

Тақырып:

Биогаз өндірісінің технологиясы

Жоспар:

- ✓ Әлемдегі биогаз өндірісінің дамуы
- ✓ Қазақстанда биогаз өндірісінің жағдайы мен перспективалары
- ✓ Биогаз өндірудегі биохимиялық және микробиологиялық процестердің ерекшеліктері.
- ✓ Биогаз алу әдістері.



- **Тарихы.** Адамзат биогазды қолдануды атам заманнан бері білген. Мәселен біздің эрамызға дейін 2 мың жылдар бұрын Германияда биогазды алудың қарапайым қондырғалары болған. Эльбы бассейнінің айналасында саз батпақты жерлерді мекендеген Алемандар батпақ газын «Айдақардың тыныс алуы» деп білген. Оны тыныштандыру үшін батпақ шығып жатқан газ аймағына құрбандыққа малдарын шалған, сондай-ақ, қалдық тамақтарын тастаған. Олар айдақар түнде келеді деп сенген. Кейіннен Алемандар батпақ газы шығатын аймақты тенттермен жауып, былғарыдан тігілген құбырларды пайдаланып өз лашықтарына газ тартып, ас әзірлеуге пайдалануға бейімделген.
- XVII ғасырда Ян Баптист Ван Гельмонт биомассаның ыдырауы барысында тұтанатын (от алатын) қасиеті бар газ бөлінетінін байқаған.
- 1776 жылы Алессандро Вольта бөлінетін газдың шығымы биомассаның мөлшерінен тәелді деген тұжырым жасаған. 1808 жылы сэр Хэмфри Дэви биогаздан метан газын анықтаған.
- Алғашқы құжатталған биогаз қондырғысы Бомбейде, Индияда 1859 орнатылған.
- 1895 жылы Ұлыбританияда биогазды көшелерді жарықтандыруға қолданған.
- 1930 жылы микробиология ғылымының қарқында дамуына байланысты биогаз өндірісіне қатысатын бактериялар анықтаған.

Әлемдегі биогаз өндірісінің дамуы

- ❑ **Дамушы елдер.** Үндістанда, [Вьетнамда](#), [Непалда т.б. елдерде](#) кішігірім биогаз қондырғылары салынуды. Олардан алынатын газ ас әзірлеуге қолданылады. Кішігірім биогаз қондырғылары Қытайда көп таралған (1990 жылы 10 млн жуық). Қытайда бір жылда 7 млрд м³ жуық биогаз өндіріледі, бұл 60 млн шаруаны жылумен қамтамасыз етеді. [2006 жылдың соңында](#) Қытайда 18 млн биогаз қондырғылары жұмыс іске қосылды. Оның нәтижесінде 10,9 млн тонна отынды алмастыруға мүмкіндік туғызды. Индияда [1981 – 2006 жж аралығында](#) 3,8 млн кіші биогаз қондырғылары салынды. [Непалда](#) биогаз энергетикасын қолдайтын *дамытушы бағдарлама* жұмыс жасайды, оның жұмысы нәтижесінде 2006 ж соңында ауыл шаруашылығында 100 мың кіші биогаз қондырғылары салынды.
- ❑ **Автокөлік.** [Volvo](#) және [Scania](#) зауыдтары биогазбен жүретін автобустарды жасап шығарады. Мұндай автобустар [Швейцарияның: Берн, Базель, Женева, Люцерн](#) және [Лозанна](#) қалаларында белсенді қолданылады. Швейцария Ассоциациясы мен Газ Индустриясының болжауы бойынша 2010 жылы Швейцарияда автокөліктің 10 % биогазбен жүреді делінген. [Осло](#) муниципалитеті 2009 жылдың басында 80 қалалық автобустарды биогазға ауыстырған.
- ❑ **Потенциал.** Ресейде жылына органикалық заттардың құрғақ эквивалентінің 300 млн тоннасы жиналады. Олардың 250 млн т ауыл шаруашылық өндірісінде, 50 млн т тұрмыстық қоқыстар үлесіне тиеді. Бұл қоқыстарды биогаз алуға қолдануға болады. Биогазды алудың потенциалды көлемі бір жылда 90 млрд м³ құрауы мүмкін.
- ❑ АҚШ –та 8,5 миллион сиыр өсіріледі, олардың тезегінен алынған биогазбен 1 миллион автокөлікті қамтамасыз етеді.
- ❑ Германияда биогаз индустриясының потенциалына тоқталсақ 2030 жылы биогаз 100 миллиард [кВт·с](#) энергия көзі болып табылады, бұл 10 % тұрғындардың биогазды энергия көзі ретінде тұтынады деген жоспар бар.

• Биогаздың қолданылуы

- Биогаз өндірісте электр энергия, жылу немесе бу және автокөліктерге жанар - жағар май ретінде қолданылады.
- Биогаз қондырғыларын фермалардың, құс фабрикалардың, спирт және қант зауыдтарының, ет комбинаттарының жанынан арнайы тазартқыш жабдықтар ретінде салуға болады.
- Биогаз қондырғылары ветеринарлық - санитарлық зауыдтарды алмастыра алады, яғни өлекселерден ет және сүйек ұнын өндірудің орнына биогаз өндіруге пайдалануға болады.
- Өндірісі дамыған елдердің ішінде Данияның жалпы энергобалансының 18 %-на жуығы биогаз өндірісі үлесіне тиеді. Биогаз өндіретін ірі қондырғыларды пайдалану жағынан жетекші орын алатын ел – Германия. Онда 8000 –Батыс Европадағы құс фермалардың тең жартысы биогазбен жылытылады.

