

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

Худайбергенов Нурсултан Махсутұлы

Тақырыбы: “Шымтезек шикізатынан құйылған өнімді өндіру бойынша энергия
тиімді модульдік қондырғы ”

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

6B07115 – Технологиялық машиналар және жабдықтар

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.,
Б.З. Калиев
«12» 06. 2025ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

Дипломдық жоба

Тақырыбы: «Шымтезек шикізатынан құйылған өнімді өндіру бойынша энергия
тиімді модульдік қондырғы»

6B07115 – Технологиялық машиналар және жабдықтар

Орындаған:

Худайбергенов Н.М.

Пікір беруші
“Борусан Машина Қазақстан” ЖШС,
Бас директор
(ғылыми дәрежесі, атауы)

Шәкенов А.Т.

Қолы

Аты жөні



Ғылыми жетекші
PhD, қауым. профессор
(ғылыми дәрежесі, атауы)
Басқанбаева Д.Ж
Қолы Аты жөні

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

БЕКІТЕМІН

кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

Б.З. Калиев

«24» 01 2025 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: *Худайбергенов Нурсұлтан Махсұтұлы*

Тақырыбы: *«Шымтезек шикізатынан құйылған өнімді өндіру бойынша энергия тиімді модульдік қондырғы»*

Университет Ректорының 2025 жылғы "29" қаңтар № 26-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2025 жылғы "12" мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *Шымтезек шикізатынан құйылған өнімді өндіру бойынша энергия тиімді модульдік қондырғыны жетілдіру, патенттік шолу.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Негізгі бөлім: Қолданыстағы қондырғыларға жалпы шолу.

б) Арнайы бөлім: Қондырғының құрылымдық ерекшеліктері, қондырғыны жетілдіру барысындағы технологиялық машиналар мен жабдықтар.

в) Есептеу бөлімі: Энергоэффективті кептіру камерасында газ-ауа қоспасының қысымын автоматты басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы.

Сызба материалдар тізімі (3 парақ сызба көрсетілген)

1 – РЗ-ОСО қалыптау аппараты, 2 – Тік орналасқан ортадан тепкіш сораптың сыртқы көрінісі, 3 – Қондырғыны жетілдіру барысындағы технологиялық машиналар мен жабдықтар

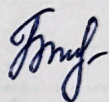
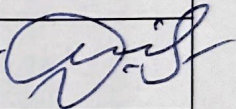
Ұсынылатын негізгі әдебиет 24 атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны даярлау

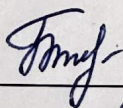
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1. Негізгі бөлім	24.02.2025	
2. Арнайы бөлім	12.03.2025	
3. Патенттік бөлім	26.03.2025	
4. Есептік бөлім	13.04.2025	
5. Экономикалық бөлім	19.04.2025	
6. Еңбекті қорғау бөлімі	18.05.2025	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

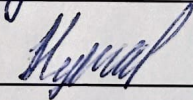
Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Дипломдық жұмыс бөлімдері	Басқанбаева Д.Д. PhD, Аға оқытушы	11.06.2025	
Қалып бақылаушы	Сарыбаев Е.Е. PhD, Аға оқытушы	12.06.2025	

Ғылыми жетекшісі



/ Басқанбаева Д.Д./

Тапсырманы орындауға білім алушы



/Худайберген Н.М./

Күні « 11 » 06 - 2025 ж.

КІРІСПЕ

Қазіргі заманда энергия тиімділігі мен экологиялық тұрақтылық әлемдік деңгейдегі маңызды мәселелердің бірі болып отыр. Өнеркәсіп саласында энергияны тиімді пайдалану және табиғи ресурстарды үнемді қолдану негізгі стратегиялық мақсаттардың бірі болып табылады. Әсіресе, баламалы және қалпына келетін энергия көздерін пайдалану, табиғи ресурстарды қайта өңдеу және қалдықсыз технологияларды енгізу маңызды. Бұл тұрғыда шымтезек шикізатынан энергия тиімді модульдік қондырғыны әзірлеу және жетілдіру өзекті болып табылады.

Тақырыптың өзектілігі. Қазақстанның табиғи ресурстарға бай аймақтарында шымтезек кен орындары айтарлықтай көлемде кездеседі. Шымтезек – органикалық заттардың табиғи ыдырауынан пайда болған экологиялық таза шикізат, ол отын, тыңайтқыш, құрылыс материалы және басқа да өнеркәсіптік мақсаттарда кеңінен қолданылады. Алайда, шымтезек шикізатын тиімді пайдалану және энергия үнемдейтін технологияларды қолдану қазіргі кезеңнің өзекті мәселесіне айналып отыр.

Энергия тиімді модульдік қондырғыны әзірлеу осы шикізатты өңдеу тиімділігін арттырып қана қоймай, энергия шығынын азайтып, қоршаған ортаға зиянды әсерді төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл бағытта алдын ала термиялық өңдеу әдісі, автоматтандырылған басқару жүйелері және заманауи энергия үнемдеу технологияларын қолдану шешуші рөл атқарады.

