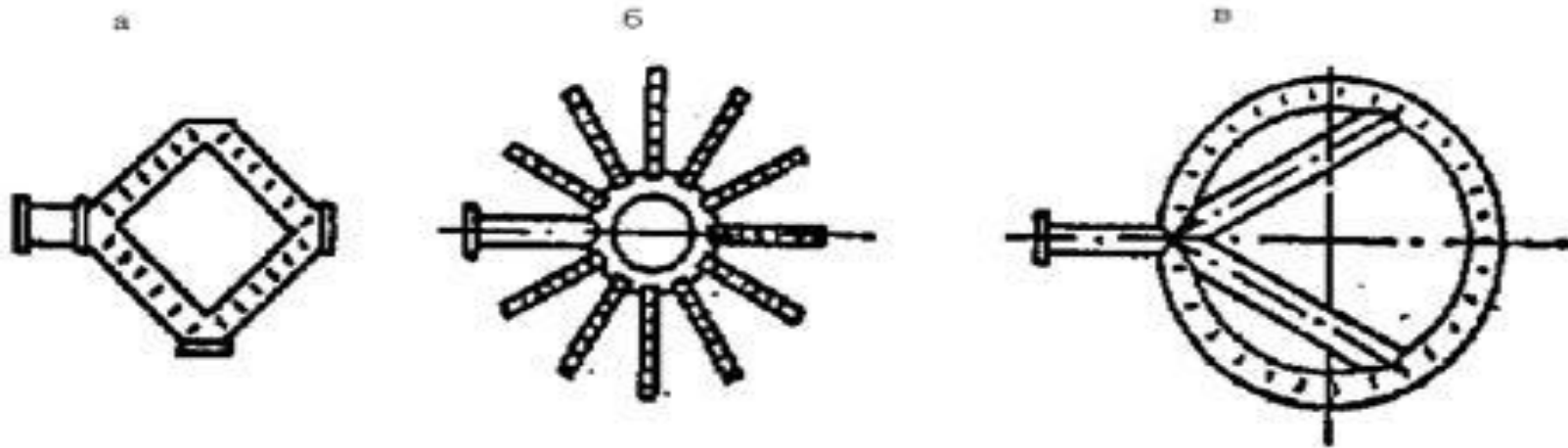
# ФЕРМЕНТЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ

- Ферменттердің құрылысы микроорганизмнің тіршілік етуіне, өсуіне қолайлы орта жасау үшін жылуды және зат алмасуды қамтамасыз етуде қажет.
- Ферменттерлер жабық цилиндрлі сосуд ыдыс, арнайы қондырғымен жабдықталған:
  - 1) ауаны беру үшін және диспергирлеу үшін;
  - 2) ортаны гомогенизациялау үшін;
  - 3) көбікті сөндіру үшін;
  - 4) қыздыру және салқындату үшін;
  - 5) бақылау - өлшегіш аспаптар үшін.
- Ферменттердің құрылысын таңдауда микроорганизм - продуцентінің түрлерін және биосинтездің соңғы өнімін қолдану ескеріледі. Ферменттердің атқаратын қызметіне қарай лабораториялық, жартылай өндірістік және өндірістік болып бөлінеді. Ферменттердің принципіальды құрылысын бөлуге болмайды, бірақ ферменттердің атқаратын қызметіне қарай әр түрлі сыйымдылықта болады  $0,001\text{ м}^3$ -тан бірнеше жүз куб метрге жетеді.



- Ферменттер негізгі материал – тот баспайтын болаттан дайындалған. Лабораториялық аппаратшыныдан жасалған. Негізінде энергия жүргізу әдісімен және қоректік ортаны аэрациялаумен ферменттердің құрылысы анықталады. Осы принципі бойынша ферменттерді үш топқа бөлуге болады:
- 1. газды фазаға энергия жүргізілген ферменттерлер;
- 2. сұйық фазаға энергия жүргізілген ферменттерлер;.
- 3. комбинирленген энергия жүргізілген ферменттерлер.