- Қазақстанда биогаз өндірісінің потенциалы өте жоғары болағнымен өте нашар дамығын.
- Күн, жел, термальды сулар мен биогаздан алынатын электр энергияны тұтыну көлемі – 0,002% құрайды. ҚР Даму стратегиясына сәйкес, 2020 жылы бұл энергияны тұтыну көлемін 3% жеткізу жоспарланған.
- Қазақстандық ғалымдар мен мамандардың жасалған сараптамалық жұмыстары нәтижесінде төмендегідей мәліметтер алынған:

1. Электрогазгенераторларда биогазды өңдеу.

Жылына 35 млрд кВт/сағ (ауыл шаруашылығына қажет энергияның жартысын - 19 млрд) және 44 миллион Гкал жылу энергиясын алуға мүмкіндік тудырады.

(1 гигаколлория 1000 тонна суды 1 градусқа жылытуға жетеді.

200 м2 пәтерді жылытуға -3 Гкал қажет).

2. Биогазды электрэнергия алуға қолдануға тиімді болады

✓ биогаздан алынатын электр энергия құны - **0,025-0,075 доллар кВт /сағ**

✓ дәстүрлі әдіспен алынатын энергия құны - **0,1-0,15 доллар кВт /сағ**

биогаз 2-4 есе экономикалық жағынан тиімді болып табылады.

3. Экологиялық таза отын алу мүмкіндігі. Биогазды жылу көзі ретінде қолданудың тиімділігі.

Мысалы, 15 м3 биогаз – 60 м2 пәтерді жылытуға, оның тұрғындарының (4-5 адам) қажеттілігіне жұмсалатын ыстық сумен қамтамасыздандыру мүмкігі болады.

(Батыс Еуропада құс фермаларының 50% биогазбен жылытылады).

Қазақстанда мал және құс шаруашылығының
тасталатын қалдықтарының жылдық мөлшері

(биогазды қолдану потенциалы бойында отандық ғалымдардың және мамандардың берген сараптамасы)

Мал түрі	Құрғақ салмақ қалдығы, млн т	Биогаз шығымы, млрд м3
Іріқара	13	4,52
қой	6,2	2,55
жылқы	1	0,58
құс	1,9	0,95
Жалпы шығымы	22,1	8,6

Қазақстанда өсімдік қалдықтарының жылдық мөлшері

Өсімдік түрі	Құрғақ салмақ қалдығы, млн т	Биогаз шығымы, млрд м3
Бидай	11,8	5,9
Арпа	5,9	3
Жалпы шығымы	17,7	8,9

Қазақстанда биогаз бен тыңайтқыштардың орташа жылдық шығымы

Қалдық түрі	Орташа қалдық мөлшері, млн т.	Биогаздың орташа мөлшері, млрд м ³	Орташа мөлшері, млн т.
Мал және құс шаруашылығы қалдықтары	22,1	8,6	13,26
Өсімдік қалдықтары	17,7	8,9	12,39
Жалпы көрсеткіштер	39,8	17,5	25,65

1 м³ биогаз = 0,7 м³ табиғи газ, 0,643 л немесе 0,566 кг дизель отыны, 0,856 кг отын
65 м³ /сағ тәулігіне - 1560 м³, жылына - 569400 м³

1 м³ биогаз = 0,4 л керосин, 1,6 кг тас көмір, 0,4 кг бутан, 2,5 кг тезек брикеттері

Электроэнергия көзі ретінде қолдануда тиімділігі

Биогаз 0,025-0,075 долл кВт/сағ дәстүрлі энергия көзі 0,1-0,15 долл кВт/сағ

✓ НПО «Экомузей», Қарағанды (Ғылыми жоба)

✓ Ауылшаруашылық механизациясы мен электрофикациясы Қазақстандық ғылыми институт (биореактор БУ-5, Ақтөбе мен Алматы обл. қондырғыны орнатумен айналысады)

✓ Қостанай обл (қазақстандағы тұңғыш биогаз станциясы құрылған, 2011 ж.)

- **Биогаз** — биомассаның метандық ашу процесі арқылы алынатын газ. Биомассаның ыдырауына үш түрлі бактериялар қатысады.
- Қоректену тізбегінде бактериялар алдыңғы тізбектегі бактерияның тіршілік әрекеті нәтижесінде түзілген өніммен қоректенеді.

- **Бактериялардың түрлері:**

- ✓ гидролиздық,
- ✓ қышқыл түзуші,
- ✓ метан түзуші



- Биогазды өндіруге тек метаногендер класына жататын бактериялар ғана емес, барлық үш түрі де қатысады.
- Метандық ашу (анаэробты ашу) немесе оттегісіз тыныс алу
Органикалық қосылыстар + H₂O → CH₄+CO₂+C₅H₇NO₂+NH₄+HCO₃

МЕТАН ТҮЗУ САТЫЛАРЫ

- **Бірінші саты** – *гидролиз*, ол *Ацидогенді бактериялардың* қатысуымен жүзеге асады. Биомасса құрамындағы **органикалық заттар** (белоктар, майлар, көмірсулар) **қарапайым органикалық қосылыстарға** (амин қышқылдары, қанттар, май қышқылдары) ыдырайды.
- **Екінші сатысында** *Гетероацетогенді бактериялардың* қатысуымен қарапайым органикалық қосылыстардың бір бөлігі гидролиздік тотығуға ұшырап, нәтижесінде **ацетат, көмір қышқыл газы** және **бос сутек** түзіледі. Органикалық қосылыстардың екінші бөлігі түзілген **Ацетатпен** қосылып, екінші сатыда (**қарапайым органикалық қышқылдар**) қоспасын түзеді.
- **Үшінші сатыда** - түзілен органикалық заттар **метан түзуші бактериялардың** қорек көзі болып табылады.
- ✓ Үшінші саты өз алдына екі процесс арқылы жүзеге асады, оны әр түрлі бактериялар тобы тудырады.
- ✓ Бактериялардың екі тобы екінші сатыда түзілген қоректік заттарды **метанға CH_4 , H_2O , CO_2** – айналдырады.
- ✓ Анаэробтық ашу процесі бактериялар биомассасында өтеді, онда **күрделі органикалық қосылыстардың**: полисахаридтердің, майлардың және белоктардың метанға CH_4 және көміртегі оксидіне CO (4) айналуы жүзеге асады.