Зерттеу мақсаты мен міндеттері

Дипломдық жобаның мақсаты – шымтезек шикізатынан құйылған өнім өндіру бойынша энергия тиімді модульдік қондырғыны жетілдіру. Бұл мақсатқа қол жеткізу үшін келесі міндеттер қойылды:

- Энергоэффективті технологиялардың теориялық негіздерін зерттеу;
- Торфты шикізаттан өнім өндірудің қазіргі жағдайын талдау;
- Қолданыстағы модульдік қондырғының құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу;
- Шикізатты алдын ала термиялық өңдеу әдісін енгізу арқылы қондырғының тиімділігін арттыру;
- Жабдықтарды автоматтандыру және цифрлық бақылау жүйелерін енгізу;
- Қондырғының техникалық және экономикалық тиімділігін бағалау.

Зерттеу объектісі мен пәні

Зерттеу объектісі – шымтезек шикізатынан құйылған өнім (брикеттер) өндіруге арналған энергия тиімді модульдік қондырғы.

Зерттеу пәні – энергия тиімділігін арттыруға бағытталған технологиялық және техникалық шешімдер, соның ішінде шикізатты алдын ала термиялық өңдеу әдісі, автоматтандырылған басқару жүйелері және энергия үнемдеу шаралары.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы

- Шикізатты алдын ала термиялық өңдеу әдісі әзірленіп, оның энергия тиімділігіне және өнім сапасына әсері зерттелді.

- Қондырғының автоматтандырылған басқару жүйесі әзірленіп, процестердің тұрақтылығын қамтамасыз ететін цифрлық бақылау енгізілді.

- Өнім сапасын арттырып, энергия шығынын азайтатын өндіріс үдерістерін оңтайландыру әдістері ұсынылды.

- Қондырғының қауіпсіздік жүйелері жетілдіріліп, өндіріс тиімділігін қамтамасыз ететін шешімдер ұсынылды.

Практикалық маңыздылығы

Жұмыс нәтижелері өнеркәсіптік өндіріске тікелей қолдануға жарамды. Дайындалған энергия тиімді модульдік қондырғы Қазақстанның кез келген аймағында шымтезек шикізатын қайта өңдеу және құйылған өнімдер шығару үшін пайдаланылуы мүмкін. Ұсынылған әдістер энергия үнемдеу арқылы өндіріс шығындарын азайтып, дайын өнімнің сапасын тұрақтандырады.

- Шикізатты алдын ала термиялық өңдеу әдісі энергия шығынын 15–20%-ға азайтады.

- Автоматтандыру және цифрлық бақылау жүйесі өндіріс процесін тұрақты және қауіпсіз етеді.

- Қолданыстағы өндіріс орындарына ұсынылған әдісті интеграциялау арқылы экономикалық тиімділікті арттыруға болады.

Зерттеудің ғылыми және тәжірибелік маңыздылығы

Дипломдық жоба аясында жүргізілген зерттеулер шымтезек шикізатын энергия тиімді өңдеудің ғылыми негіздерін қалыптастырады. Жаңа әдістер мен технологиялық шешімдер шымтезек негізіндегі өнімдерді өндіруде ғана емес, сонымен қатар басқа да органикалық шикізатты өңдеуде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл жоба Қазақстанның баламалы энергия көздерін дамыту және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету саясатына үлес қосады.

1 Энергоэффективті модульдік қондырғының теориялық негіздері

Энергия үнемдеу қазіргі заманғы өндірісте және құрылыс индустриясында ең маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Сондықтан құрылыс материалдарын өндіруге арналған энергоэффективті модульдік қондырғының теориялық негіздерін зерттеу – технологиялық үдерістерді жетілдірудің және өнімнің тиімділігін арттырудың негізі. Бұл бөлімде энергоүнемдеуші технологиялар мен жүйелердің тарихи дамуы, торфты (шымтезек) шикізаттан құрылыс өнімдерін өндірудің қазіргі жағдайы, энергия үнемдеу мен экология мәселелері қарастырылады. Сондай-ақ қолданыстағы технологиялардың артықшылықтары мен кемшіліктері талданып, торфтан құрылыс блоктары мен басқа да құрылыс материалдарын алу технологиялары, энергия тиімділігін арттырудың заманауи шешімдері (төмен энергиялы кептіру, престеу, автоматтандыру және т.б.) атап көрсетіледі.

1.3 Энергия үнемдеу мен экология мәселелері

Энергия үнемдеу технологияларының дамуын экология мәселелерінен бөлек қарастыру мүмкін емес. Өнеркәсіпте энергияны көп тұтыну көбіне жанғыш отындарды пайдаланумен тікелей байланысты, бұл өз кезегінде парниктік газдар мен басқа да ластаушы заттардың ауаға шығарылуына алып келеді. Сондықтан энергияны үнемдеу – қоршаған ортаны қорғаудың маңызды құралдарының бірі.

Отын ресурстары және қоршаған орта: Торфты кең көлемде отын ретінде қолданудың экологиялық салдары айтарлықтай. Батпақты жерлерді құрғатып, шымтезекті өндірген кезде су экожүйелерінің режимі бұзылады, жергілікті топырақ жабыны мен ландшафт өзгереді. Батпақты кептіру сол аймақтың биоәртүрлілігіне зиян тигізіп, жануарлар дүниесіне қауіп төндіруі мүмкін. Сонымен бірге, торфты қазып алу, тасымалдау және сақтау барысында да парниктік газдар бөлінуі және шаң-тозаң таралуы орын алады. Ғылыми деректер бойынша, құрғатылған және игерілген шымтезек жерлері жаһандық парниктік газ шығарылымдарының 5%-ына жуығын береді. Мысалы, Еуропада торф өндірісі жүргізілген деградацияланған батпақтар жыл сайын 220 млн тонна CO_2 эквивалентті парниктік газ бөледі.