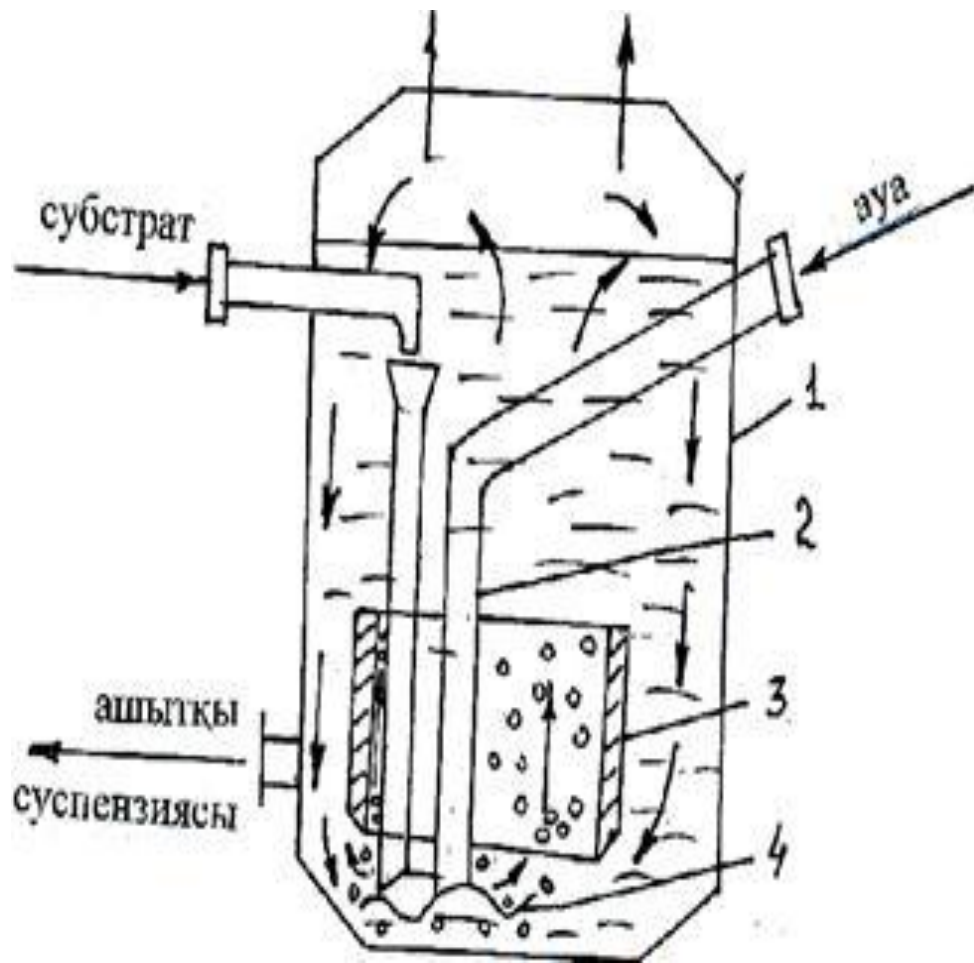
- Газды фазаға энергия жүргізілген ферментерлер. Аппаратта культуральды сұйықтықты сығылған ауамен аэрациялаумен және араластырудың бұл түрі ферментерге белгілі бір қысымның берілуімен іске асырылады. Компрессордың жұмыс істеуіне энергия жұмсалады. Ферментерлердің құрылысы ауаны беру әдісімен және барботердің, аэратордың құрылысымен ажыратылады (11 сурет). Барботердегі саңылаудың жалпы ауданы өткізгіш құбырдың көлденең ауданынан кем болмауы керек, сол жерден ауа жүргізіледі.



11 сурет-Барботердің негізгі түрлері:  
а-тік бұрышты; б-ай тәрізді; в-сақиналы;

- Барботажды ферментердің құрылысы жағынан қарапайым. Формасы цилиндрлі темір ыдыс болып келеді. Аппараттың түбінде ай тәрізді барботер орнатылған, одан сығылған ауа беріліп отырады.
- Аппарат резервуар түрінде болуы мүмкін, түбінде барботер орналастырылған, тік бұрышты перфорирленген қақпағы бар ауа таратқыш қорап (тесіктің диаметрі 0,3-0,5 мм). Аэрациялаудың тиімділігі қораптың тесігінен шыққан газдың жылдамдығының жоғарылау есебінен болады. Аппаратта салқындатқыш қондырғы орнатылған, ол канал түрінде мұздай су жүретін коллектормен қосылған.
- Қазіргі кезде елімізде бұл аппараттар ВДА – 30 және ВДА – 100 маркалы болып шығарылады (цифрлары аппараттың сыйымдылығын көрсетеді м<sup>3</sup>). Ферментерлер ашытқы өсіру үшін қолданылады, ашытқы өсіргіш аппарат деп аталады.
- Диффузорымен аппарат (эрливті аэратормен) жабдықталған. Ол аппараттардың ішіндегі кеңінен таралғаны. Ашытқы өсіруші аппарат Лефрансуа аппаратының құрылысы (12 сурет) келтірілген. Ферментердің ішінде шашыратқыш аппарат цилиндрлі – диффузор болады, ол сұйықтықты айналдырады. Сақиналы аэратор саңылауы арқылы ауа жібергіштен жіберіледі, қоректік орта аэратордың астында орналасқан кюветаға келіп түседі. Сұйықтықтың қабықшасы кюветаның шеттері арқылы асып төгіліп аэратордың саңылауынан шыққан ауамен кездеседі. Нәтижесінде сұйықтық тығыздығынан тығыздығы аз көбікті эмульсия пайда болады және ол шашыратқыш-диффузор бойымен жоғары көтеріледі. Көбік эмульсиясының бетінен ауа бөлініп және аппараттан шығарылады. Сұйықтық қалған көбікпен бірге диффузор мен аппарат корпусының арасынан төмен қарай жылжиды. Жылуды шығару сыртқы қабырғаның салқындауымен іске асырылады, сондай – ақ мұздай су диффузор мен қабырғасының арасымен беріледі.

- Аппараттың құрылысының артықшылығы, механикалық араластырғыш пен механикалық көбік сөндіргіштің болмауы. Кемшілігі ауаның мол мөлшерде жұмсалуды. Аппараттың бұл тобы ашытқы өндірісінде сонымен қатар амин қышқылы мен антибиотик өндірісінде кеңінен қолданылады.



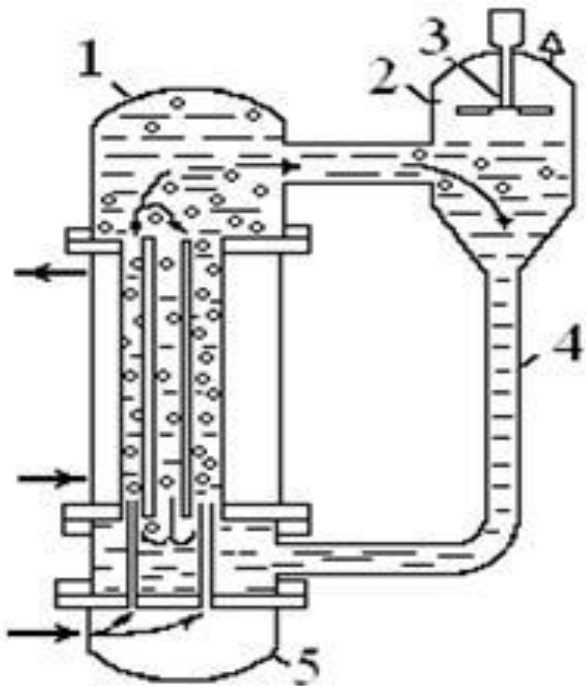
12 сурет  
Лефрансуа

1-аппарат

2-ауа үрлегіш;  
3-диффузор;  
4-кювета.