Гидролизная фаза

- Разложение сложных субстанции (протеины, жиры, углеводы) на простые составляющие (Аминокислоты, глюкоза)

Кислотообразующая фаза

- Разложение простых составляющих на органические кислоты и аммиак, сероводород, водород

Ацетогенная фаза

- Органические кислоты под действием ацетогенных бактерий преобразуются в уксусную кислоту

Метаногенез

- Уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду
- Водород и углекислый газ преобразуются в метан и воду

- Қоректену көзіне қатысты бактерияларды үш түрге бөледі:

1

- *Гидролиздік немесе Ацидогенді* (протеолиздық, целлюлолиздық, облигатты және факультативті анаэробтар)

2

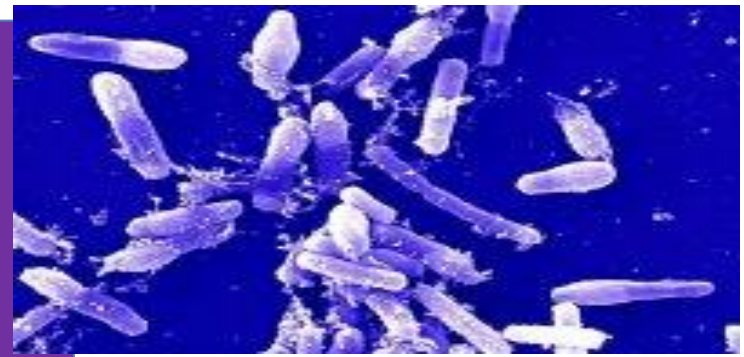
- *Гомоацетатты* бактериялар

3

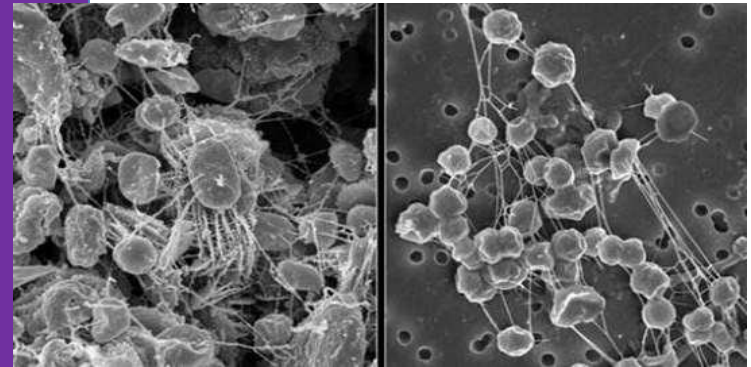
- *Метаногенді бактериялар -*
- А- сатыдағы хемолитотрофты бактериялар *көміртегі оксиді мен сутекті метан мен суға* айналдыратын және
- В – сатысындағы жіп тәрізді таяқшалар, коккалар, ланцет тәрізділер, олар *құмырсқа қышқылын ацетон қышқылына және метанолды метан мен көміртек оксидіне* айналдырады.

- Анаэробты популяциялар табиғи субстраттардан басқа фенолдарды және күкіртті қосылыстарды ыдыратады.
- Биомасса ерітіндісінің құрамы мен бактериялардың түрлеріне байланысты биологиялық реакторда ортаның **рН – көрсеткіші**, **температура және редокс – потенциалы** өзгеріске ұшырайды.

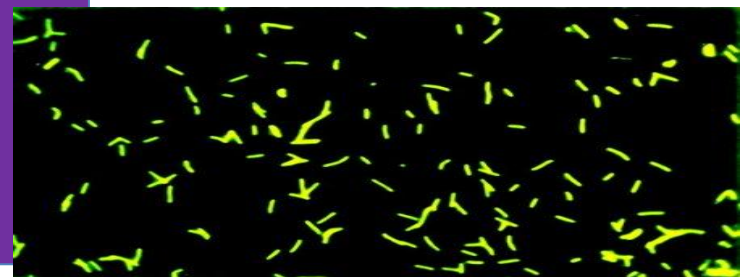
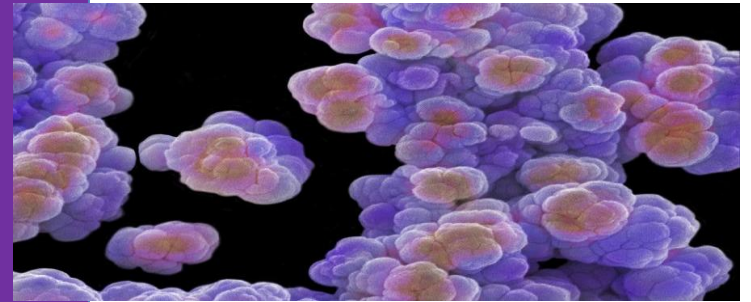
- **Метаногендер (Methanogens)** — архейлер, олардың анаэробты жағдайда тіршілік әрекеті нәтижесінде метан түзіледі.



- Метаногендер сазды - батпақты аудандарда кең таралған, олардың әсерінен батпақ газы - метан түзіледі.
- Сондай-ақ, олар күйіс қайтаратын сүтқоректілер мен адам ішектерінде тіршілік етеді (метеоризмге жауап береді).