Өндірісте және энергия секторында энергия тиімді технологияларды енгізу осы жағымсыз әсерлерді азайтуға көмектеседі. Мысалы, бір зауытта энергия үнемдейтін жабдықтарды орнату отын тұтынуды төмендетеді, сәйкесінше түтін газдарындағы CO_2 , NO_x , SO_2 мөлшерін де қысқартады. Энергияны үнемдеу – климаттың жылынуына қарсы күрестің ең қолжетімді және үнемді жолдарының бірі деп есептеледі. Халықаралық энергетика агенттігінің бағалауы бойынша, энергия тиімділігін арттыру шаралары жаһандық көмірқышқыл газы шығарындыларын ондаған пайызға төмендету әлеуетіне ие.

Экологиялық таза өндіріс және энерготиімділік: Қазіргі кезде «таза өндіріс» (clean production) концепциясында шикізатты кешенді пайдалану, қалдықтарды азайту және энергияны қайта айналдыру негізге алынады. Торфты қайта өңдегенде де осы ұстанымды іске асыру маңызды. Мысалы, торфты өңдеу кезінде бөлінетін қалдық жылуды цехтің басқа бөлімдерінде пайдалану – жалпы энергия жұмсауды азайтады. Көптеген торф өңдеу кешендерінде кептіру барысында бөлінген ыстық ауа циклондар арқылы тазаланып, қайта қыздыру үшін қолданылады, бұл отын шығынын кемітеді. Сол сияқты, өндірістен шыққан су буларын конденсациялап, жылуын жылыту жүйелеріне беру немесе торфты бастапқы қыздыруға пайдалану әдістері экология тұрғысынан да, экономикалық тұрғыдан да тиімді.

Торфты құрылыс материалдарына пайдалану экологиялық тұрғыдан екі жақты рөл атқарады. Бір жағынан, торфты жағу арқылы энергия алу атмосфераға CO_2 шығарады, ал оны құрылыс блогы ретінде пайдаланып, ғимарат конструкциясына енгізу – көміртекті ұзақ мерзімге байланыстырады (яғни атмосфераға шығармай, материал құрамында сақтайды). Екінші жағынан, шымтезек батпағынан алынған торф сол жердің экожүйесіне зиян келтіруі мүмкін. Сондықтан бүгінгі таңда торф өндіруде қоршаған ортаға әсерді азайту тәсілдері қолданылуда: өндірілген учаскелерді қайта суландырып, батпақтық экожүйені қалпына келтіру, торф шығарындысын шектеп, орнына балама энергетикалық биомасса өсіру (мысалы, қамыс, құрақ) тәжірибелері бар.

Заңнамалық және қоғам талаптары: Энергия үнемдеу мен экология мәселелері нормативтік-құқықтық реттеу деңгейінде де маңызды орын алады. Қазақстанда жоғарыда атап өтілген 2012 жылғы заңнан бөлек, 2013–2020 жылдарға арналған энергия үнемдеу бойынша мемлекеттік бағдарламалар жүзеге асырылды. Бұл құжаттарда өндіріс орындарында энергетикалық аудит жүргізу, энерготиімді жабдыққа көшуді ынталандыру, шығарындыларды квоталау және жаңартылатын энергия көздерін енгізу мәселелері қамтылған. Қоғам тарапынан да экологиялық таза өнімдерге сұраныс артуда, тұтынушылар кәсіпорындардың «жасыл» стандарттарға сай болуын қалайды. Мұның барлығы өндірістік модульдік қондырғылар жобалаушыларын энергия үнемдеу шешімдерін барынша интеграциялауға және экологиялық талаптарды сақтауға мәжбүрлейді.

Жалпы, энергия үнемдеу – экологиялық тұрақтылыққа жетудің негізгі құралдарының бірі. Әрбір үнемделген кВт·сағ электр энергиясы немесе Джоуль жылу атмосфераға белгілі бір мөлшерде зиянды заттардың шығарылуын болдырмайтынын ескерсек, энергоэффективті технологияларды дамыту қоршаған ортаны қорғауға қосқан үлес болып табылады. Бұл тұрғыда торфты тиімді пайдалану да ерекше орын алады: оны өртеу емес, құрылыс материалы сияқты ұзақ мерзімді пайдалануға көшіру атмосфераға көміртек шығармай, керісінше көміртекті байланыстырылған күйде сақтау тәсілі ретінде қарастырылады. Әрине, бұл үшін торф негізіндегі өнімдердің өмірлік циклін (Life Cycle Assessment) толық талдап, олардың экологиялық ізін минимизациялау қажет.