## Түтікшелі ферментерлер

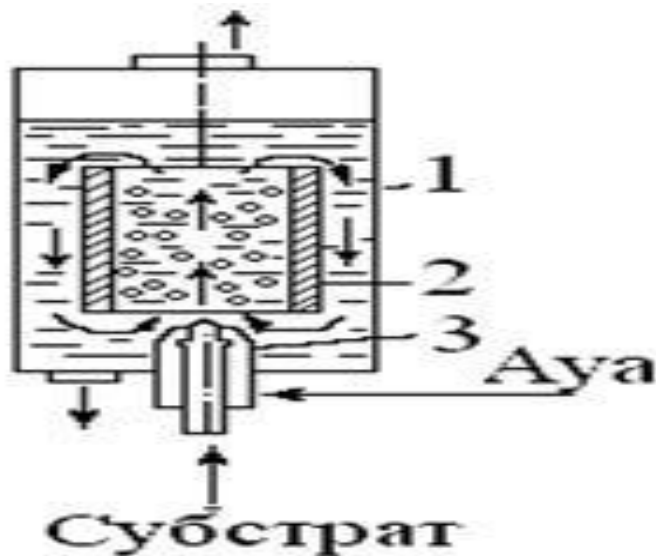
- Түтікшелі ферментерлер (газлифті) түтікше типті реактордан және сепаратордан тұрады және циркуляциялық құбыр бір-бірімен жалғасқан. Реактордың төменгі бөлігінде ауа камерасы бар, содан сығылған ауа жіберіледі (13 сурет). Ауа камерасынан ауа диаметрі 4 мм барботер - құбырына келіп түседі және жоғары жылдамдықпен диаметрі 56 мм құбырмен сұйықтық жоғары жылжиды. Реактордың жоғарғы камерасында ауаның жарты бөлігі сұйықтықтан бөлініп реактордан шығарылады, ал сұйықтық ауа төменнен жоғары қарай жүрмейтін құбырға келіп түседі.



13 сурет - Газлифті ферментер:  
1-құбырлы реактор; 2-сепаратор;  
3-механикалық көбік сөндіргіш;  
4-циркуляциялы түтік;  
5-ауа камерасы.

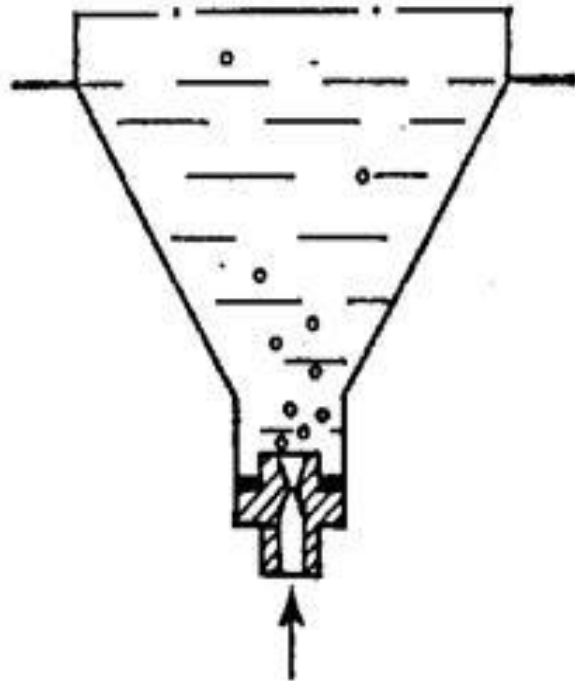
# Ауа таратқышы мен форсункалы ферментатер

- Аппараттың негізгі құрылысының ерекшелігі – ол сығылған ауаны беретін форсунка.
- Форсунка аппараттың түбіне бекітілген, ал форсунканың астында диффузор шашыратқыш орнатылған (14 сурет). Белгілі жылдамдықпен форсункадан ауа шығарылады, ал культуральды сұйықтық диспергирленеді.
- Жеңіл ауалы-сұйықтық эмульсиясы диффузормен жоғары көтеріледі, сонда ауаның бір бөлігі сұйықтықтан бөлініп тығыздығы жоғары болса диффузор мен корпусстың қабырғасының арасынан жіберіледі