- Метаногендер мухит түбіндегі архейлардың метан биосинтездейтін, сульфат түзілетін аудандарда таралған.
- Метаногендердің кейбір түрлері экстремофилдерге жатады, олар ыстық әрі терең қайнар бұлақтарда, жартастарда және жер қыртысының бірнеше км тереңдікте өмір сүреді.



• **Метаногендер өкілдері:**

- ✓ Methanobacterium bryantii; Methanobacterium formicum;
- ✓ Methanobrevibacter arboriphilicus; Methanobrevibacter gottschalkii;
- ✓ Methanobrevibacter ruminantium; Methanobrevibacter smithii;
- ✓ Methanocalculus chunghsingensis; Methanococcoides burtonii;
- ✓ Methanococcus aeolicus; Methanococcus deltae;
- ✓ Methanococcus jannaschii; Methanococcus maripaludis;
- ✓ Methanococcus vannieli; Methanocorpusculum labreanum;
Methanoculleus bourgensis;
- ✓ Methanoculleus marisnigri; Methanofollis liminatans;
- ✓ Methanogenium cariaci; Methanogenium frigidum;
- ✓ Methanogenium organophilum; Methanogenium wolfei;
- ✓ Methanomicrobium mobile; Methanopyrus kandleri;
- ✓ Methanoregula boonei; Methanosaeta concilii; Methanosaeta thermophila;
Methanosarcina acetivorans; Methanosarcina barkeri
Methanosarcina mazei; Methanosphaera stadtmanae;
- ✓ Methanospirillum hungatei; Methanothermobacter defluvii;
Methanothermobacter thermautotrophicus; Methanothermobacter thermoflexus;
Methanothermobacter wolfei; Methanotherrix sochngenii.

➤ **Биогаз құрамына** 50—87 % метан, 13—50 % CO₂, және H₂ и H₂S қоспаларының мардымсыз мөлшері кіреді.

Биогазды CO₂ тазартқаннан кейін биометан алынады.

➤ **Биометан** — шығу тегінде ерекшелік болмаса, табиғи газдың толық аналогы болып табылады.

➤ **Биогазды алатын шикі заттар.**

Биогазды өндіру үшін пайдаға асатын органикалық шығарындылар: көң, тезек, құс саңғырығы, дән және меласса, спирт бардасы, сыра дробинасы, қызылша сықпасы, фекалды қалдықтар, балық және мал сойысынан қалған (қан, май, ішек) қалдықтар, шөп, тұрмыстық қоқыстар, сүт зауыд өнімдерінің қалдықтары (тұзды және тәтті сүт сары суы), биодизель өндірісінің қалдықтары (рапстан алынған техникалық глицерин), шырын өндірісінің қалдықтары (көкөніс, жеміс-жидек, жүзім, балдырлар), крахмал, сироп өндірісінде шығарылған қалдықтар, картоп өнімдерінен қалған қалдықтар т.б.



- Биогаз өнімі оны өндіретін шикі зат табиғатынан және мөлшерінен тәулді болады.
- Мәселен, ірі қара мал тезегінің 1 тоннасынан құрамында 60 % метан бар 50—65 м³ биогаз алынады, әр түрлі өсімдіктердің 1 тоннасынан 70 % метан бар 150—500 м³ биогаз алынады.
- Ал биогаздың максималды мөлшерін, мәселен құрамында 87 % дейін метан бар 1300 м³ майдан алуға болады.
- Газ шығымы теориялық (физикалық мүмкіндігі бар) және техникалық- жүзеге асатын деп екіге бөледі.
- 1950-1970 жж. газдың техникалық шығу мүмкіндігі теориялыққа қарағанда не бәрі 20-30 % - ғана құраған.
- Бүгінгі күні жасанды жолмен шикізатты ыдыратуға энзимдерді, бустерлерді (мысалы, ультрадыбыстық және сұйық кавитаторлар) т.б. қолдану арқылы қарапайым қондырғыларда биогаздың шығымын 60 % дан 95 % арттырылды.