1.4 Қолданыстағы технологиялардың артықшылықтары мен кемшіліктері

Торфты шикізаттан өнім алу бойынша бүгінгі қолданыстағы технологияларды шартты түрде екі үлкен топқа бөлуге болады: дәстүрлі (стационарлы) технологиялар және модульдік (жылжымалы) технологиялар. Олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Сонымен қатар, торфты құрылыс материалдарына өңдеу технологиялары да жаңадан қалыптасып келе жатқан бағыт болғандықтан, олардың тиімді және тиімсіз жақтарын бағалау маңызды. Төмендегі кестеде торф өңдеудің негізгі қолданылып жүрген әдістерінің салыстырмалы талдауы берілген:

1 Кесте – Торф өңдеудің негізгі әдістерінің салыстырмалы талдауы

Технология түрі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Дәстүрлі далалық кептіру және стационарлы брикеттеу (Мысалы: торфты жазықта кептіріп, орталық зауытта өңдеу)	– Энергия шығыны өте аз (күн мен жел арқылы табиғи кептіру) – Үлкен көлемде өндіруге мүмкіндік береді (қуатты стационарлы жабдық) – Жабдықтың салыстырмалы қарапайымдылығы және төмен құны	– Өндіріс маусымдылығы, ауа райына тәуелділік жоғары – Кептіру үшін көп уақыт және үлкен алаң қажет – Өнім сапасы біркелкі болмауы мүмкін (ылғалдың біркелкі кетпеуі) – Далалық кептіру кезінде шығын (шашылу, жану қаупі) орын алады
Толық жабық циклді модульдік өндіру (Мысалы: батпақ басында орнатылған модульдік цех – қазудан бастап брикеттеуге дейін)	– Жыл бойы үздіксіз жұмыс істей алады, ауа райынан тәуелсіз – Өндіріс орнын шикізат көзіне жақын орналастыру тасымал шығынын азайтады – Процестерді автоматтандыру оңай – өнім сапасы тұрақты – Қоршаған ортаға әсерін бақылау жеңіл (шанды, қалдық суды жинау т.б.)	– Кептіруге және технологиялық процестерге жоғары энергия жұмсалады (отынық шығын өседі) – Жабдықтар кешені күрделі және қымбат – Шағын модульдердің өнімділігі ірі зауыттардан төмен болуы мүмкін – Техникалық қызмет көрсету үшін білікті мамандар қажет (автоматтандырылған жүйе)
Торфты құрылыс материалдарына өңдеу (Мысалы: торф пен өсімдік талшықтар қоспасынан блок жасау)	– Жылу оқшаулау қасиеті өте жоғары өнім алынады (энергия тиімді құрылыс материалы) – Торфты жағудан гөрі материалға айналдыру CO ₂ шығармайды, көміртекті байланысты күйде сақтайды – Жеңіл материалдар болғандықтан, тасымалдау және құрастыруы оңай – Қосалқы ауыл шаруашылық қалдықтарын (щөпа, сабан) пайдалануға мүмкіндік береді (композит ретінде)	– Технология әлі кең таралмаған, тәжірибелік сатыда – Мұндай өнімдердің стандарттары мен сертификатталуы күрделі (құрылыс нормативтері бойынша) – Торф блоктарының механикалық беріктігі төмен, тек оқшаулағыш мақсатта жарамды – Өндіріс кезінде химиялық қосымшалар (байланыстырғыштар) қосу қажет болуы мүмкін, бұл қосымша шығын мен экологиялық мәселе

Дәстүрлі стационарлы технологиялар көбінесе Беларусь, Ресей, Финляндия сынды торф қоры мол елдердегі ірі торф брикет зауыттарында қолданылады. Мысалы, Беларусьтің Старобинскі торфобрикет зауыты жылына мыңдаған тонна отын брикеттерін шығарады, алайда өнім маусымдық режимде (көктем-жаз мезгілінде) дайындалған шикізатқа тәуелді. Мұндай зауыттардың тасымал инфрақұрылымы (теміржол, жол) дамыған, өнімді алыс қашықтықтарға жеткізуге ыңғайлы.

Ал модульдік жылжымалы кешендер торф қоры шағын және шашыраңқы аудандарда тиімді. Оларды контейнерлік модульдер түрінде құрастырып, батпак маңына орналастырады. Мысалы, Ресейде патенттелген «Модульдік торф өндіру және агломерация кешені» жобасында өндіріс үш өзара байланысты модульге бөлінген: торф қазу модулі, тасымалдау модулі және өңдеу-престеу модулі, олардың жұмысы орталықтандырылған басқару жүйесімен үйлестіріледі. Осындай жүйе метеорологиялық ақпаратты да ескеріп, процестер параметрлерін бейімдеп отыруды көздейді (жаңбыр кезінде қазуды тоқтату, ылғал жоғары болса кептіруді ұзарту және т.б.). Нәтижесінде, энергия шығыны салыстырмалы жоғары болғанымен, өнім сапасы мен шығымдылығы тұрақты, ал ең бастысы – далалық жұмыстардан толық тәуелсіз жыл бойы торф өнімін шығаруға мүмкіндік бар. Бұл технологияның тиімділігін арттыру үшін қазіргі кезде зерттеушілер кептірудің баламалы әдістерін (микротолқынды кептіру, вакуумдық кептіру, жылу насосын қолдану) және престеудің жетілдірілген тәсілдерін (мысалы, соққысыз гидравликалық престер, шнек-күздіктер) енгізуде. Автоматтандыру деңгейін өсіру арқылы да энергия үнемдеуге болады – процесті дәл басқару артық қыздыру мен құрғатуды болдырмай, электр шығынын 10–15%-ға дейін төмендетуге септігін тигізеді.