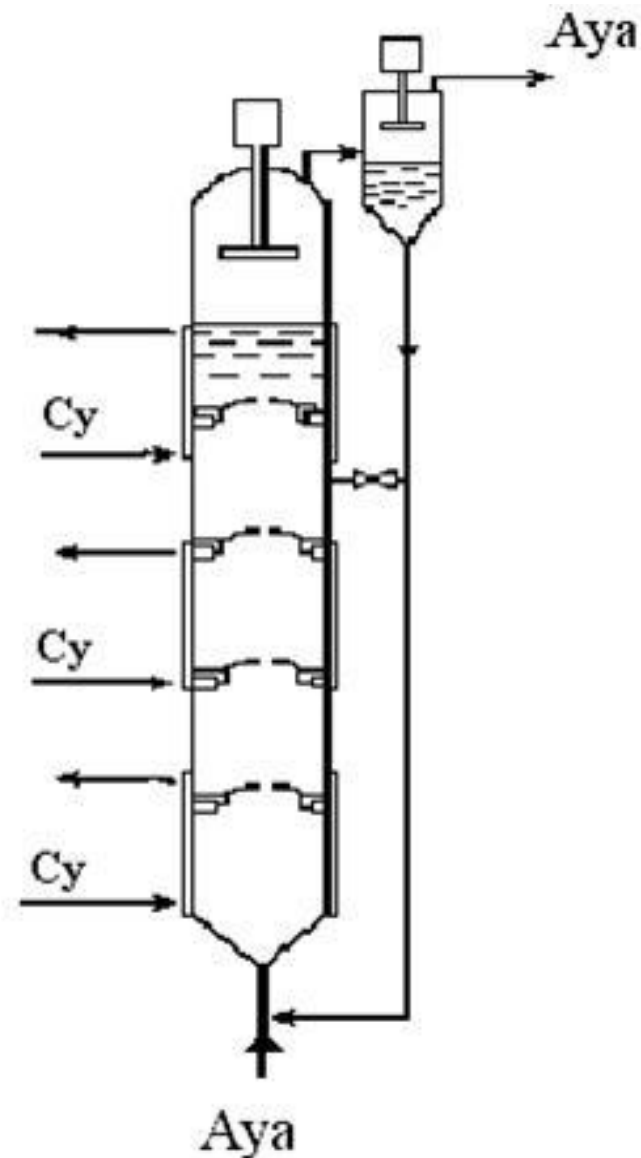
14 сурет - Ауа таратқышы мен форсункалы ферментер:  
1-аппараттың корпусы;  
2-диффузор;  
3-форсунка.

- **Түбіндегі тұмсығымен ауа тартқыш ферментер**
- Форсунканың саңылауынан ауаның құйылып келуінің есебінен культуральды ортаның жаңадан жасалған (порциясын) үлесін қамтамасыз етеді. Мұндай аппараттың әр түрлілігі ферментердің түбінде конусты бір немесе бірнеше тесігі бар ол форсунка орнатуға арналған (15 сурет).
- Бұл ферментерлер конус - тұмсықты, сығылған ауа тұмсығы арқылы беріледі және культуральды сұйықтық диспергирленеді. Биосинтез осындай аппаратта көбік қабаты негізінде жүргізіледі.



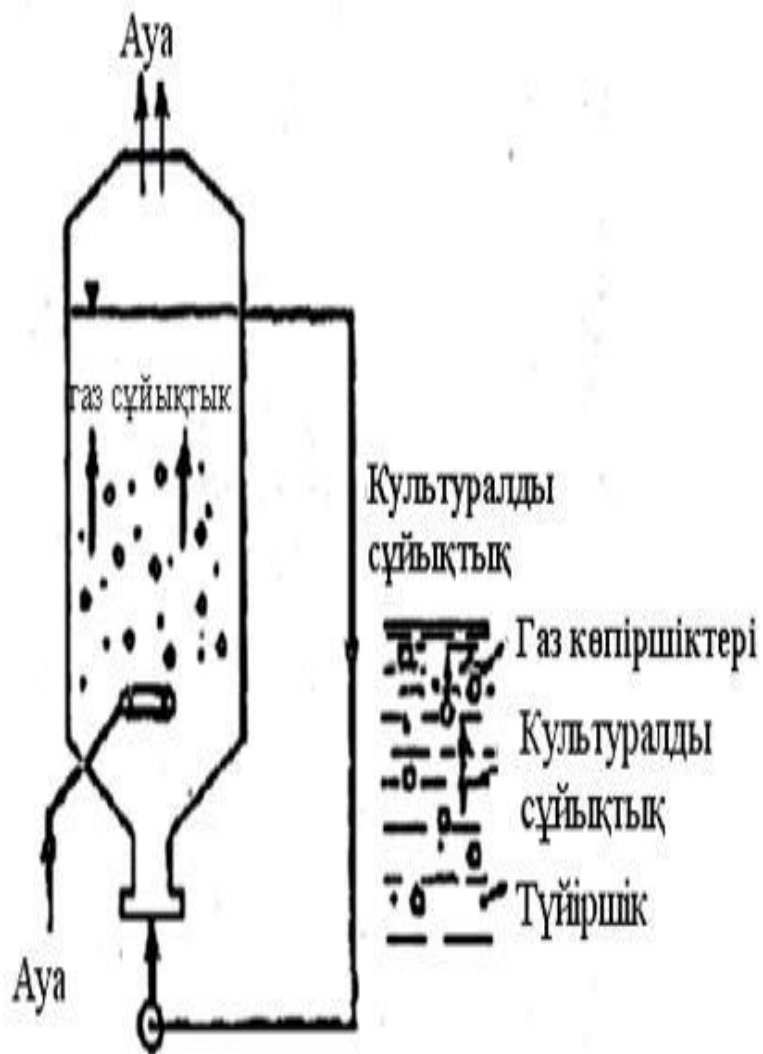
# Бағаналы ферменттер

- Микроорганизмді культивирлеуге арналған конус - тұмсықты ФС-5 және ФУ-6 маркалы ферментерлерге комплексті лабораториялық қондырғылар жатады. Бағана тәрізді ферментер, цилиндр тәрізді бағана, көлденең секцияларға бөлінген (16 сурет). Әрбір секцияда өздігінен салқындататын, бақылайтын жүйе болады. Ферментерлердің мұндай түрінің негізгі құрылысындағы айырмашылығы секциялы қоршаулар оны табақша деп атайды. Табақтар жалпақ немесе сегментті, торлы, қалпақты болып бөлінеді. Ауа бағананың төменгі жағынан беріледі, әр табақтың астына жиналады және сұйықтықтың қабаты арқылы табақта барботирленеді. Культуральды сұйықтық сақиналы саңылау арқылы аппарат корпусымен табақша жиегімен шетімен төмен қарай ағады. Мұндай кезде ауамен сұйықтық қарама-қарсы жылжиды. Әрбір табақша бетіндегі контактілі фаза жаңарып отырады. Бағаналы аппарат үздіксіз культивирлеу процесінде кеңінен қолданылады.