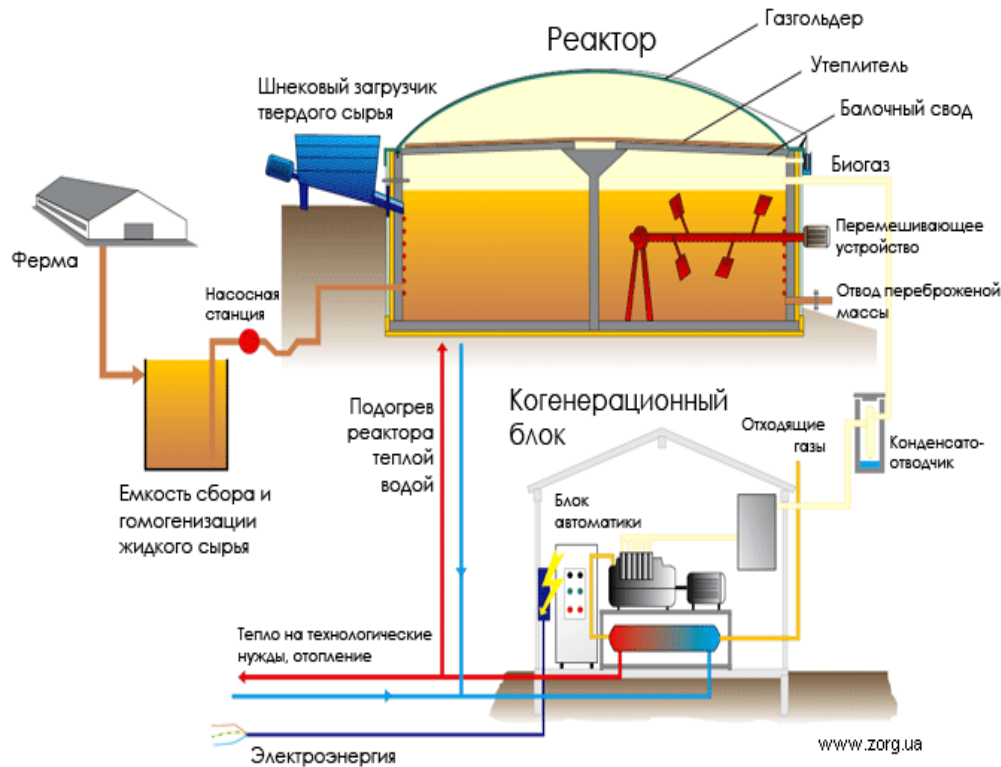
- Биогазды есептеуде құрғақ зат (ҚЗ немесе ағылшынның TS) немесе құрғақ зат қалдығы деген ұғымдар пайдаланылады. Биомассадағы су газ бермейді. Практика жүзінде 1 кг құрғақ заттан 300 - 500 литр биогаз алады. Белгілі бір шикі заттан алынған биогаздың шығымын анықтау үшін лабораториялық зерттеулер жүргізу керек немесе анықтамалық мәліметтерге сүйеніп майлардың, белоктың және көмірсулардың мөлшерін айқындау керек. Соңғыларды анықтау барысында тез ыдырайтын (фруктоза, қант, сахароза, крахмал) және баяу ыдырайтын заттардың (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин) ара-қатынасын білу маңызды. Шикі зат құрамын айқындау арқылы, әр заттан шығатын газ шығымын жеке анықтап, соңында оларды қосу арқылы жалпы шығымды есептеп алуға болады.
- Биогазды көптеген органикалық шикі заттардың қалдықтарынан алынады. Қалдықтардан басқа биогазды арнайы өсірілген энергетикалық дақылдардан да (сүрленген бұршақ, сільфия, балдыр) алынады. Олардың 1 тоннасын пайдалану нәтижесінде газ шығымы 500 м³ жетеді.
- Қоқыс газы - биогаздың бір түрі, ол тұрмыстық қоқыстардан алынады.

- **Экология.**
- Биогазды өндіру атмосфераға метан газының тасталуына жол бермейді.
- CO₂- мен салыстырғанда метан газы жылыжай эффектісінің түзілуіне 21 есе артық әсер етеді, сондай-ақ метан газы атмосферада 12 жыл сақталады.
-
- Атмосфераға метан газының тасталуын болдырмау – әлемдік жылыуды болдырмаудың ең тиімді әдісі болып табылады.
- Өңделген көң, барда т.б. қалдықтар ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде пайдаланылады.
- Бұл химиялық тыңайтқыштарды қолдану мөлшерін азайтады, жер асты суларының ластануына жол бермейді.