Торфтан құрылыс материалдарын алу технологияларының артықшылық-кемшіліктері әзірге теориялық және тәжірибелік зерттеулермен анықталуда. Негізгі артықшылығы – алынған өнімдердің жылу сақтау қабілеті жоғары, демек ғимараттың пайдалану кезіндегі энергия шығынын азайтады. Сонымен бірге, торфты құрылыста қолдану батпактан алынған көміртектің ауаға шығарылмай, байланып қалуын қамтамасыз етеді, бұл климаттық тұрғыдан оң құбылыс. Кемшілігі – мұндай өнімдерге қоятын құрылыс талаптары (мысалы, сығылу беріктігі, отқа төзімділік, сулануға беріктік) стандарт материалдардан жоғары, сондықтан торф негізді блоктар арнайы өңдеуді қажет етеді (мысалы, минералды байланыстырғыш сіңдіру, сыртынан қорғайтын сылақ жағу).

Жалпы, қолданыстағы әрбір технологияны таңдау нақты жағдайға байланысты. Егер мақсат – отын өндіруде ең аз энергия жұмсап, шығынды азайту болса және климат қолайлы аймақта болса, дәстүрлі далалық кептіру әдісі ұтымды. Ал ауа райы қолайсыз немесе торф қоры шашыраңқы болса – модульдік кешен орнатып, жыл бойы өндіріс жүргізген жөн. Құрылыс материалдарын алу – келешекке арналған бағыт, ол үшін торфтың химиялық-құрылымдық қасиеттерін тереңірек зерттеп, қажетті стандарттарға сай технологиялық режимдерді пысықтау керек. Энергоэффективті модульдік қондырғы жобалауда осының бәрін ескеру – болашақ қондырғының сәтті және тиімді болуына негіз

қалайды. Мәселен, модульдік қондырғыда далалық және цехтық тәсілдің артықшылықтарын үйлестіріп (шикізатты алдын ала дегидратациялау + тиімді жабық кептіру), процесті толық автоматтандыру арқылы энергия үнемдеуді барынша арттыруға болады.

Бұл бөлімде қарастырылған теориялық негіздер келесі практикалық-зерттеу бөлімдерде энергоэффективті модульдік қондырғының нақты техникалық шешімдерін таңдауға, оның параметрлерін есептеуге және жобалауға тірек болады. Ең бастысы – торфты шикізатты тиімді пайдаланудың жолдарын табу, сол арқылы энергия үнемдеу мен экологиялық талаптарды үйлестіре орындау мүмкін екендігі ғылыми тұрғыда негізделді.

2 Энергоэффективті модульдік қондырғының техникалық шешімдері

2.1 Жабдықтар мен технологияларды таңдау

Шымтезек шикізатынан қалыпталған отын өнімін (брикетті) өндіру үшін бірнеше негізгі технологиялық кезең қажет: шикізатты дайындау (ылғалды төмендету және ұнтақтау), оны қалыпқа келтіріп сығымдау (пресс арқылы брикеттеу), және дайын брикеттерді суыту-қатайту. Осы кезеңдерге сәйкес қондырғы құрамына кіретін жабдықтар кешені таңдалады. Мақсат – энергия үнемділігі жоғары, өнімділігі жеткілікті және тұрақты сапалы шымтезек брикеттерін шығаратын модульдік желіні құрастыру. Таңдалған технология – шымтезек массасын алдымен төмен температурада кептіріп, ұнтақтап, кейін жоғары қысымды механикалық пресс арқылы қалыптау. Бұл әдіс шетелдік тәжірибеде өзін жақсы көрсеткен (байланыстырғыш қоспасыз таза шымтезекті брикеттеуге болады) және оны Қазақстан жағдайында да қолдануға болады. Мысалы, Ресейдің Сахалин облысында контейнерлік мобильді шымтезек брикеттеу зауыты іске қосылған – оның құрамында шикізатты кептіру-ұнтақтау агрегаты (АС-4-500), 0,8–1,5 МВт-тық “Дракон” деп аталатын жылу генераторы және өнімділігі сағатына 0,4 тоннаға дейін жететін шведтік “Bogma” соққылы-механикалық брикет прессі бар. Бұл кешен қажетті барлық жабдықты бір орынға шоғырландырып, шымтезек батпағының жанында жұмыс істеуге бейімделген. Біз осыған ұқсас технологиялық сызбаны жергілікті шикізатқа бейімдеп қолданамыз деп жобалаймыз.



1 Сурет – Шымтезек брикеттері – көлемі шағын, жоғары сығылып тығыздалған отын түрі

Мұндай брикеттер тұрмыстық және өнеркәсіптік жылу қазандықтарында қолданылады. Олардың жану жылуы шамамен 3800–4200 ккал/кг немесе 16 МДж/кг деңгейінде, ылғалдылығы 15–19% шамасында болады. Шымтезек брикеті тез тұтанып, ұзақ уақыт (6–8 сағатқа дейін) тұрақты жану температурасын ұстап тұрады, сондай-ақ сақтау мен тасымалдауға ыңғайлы келеді.