# ТҮЙІРШІК ҚОСЫЛҒАН ФЕРМЕНТЕР

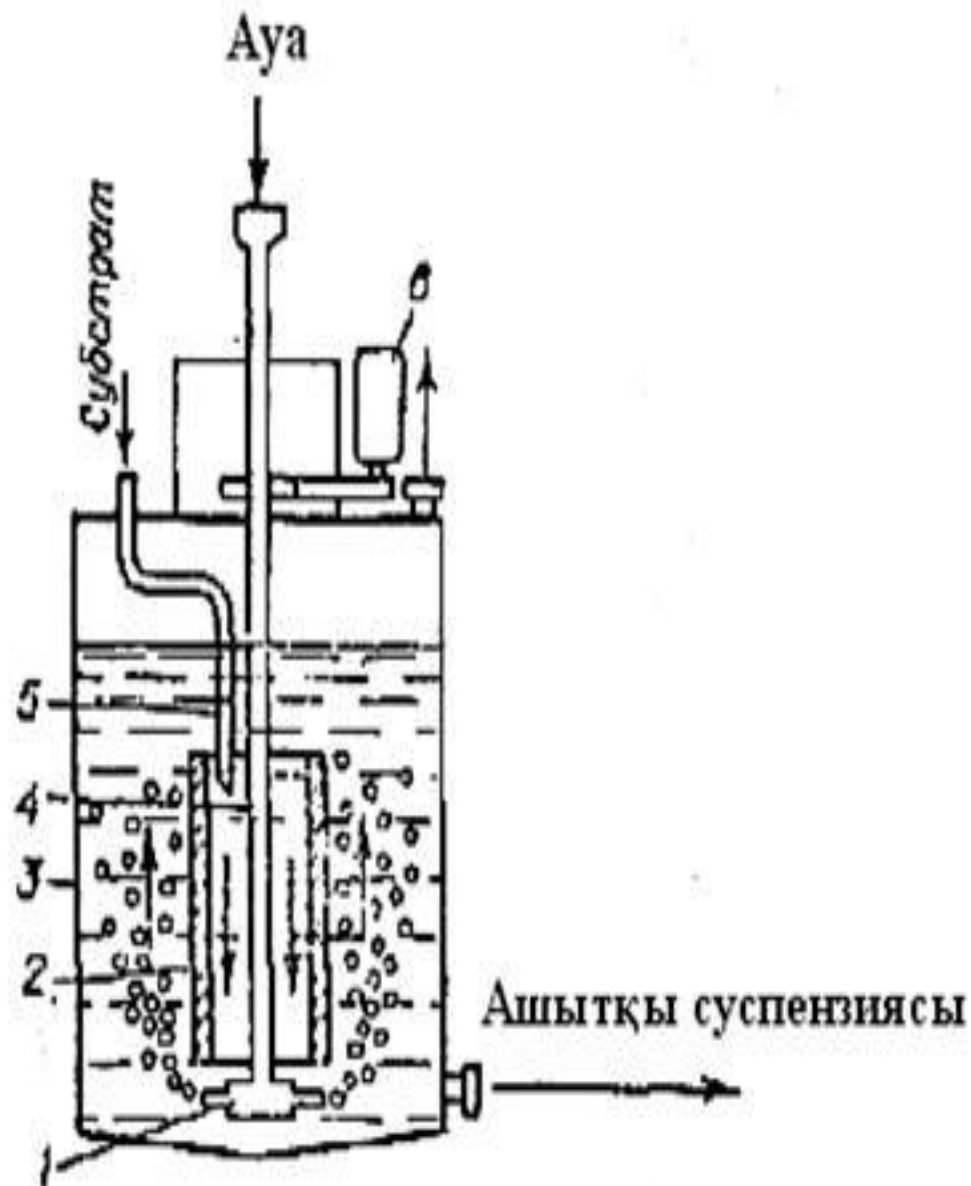


- Цилиндрлі ыдыс, размері белгілі, қатты түйіршік бөлшектермен толтырылған болып келеді (17 сурет).
- Ауа қысыммен дөңгелек барботер арқылы төменнен беріледі. Қоректік орта мен культуралды сұйықтық циркуляциялауға аппаратқа төменнен беріледі. Ауа барботерден сұйықтық пен түйіршік бөлшектермен шығарылады. Ауа көпіршіктері қатты түйіршік бөлшектермен соқтығысып, ыдырайды, нәтижесінде осы микроаумақта сұйықтықтың ағу жылдамдығы төмендейді, микроорганизмді құрайтындар барлық уақытта жаңа қоректік ерітіндімен байланыста болады.
- Түйіршіктерге үлкен талап қойылады: ол химиялық инертті, белгілі тығыздықпен, соқтығысқанда берік болуы керек. Түйіршіктер қосылмаған ферментерге қарағанда, түйіршік қосылған ферментерде көп биомасса жиналады.