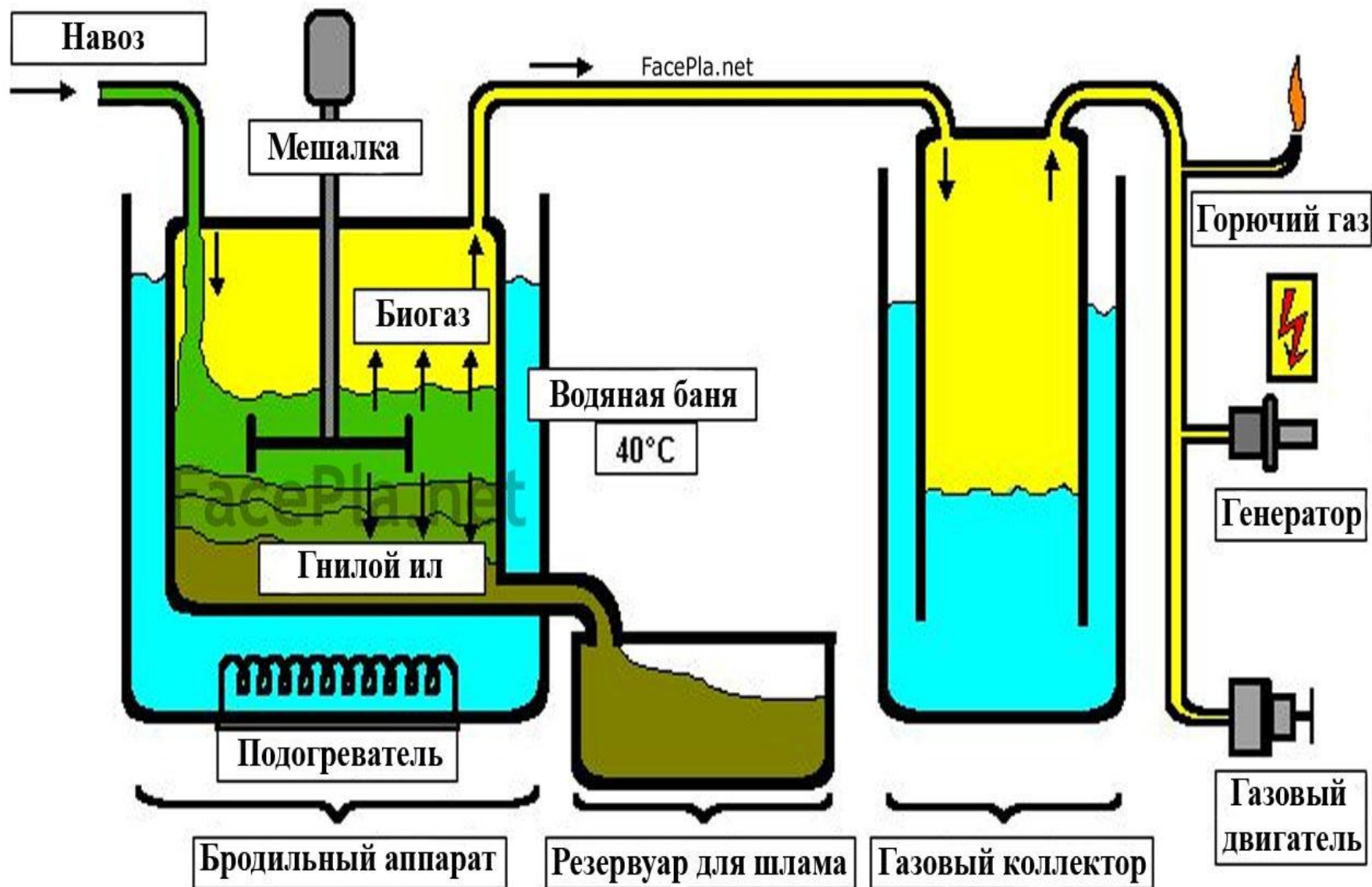


- **Өндіріс** Биогаз өндірілетін қондырғылар өндірістік және қолдан жасалған деп бөлінеді. Қолдан жасалған қондырғыларға қарағанда өндірістік қондырғылардың құрылысы күрделі, оның механизациясы, жылыту жүйесі, гомогенизациясы, автоматтары болады. Метантенктерде анаэробты ашыту ең көп таралған өндірістік әдіс болып табылады.

Жақсы биогазды қондырғыда төмендегі жабдықтар болады: [гомогенизациялаушы құты](#); қатты (сұйық) шикі зат салатын жабдық; реактор; араластырғыштар; газгольдер; су мен жылуды араластыратын жүйе; газ жүйесі; насостық станция; сеператор; бақылау жүйесі; визуализациясы бар КИПиА; қауіпсуздік жүйесі.

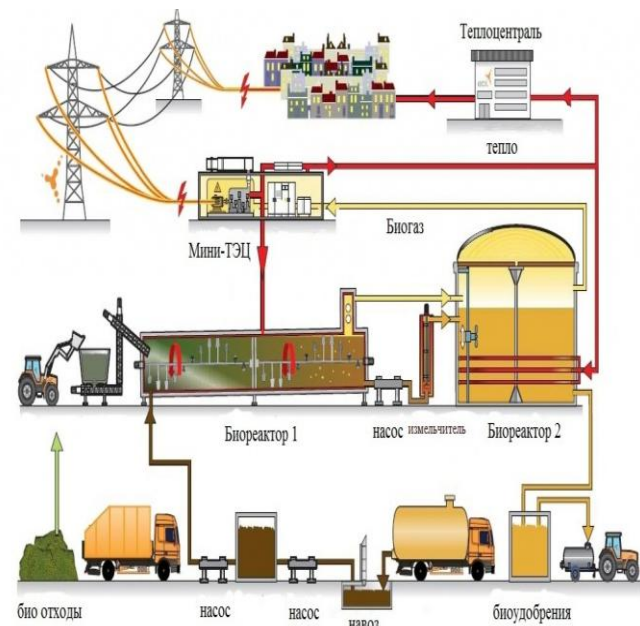
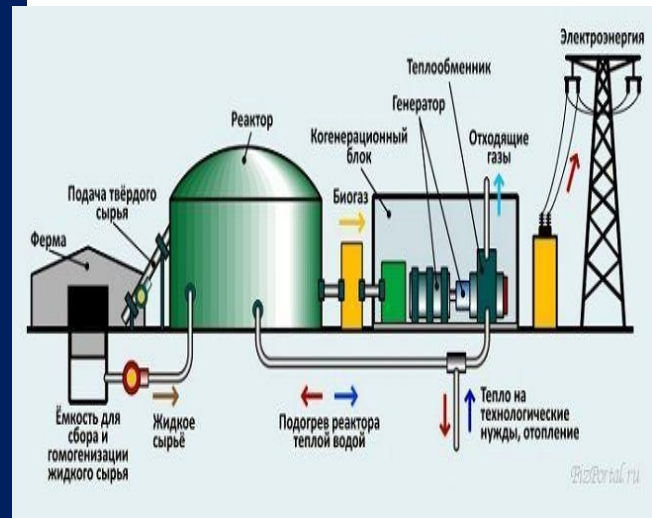