Жабдықтарды таңдау негіздемесі: Шымтезек – бастапқы ылғалдылығы жоғары (40–50%-ға дейін) материал, сондықтан оны тиімді брикеттеу үшін алдымен ылғалды 15%-ға дейін төмендету қажет. Бұл мақсатта үздіксіз әрекет ететін кептіру қондырғысы қарастырылды. Біз энергия тиімділігі үшін аэродинамикалық типтегі кептіру-ұнтақтау агрегатын пайдаланамыз (мысалы, жоғарыда аталған АС-4-500 моделі тәрізді). Мұндай агрегатта қыздырылған ауа ағыны шымтезек бөлшектерін кептіріп қана қоймай, оларды бірге ұнтақтайды – нәтижесінде бір сатыда ұсақ және құрғақ шикізат алынады. Кептіруді іске асыру үшін жанғыш отынмен жұмыс істейтін жылу генераторы керек. Бұл жоба үшін пиролиз принципімен жұмыс істейтін “Dragon” сияқты жылу генераторын таңдау тиімді, өйткені ол төмен сапалы қатты отындарды (шымтезектің өзі, ағаш қалдықтары, т.б.) жоғары тиімділікпен жағу арқылы кептіру процесіне қажетті ыстық ауа (жылу тасымалдағыш) өндіріп береді. Пиролизді жылу генераторы жану процесін толық аяқтап, энергияны максималды пайдаланады, нәтижесінде отын шығыны азаяды және тұрақты жылу беріледі.

Келесі негізгі түйін – брикеттеу прессы. Технологиялық баламаларды қарастырғанда, шнекті (бұрандамен сығымдайтын) және механикалық соққылы (поршеньдік) пресс түрлері талданды. Шнекті пресс үздіксіз жұмыс жасап, брикетті шұңғылша арқылы экструзиялап шығарады; алайда шымтезек тәрізді материал үшін шнек бөліктерінің тозуы және энергия жұмсалуды маңызды фактор. Механикалық (соққылы) пресс периодтық соққы беріп пресстеу арқылы тығыз брикет қалыптастырады. Шетелдік тәжірибеде (мысалы, Скандинавия елдерінде) шымтезек пен ағаш қалдықтарын брикеттеуде көбінесе механикалық пресс қолданылады. Сондықтан жобада қуатты механикалық брикет прессы таңдалды. Оның қажетті қысым күші брикеттерді $\sim 800\text{--}1000\text{ кг/м}^3$ тығыздыққа жеткізуге шамамен 80–100 МПа қысым жасап, берік өнім алу үшін жеткілікті. Өнімділік талабы бойынша пресс мүмкіндігінше сағатына 0,5–1,0 тонна дайын брикет шығару қажет деп алынды. Мысалы, 30 кВт электр қозғалтқышы бар заманауи пресс $\sim 0,5\text{--}0,75\text{ т/сағ}$ өнім бере алады, ал 45–55 кВт қуатты пресстер 1 т/сағ және одан жоғары өнімділікке жетеді. Демек, біздің қондырғыға $\sim 45\text{ кВт}$ class-дегі бір немесе екі пресс орнату арқылы қажетті өнімділікті қамтамасыз етуге болады. Брикет пресінің моделі ретінде жоғарыда аталған “Bogma” немесе соған ұқсас сипаттамалары бар жергілікті жағдайда қолжетімді балама қарастырылады. Көмекші жабдықтар ретінде шымтезек массасын преске тұрақты беріп тұратын шнекті дозатор, құрғақ ұнтақ материалды жинау бункерлері, дайын брикеттерді тасымалдайтын және суытатын конвейер, сондай-ақ шаң ұстағыш циклондары және басқару шкафтары кіреді.

2 Кесте – Қондырғы құрамына кіретін негізгі жабдықтар және олардың техникалық сипаттамалары