## Сұйық фазаға энергия жүргізілген ферментер

- Аппараттың бұл түрі өсімдік шикізаты гидролизатынан алынатын азықтық ашытқы өндірісіндегі өнімділігі азырақ қондырғы ретінде бұрыннан қолданылады. Көп тонналы өндіріс, демек өнімділігі жоғары өндіріске өздігінен сорғыш құбырдың құрылысын жаңартуда, мұнай парафинінен азықтық ашытқыны алу үшін аппараттарды құруға болады.
- Өздігінен сорғыш түтікшелі аппарат. Ферментерлердің бұл түрі құрылысы жағынан қарапайым және қолдануға қолайлы. Аппарат корпусына цилиндрлі диффузор орнатылған, ол оның астыңғы жағында жабық түтік түрінде тарамдалған кішірек саңылауы бар табанша араластырғыш бұлғағыш орнатылған (18 сурет). Түтік жартылай түтік білікке орнатылған, ферментердің жоғарғы жағында ауа атмосферамен байланысқан. Ішкі табанша араластыратын бұлғағыштың айналуының арқасында ауа сұйылтылып аппаратың жоғарғы бөлігінен немесе сыртынан жартылай білік арқылы ауаны сорып алады. Өздігінен соратын ауаның мөлшері 1,5-2 м аспайтын сұйықтықтың түбіне жетеді. Өздігінен соратын аэратор культуральды сұйықтықты да бір уақытта араластырады. Сұйықтық көбікпен бірге қабырға шеттеріне шашырап және аппаратпен диффузор қабырғасының арасымен жоғары көтеріліп және жоғарғы жағынан асып төгіліп құйылады. Жылу аппаратта орнатылған жыланша демек, ирек түтікше арқылы жүргізілген жылы сумен бірге шығарылады.

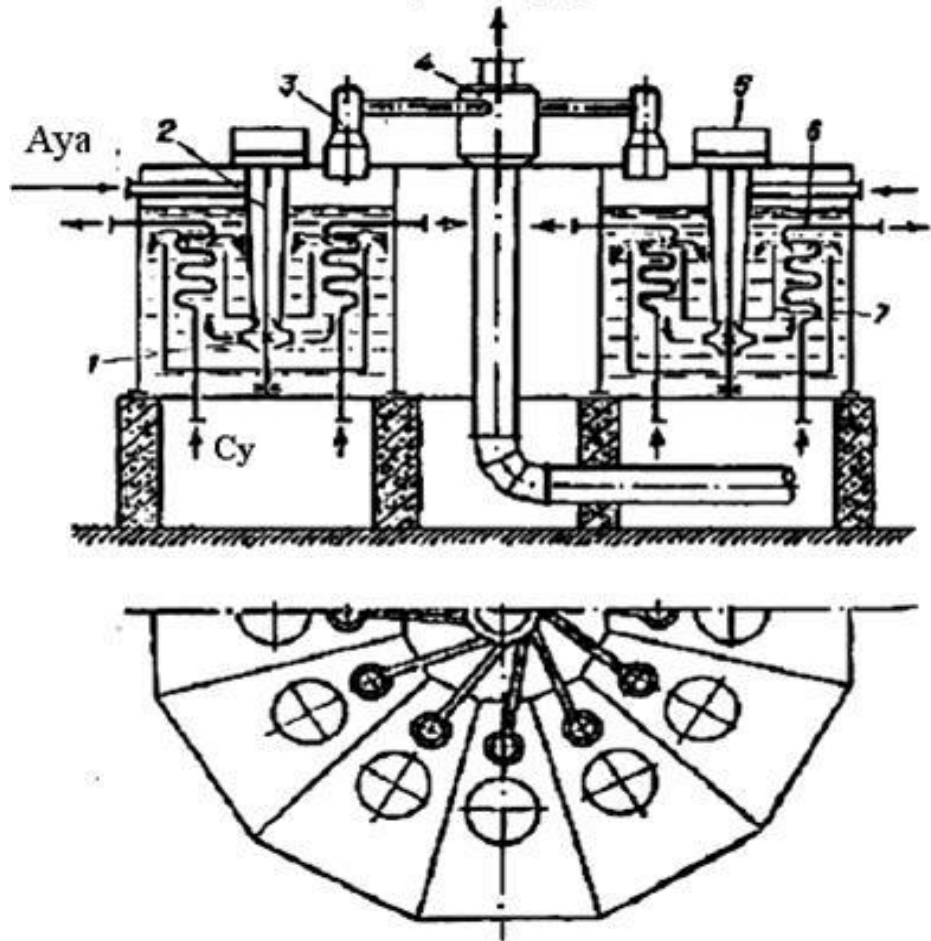
18 сурет - Аэрация жүйесімен  
өздігінен сорғыш ферментер:  
1-жартылай табаншалы аэратор;  
2-  
диффузор;  
3-аппараттың корпусы;  
4-ауа үрлегіш;  
5-субстрат беретін құбыр;  
6-бұлағыштың жетегі;