Принципиальная схема биогазовой установки



Қондырғының жұмыс істеу принциптері

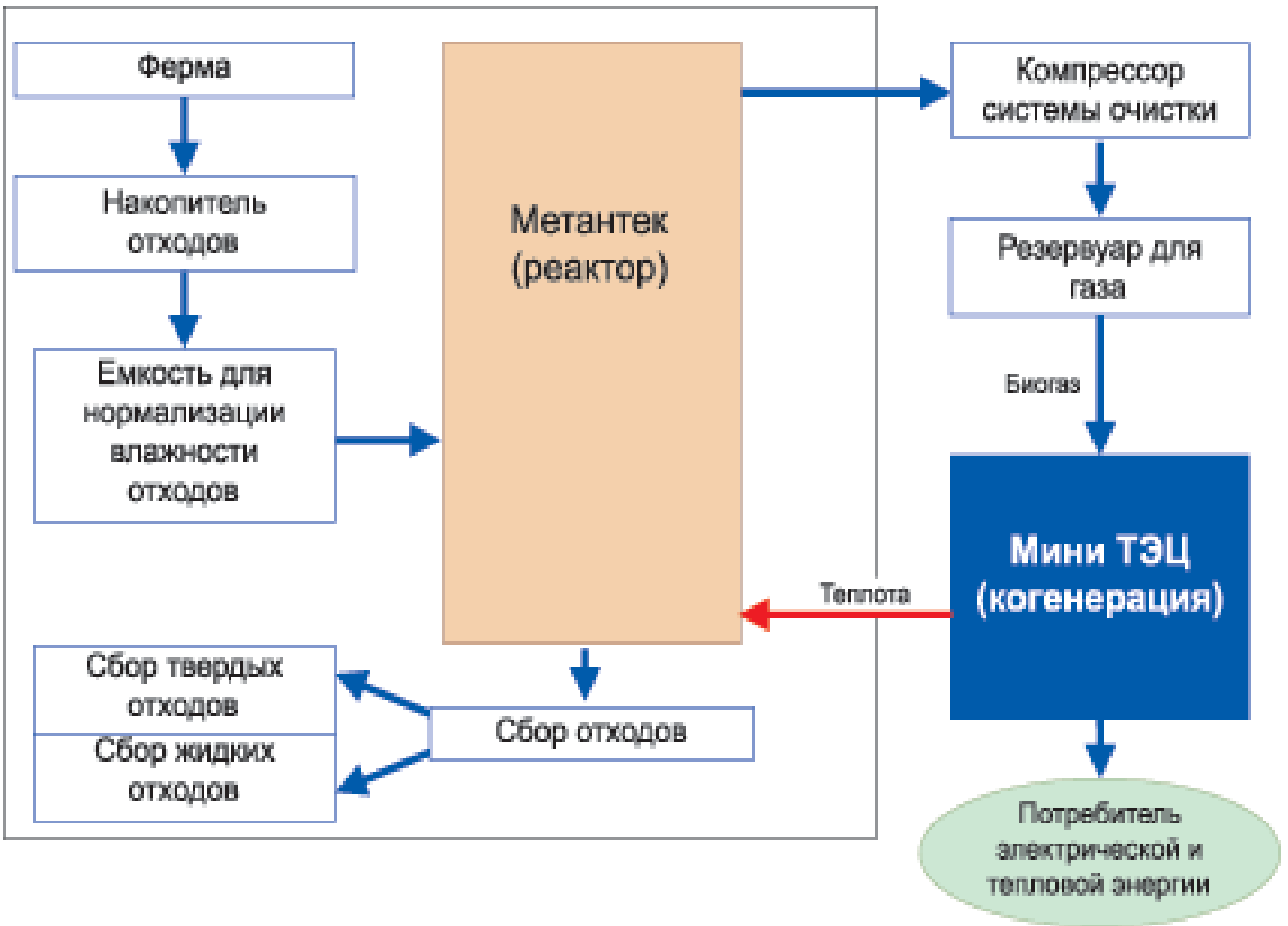
- Шикі зат қалдықтары насос станциясы немесе қатты (сұйық) шикізат салатын жабдық арқылы реакторға беріледі.
- Реактор темір бетоннан құралған, ішінде миксерлері бар, жылытқыш жүйесі жұмыс істейтін резервуар болып табылады. Реакторда қалдық заттармен қоректенетін “пайдалы бактериялар” тіршілік етеді. Бактериялардың тіршілік ету әрекетінде биогаз түзіледі. Бактериялардың тіршілігін қолдау үшін оларға қорек көзі – шикізат қалдықтары, сондай-ақ 35 0С жылу қажет.
- Сонымен қатар, биомассаны оқтын - оқтын араластырып тұру қажет. Түзілген биогаз газгольдерлерде жинақталады, осыдан кейін биогаз тазартқыш жүйеден өтіп, тұтынушыларға (қазандықтар мен элетрогенераторлар) беріледі.
- Реакторға ауа жіберілмейді, ол жақсы тұйықталып жабылған және қауіпсіз.
- Кейбір шикі заттардың ашуына арнайы екі сатылы технология қажет. Мысалы құс саңғырығы мен спирт бардасынан кәдімгі реакторда биогаз алу мүмкіндігі болмайды. Мұндай шикізаттарды өңдеу үшін қосымша гидролиз реакторы қажет. Мұндай реактор орта қышқылдық деңгейін бақылап, ондағы бактериялардың күшті қышқыл немесе күшті сілтіден қырылып қалуынан сақтайды.