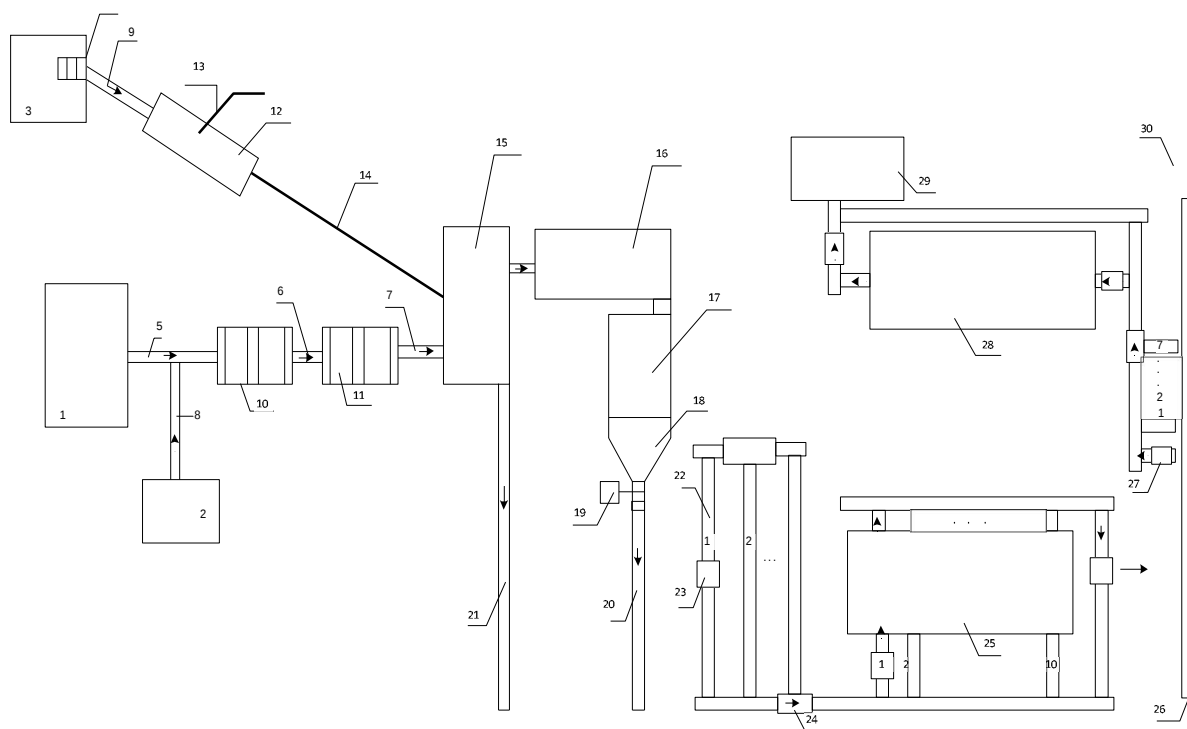
Жабдық түйін	Моделі және типі (мысал)	Негізгі техникалық параметрлері
Шикізат бункері	Хоппер-бункер, дірілді бергішімен	Сыйымдылығы ~5 м³; шикізатты тұрақты беріп тұру.
Кептіру-ұнтақтау агрегаты	АС-4-500 типтес аэродинамикалық кептіргіш, кіріктірілген диірменімен	Өткізу қабілеті: ~0,5 т/сағ құрғақ зат; Шикізат ылғалдылығы: кірісте макс 50%, шығыста ~15%; Қажетті жылу қуаты: ~0,2–0,3 МВт (шамамен 60–80 кг/сағ отын).
Жылу генераторы	«Дракон» пиролизді твердотопливный (ҚР баламасы болса)	Реттелетін жылу өндіру қуаты: 0,2–1,5 МВт дейін; Отын түрі: шымтезек, ағаш қалдықтары, көмір және т.б.; Жану камерасы отқа төзімді кірпішпен қапталған, түтін шығару жүйесі бар.
Брикеттеу presses	Механикалық (соққылы) пресс, мысалы 55 кВт “ВР-6510” немесе аналогы	Пресстеу күшін беруші негізгі қозғалтқыш қуаты ~45–55 кВт; Өнімділігі 0,8–1,4 т/сағ дейін; Брикет өлшемі ~60×60×80 мм немесе цилиндр Ø60–75 мм; Бір брикет массасы ~0,5–1 кг.
Салқындату және тасымалдау жүйесі	Таспа немесе вибрациялық конвейер, ауа салқындатқыш желдеткіштерімен	Престен шыққан ыстық брикеттерді ұзындығы 6–10 м аралығында тасымалдау арқылы табиғи/мәжбүрлі суыту; Брикет температурасын ~80°С-тан <30°С-қа дейін түсіру.
Шаң және ұсақталма жинағыш	Циклон немесе сүзгі жүйесі	Кептіру кезеңінде және пресстен кейін бөлінген шаңды, майда бөлшектерді жинау; Қайта өндеуге бағыттау (технологиялық циклге қайта қосу).
Басқару және бақылау	PLC- контроллері бар электрлік шкаф	Бағдарламаланатын логикалық контроллер (PLC) негізінде автоматты басқару; Сенсорлардан мәлімет жинау және атқарушы құрылғыларды басқару (қозғалтқыштар, клапандар).

Жоғарыдағы кестеде көрсетілгендей, жабдықтар кешені толық циклді қамтамасыз етеді. Қазақстан жағдайында нақты өнеркәсіптік үлгілер болмағандықтан, біз таңдалған құрылғылардың сипаттамаларын ұқсас шетелдік қондырғылардың деректеріне сүйеніп алдық. Мұнда энергия тиімділігіне ерекше назар аударылды: мысалы, жылу генераторының отын ретінде тікелей

шымтезектің бір бөлігін немесе арзан ағаш қалдықтарын пайдалануы – сырттан қымбат энергия көздерін қажет етпеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, механикалық пресс өнімділігі мен электр тұтынуының оңтайлы балансы ескерілді (мысалы, 1 тонна/сағ брикет шығару үшін шамамен 50–70 кВт электр қуаты жұмсалады). Бұл таңдаулардың барлығы шымтезек брикеттерін шығарудың үздік технологиялық жолын қамтамасыз етеді деп күтілуде.

2.2 Қондырғының құрылымдық ерекшеліктері

Энергия тиімді модульдік қондырғының құрылымы – оны бір тұтас блок ретінде құрастырып, қажет болған жағдайда тасымалдауға, жылдам орнатып іске қосуға мүмкіндік беретін ерекшеліктерді қамтиды. Бұл қондырғы контейнерлік модульдер принципімен орындалған: негізгі технологиялық жабдықтар бір немесе бірнеше контейнерлерге орнатылып, толықтай жинақталған жүйе ретінде жұмыс істейді. Бұл әдіс қондырғының жинақылығын және мобильділігін қамтамасыз етеді.



2 Сурет – Энергия тиімді модульдік қондырғының технологиялық схемасы: шикізатты дайындау, брикеттеу және күйдіру процестері.