# Құбыр эжекторлы араластырғыш қондырғысы бар ферментер

- Егер де өндіріс аппаратында сұйықтықтың биіктігі аппараттан 2 м көп болса, онда желдеткішпен немесе компрессормен ауа берілуі керек. Бұл топтағы ескі және бұрыннан белгілі аппарат азықтық ашытқы зауытында қолданылатын аппарат «Вальдгоф» деп аталады. Құбырэжекторлы араластырғыш қондырғысымен жабдықталған ферментер. Аппарат тік он екі бөлік секцияға бөлінген болып келеді (19 сурет). Аппараттың диаметрі 17 м. Бірінші тоғыз секциясында ашытқы өсіріледі, ал соңғыларында ашытқы өсіріліп жетіледі.
- Культуральды сұйықтықты араластыруға және ауаны беріп отыруға әр секция бөліктеріне эжектор орнатылған, ферментер қақпағында орнатылған двигательдің көмегімен айналдырылады. Айналмалы эжектор екі сатылы өздігінен ауаны сорғыш түтікше типті араластырғыш бұлғағышы бар сұйықтық жоғарғы және төменгі мойнынан шығарылып және кіргізіліп отырады.
- Құбыр нығыздалып жабылып, құбыр бойынша эжектормен ауа сорылады. Культуральды сұйықтықты циркуляциялау үшін әр секцияға диффузор орнатылған. Культуральды сұйықтықты салқындату үшін диффузорда жылу алмастырғыш орнатылған. Секцияның жоғарғы қақпағына механикалық көбік сөндіргіш орнатылған. Құбырдың айналуының арқасында атмосферадан ауа сорылады және құбыр өткізгіш арқылы сұйықтықпен араласуға эжекторға келіп түседі.
- Сұйықтық құбыр эжектордан жоғары қарай жылжиды, жыланша типті жылу алмастырғыш қондырғы шайылып одан кейін екіге бөлінеді, сұйықтықтың біреуі циркуляциялы қондырғының орталық бөлігіне және құбыр эжектордың жоғарғы мойнынан, ал екінші бөлігі циркуляциялайтын қондырғының шет шетімен түбіне қарай түсіп құбыр эжектордың төменгі мойнынан шығарылады.

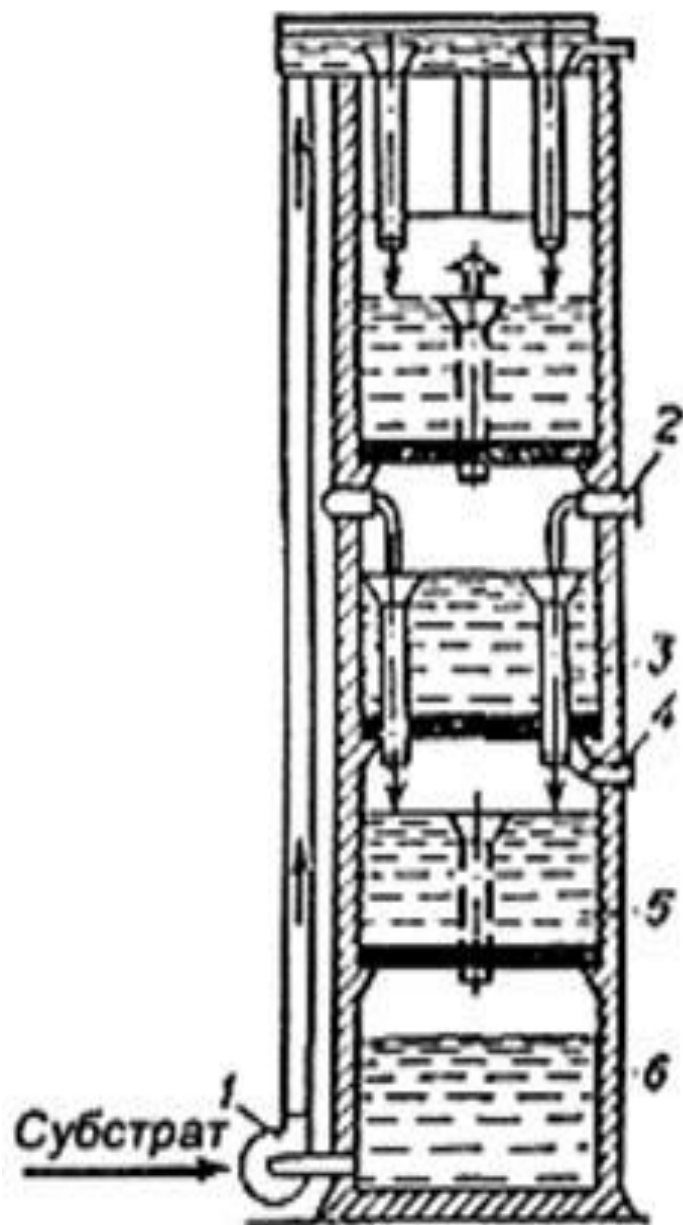
### Ауа тазартуға



- 1- эжекциялы қондырғы ;
- 2-ауа үрлегіш;
- 3-көбік сөндіргіш;
- 4-сепаратор;
- 5- құбырәжектор жетегі;
- 6-жылуалмастырғыш;
- 7-диффузор;

## Культуральды сұйықтық төгіліп құйылып тұратын ферментер

- Ферментердің корпусында бір ғана бағана бар, секциялар бірінің астында бірі орналасқан, культуральды сұйықтық төгіліп құйылып тұратын түтікпен қосылған (20 сурет). Культуральды сұйықтықты циркуляциялайтын насосың көмегімен бағананың жоғары секциясына береді және культуральды сұйықтық құйылып тұратын құбырмен төменгі секцияға культуральды сұйықтық ағады.
- Сұйықтық жылжып құйылғанда газ өтетін құбыр арқылы түсетін ауаның есебінен сұйылтылады. Ауа ағып өтетін сұйықтықпен төменгі секцияға түседі, культуральды сұйықтықтың құйылу импульсі, культуральды сұйықтықтың құйылу саны аппараттың түбіне дейін келіп жетуімен есептеледі. Соның арқасында жоғарғы турбуленттікке жетеді, газдың жұқа дисперсиясы, газдың ортаға ұзақ уақыт бойы келуі. Ферментердің мұндай құрылысы үлкен көлемді болуы керек.
- Комбинирленген энергия жүргізілген ферментелер. Бұл аппаратта энергия комбинирленіп жүргізу іске асырылған: газды фаза – аэрациялау үшін және сұйық фаза араластыру үшін.
- Ферментердің мұндай түрі микроорганизм – продуценті көлемі ірі колонна түзетін және одан басқа қоректік ортада жоғарғы тұтқырлықта өсетін антибиотик өндірісінде кеңінен қолданылады.