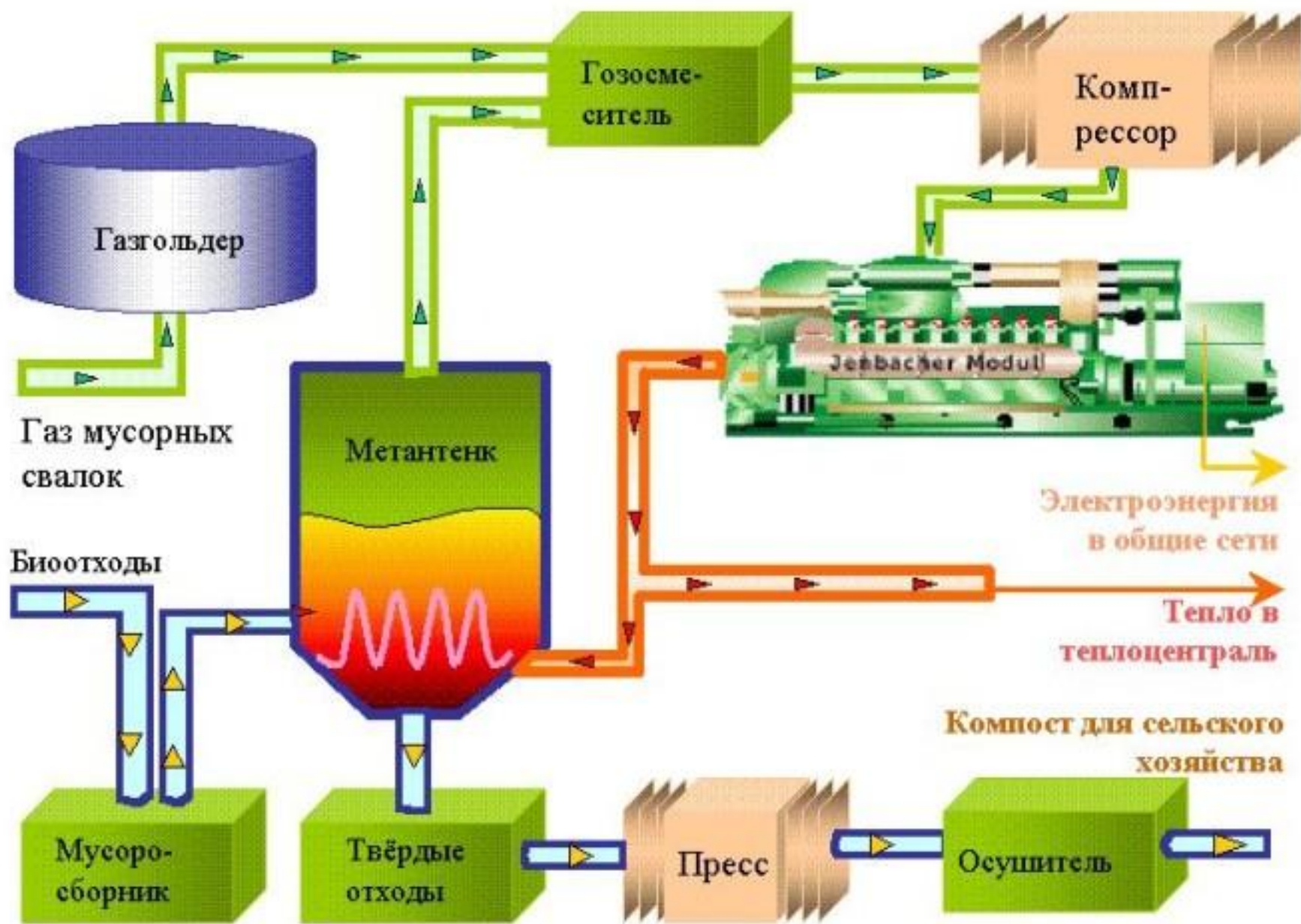


➤ *Ашу процесіне әсер ететін факторлар:*

- ✓ температура;
- ✓ орта ылғалдылығы;
- ✓ рН деңгейі;
- ✓ С : N : P қатынасы;
- ✓ шикізат мөлшері;
- ✓ субстратты қосу жиілігі;
- ✓ баяулатқыш заттар;
- ✓ күшейткіш қоспалар.

- **Температура.** Метандық бактериялардың температуралық тіршілік ету шегі $0-70^{\circ}\text{C}$ жоғары болады. Егер температура тіршілік ету шегінен жоғарыласа бактериялар қырыла бастайды, әйтсе де белгілі бір штамдар өзінің тіршілігін 90°C сақтайды. Ал төменгі температурада бактериялардың тіршілігі жойылмағанымен өздеріні іс әрекетін тоқтатады. Әдеби мәліметтер бойынша төменгі температура $3-4^{\circ}\text{C}$ тең.





- **Биогаз қондырғыларының классификациясы**

- **I Биогаз алу технологиясына байланысты**

- 1) Процесс сатыларының санына қарай:

- a) бір сатылы;

- в) екі сатылы;

- с) көп сатылы

- 2) Температуралық режимге қарай:

- a) психофильді (-25 0C дейін);

- в) мезофильді (-32-42 0C дейін);

- с) термофильді (-50-57 0C дейін);

- 3) Реакторды жүктеуге байланысты:

- a) периодты;

- в) квазиүздіксіз;

- с) үздіксіз;

- 4) Шикізат құрамындағы субстраттың құрамындағы құрғақ зат мөлшеріе байланысты:

- a) ылғал ферментация;

- в) құрғақ ферментация;

• **II Газды қолдануға байланысты үш топқа бөлінеді:**

- a) электр және жылу энергиясын өндіру (блоктық мини ТЭЦ те жағу);
- в) жылу өндіру (қазандықтарда жағу);
- с) газ өндіру (метан алу және оны газ құбырына жүктеу)

III Шикізат көзіне қарай

- a) ауылшаруашылық қондырғылар (өңделген жасыл масса мен мал тезегі, көң, құс саңғырығы қоспасы);
- в) коферментациялық биогаз қондырғысы (ауыл шаруашылық қалдығы мен алдын ала өңделген органикалық қалдықтар);
- с) утилизациялық биогаз қондырғылары (әр түрлі биологиялық қалдықтар)

IV Конструкциялық ерекшеліктеріне қарай (бір немесе бірнеше реакторлы)

V Резервуар формасына қарай (жұмыртқа пішінді, цилиндр, шар тәрізді, конустары барлық жағында немесе жоғары, төменгі жағында)

VI Араластыру мен қыздыру тәсіліне қарай:

- a) араластыру мен қыздыру жүйесі жоқ;
- в) қыздыру жүйесі жоқ, араластыру жүйесі бар;
- с) қыздыру жүйесі бар, араластыру жүйесі жоқ;
- d) араластыру мен қыздыру жүйесі бар және процесті бақылайтын, автоматтандырылған жүйелері бар

VII Газгольдерлер санына қарай (биогаз жинақтайтын бөлім)