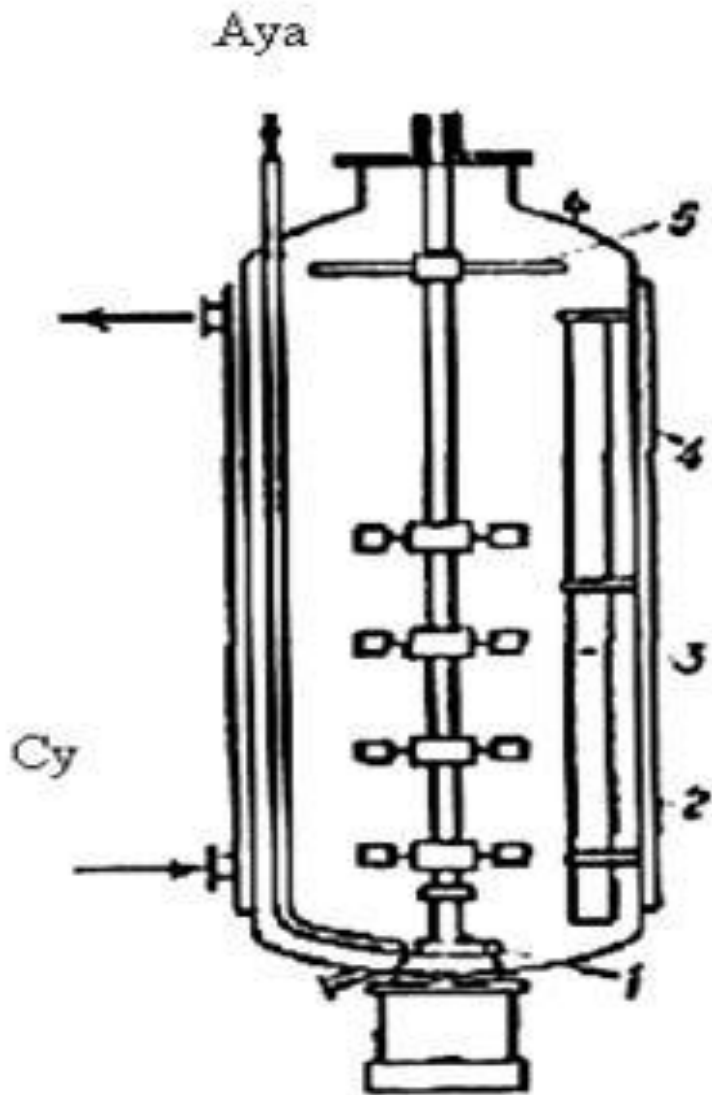


- 1-циркуляциялы насос;
- 2-газ құбыры;
- 3-төгуге арналған түтік;
- 4-ауа шығарылатын патрубкка; 5-секция;
- 6-бағананың корпусы;

# Механикалық араластырғышы бар ферментер

- Ферментер цилиндрлі ыдыс түбі сфера тәрізді механикалық араластырғыш бұлғағышы бар, ферментерге барботер орнатылған (21 сурет). Барботерлер араластырғыш бұлғағыштың төменгі ярусының астында орнатылған және құрылысы әр түрлі болуы мүмкін.
- Араластырғыш қондырғының функциясы культуральды сұйықтықтың тоқтап қалған аумағын болдырмау, сонымен қатар аппараттың барлық көлеміндегі культуральды сұйықтықтың барлық жеріндегі температураның біркелкі болуын қаматасыз ету, жасушаға өнімді қоректендіруге өз уақытысында жеткізу және метаболит өнімінің шығарылуын қамтамасыз ету болып саналады.
- Культуральды сұйықтықты араластыру үшін кеңінен таралған механикалық бұлғағыш. Бұлғағыштың қозғалуы сұйықтыққа беріледі, нәтижесінде құйындаған ағым пайда болады. Бұлғағыштың жоғары жылдамдықпен айналуының нәтижесінде ортасында иірім пайда болады. Орта мен бұлғағыш бірдей жылдамдықпен өсіріледі және жеткіліксіз араластырады. Аппарат ішіндегі жылдамдықта турбуленттілікті құру үшін шағылыстырылғыш қоршаулар орнатылады. Олар тот баспайтын болаттан жасалған, радиальды тігінен күрекшелер, ферментер қабырғасынан кішірек саңылау қалдырылып орналастырылады. Қоршау шағылыстырғыштың саны 4-тен 6-ға дейін болады. Ферментердегі жылуды шығару үшін, салқындататын суды циркуляциялауға ферментер сыртында жейде, ішінде жыланша жылу алмастырғыш орнатылған. Ферментердің кемшілігі механикалық араластырғыш бұлғағышты айналдыратын бөлшектердің көп болуы, сондай-ақ бұлғағыш орнатылған білік арқылы бөгде микрофлораның түсуі.





- 1-барботер; 2-шағылыстыратын қоршау; 3-бұлғағыш; 4-жейде; 5-көбік сөндіргіш;