3 Кесте – Қондырғы элементтерінің технологиялық сызбасы және сипаттамасы

№	Элементтің атауы	Қысқаша сипаттамасы
1	Шикізатты қабылдау бункері	Шымтезекті бастапқы қабылдау мен уақытша сақтау үшін арналған.
2	Шикізатты бергіш лента (конвейер)	Шикізатты кептіру аймағына жеткізеді.
3	Бастапқы кептіру аймағы	Торфты алдын ала қыздыру және ылғалды азайту.
4	Жылу генераторы	Кептіру үшін қажетті жылу энергиясын өндіреді.
5	Жылу камерасы	Генератордан шыққан жылуды кептіру аймағына бағыттайды.
6	Ауа беру желдеткіші	Камера ішіндегі ауа ағынын реттейді.
7	Негізгі кептіру аймағы	Температурасы 110–150°C аралығында, толық кептіру процесі жүреді.
8	Қарсыағынды кептіру бөлімі	Брикеттер қозғалысына қарсы ауа ағынын бағыттайды.
9	Тұрақтандыру камерасы	Кептірілген торф біркелкі температураға келтіріледі.
10	Циклон-сүзгі жүйесі	Шаң мен ұсақ бөлшектерді тазартады.
11	Құрғақ торфты сақтау бункері	Брикеттеуге дайын құрғақ материалды уақытша сақтайды.
12	Шнек бергіш	Пресске шикізатты біркелкі береді.
13	Пресс-брикеттеу құрылғысы	Құрғақ торфты жоғары қысыммен брикетке айналдырады.
14	Қозғалтқыш блок (пресс үшін)	Брикеттеу механизмін қозғалысқа келтіреді.
15	Брикеттерді қабылдау аймағы	Престен шыққан дайын өнімді қабылдайды.
16	Салқындату конвейері	Брикеттерді температураны түсіре отырып, тасымалдайды.
17	Ауа салқындату желдеткіші	Конвейер бойымен салқын ауа береді.
18	Дайын өнім қоймасы	Салқындатылған брикеттерді жинау және сақтау аймағы.
19	Автоматты бақылау шкафы	Қондырғының барлық процестерін басқаратын басқару панелі.
20	Температура датчигі	Әр аймақтағы температураны өлшейді.

№	Элементтің атауы	Қысқаша сипаттамасы
21	Ылғалдылық сенсоры	Материалдағы ылғалдылықты бақылауға арналған.
22	Қысымды реттеу клапаны	Қондырғы ішіндегі қысымды тұрақтандырады.
23	Қауіпсіздік жүйесі	Авариялық жағдайларда автоматты түрде тоқтату жүйесі.
24	Жылу оқшаулағыш қабат	Кептіру камерасының жылуын сыртқа шығармай ұстап тұрады.
25	Отын беру механизмі	Жылу генераторына отынды автоматты береді.
26	Жылу рекуперация жүйесі	Артық жылуды қайта пайдалану арқылы энергия үнемдейді.
27	Вибрациялық бункер	Шикізаттың біркелкі берілуін қамтамасыз етеді.
28	Қондырғының тіреуіш рамасы	Барлық құрылымдық элементтерді біріктіретін металл конструкция.
29	Электр қуат көзі	Қондырғыны қуатпен қамтамасыз етеді.
30	Қашықтан бақылау блогы	Деректерді жинап, қашықтан басқару мүмкіндігін береді.

Энергоэффективті кептіру камерасының модульдік дизайны контейнерлерде (модульдерде) орналасқан. Контейнерлердің өлшемдері стандартты (20-футтық немесе 40-футтық) болуы мүмкін, бұл оларды көлікпен оңай жеткізуге мүмкіндік береді.

Бірінші модуль – шикізатты дайындау және кептіру. Бұл бөлікте шикізат (торф) бастапқы өңдеуден өтеді. Шикізат бункерден беріледі, ұсақтау және кептіру камерасына түседі. Мұнда шикізаттың ылғалдылығы шамамен 15-20%-ға дейін төмендетіледі.

Екінші модуль – брикеттеу және дайын өнім шығару. Кептірілген шикізат автоматты түрде брикеттеу пресске түседі. Мұнда ол жоғары қысымда брикетке айналады. Дайын брикеттер тасымалдау конвейері арқылы салқындату аймағына жеткізіледі.

Жылу генераторы және ауа беру жүйесі. Жылу генераторы кептіру камерасына ыстық ауа жеткізіп, шикізатты тиімді кептіруге мүмкіндік береді. Генератор автономды түрде жұмыс істеп, энергияны үнемдеуге арналған.

Автоматтандыру және бақылау жүйесі. Қондырғы автоматтандырылған басқару жүйесімен жабдықталған. Датчиктер температураны, ылғалдылықты және қысымды бақылайды.

Құрылымдық беріктік және материалдар

Қондырғының рамасы беріктілігі жоғары болат профилдерінен жасалған, себебі жұмыс кезінде жоғары қысым (пресстеу) және вибрация (қозғалтқыштар, желдеткіштер) пайда болады. Жылу генераторының қабырғалары екі қабатты: ішкі қабаты ыстыққа төзімді материалдармен жабылған, бұл оның беріктігін арттырады. Кептіру камерасының қабырғалары жылу оқшаулағыш материалдармен қапталған, бұл жылудың сыртқа шығындалуын азайтады.

Орналасу және компоновка

Шикізат қабылдау бункері – модульдің басында орналасқан, ол шикізатты кептіру камерасына автоматты түрде жібереді. Кептіру камерасы модульдің бойымен созылып, ұзын құбыр немесе барабан түрінде орындалады. Жылу генераторы камераның бас жағында орналасқан. Кептірілген шикізат циклонға түсіп, ұнтақталған торф қалдықтары сүзгіден өтеді. Брикеттеу прессы модульдің соңында орналасып, дайын брикеттер суытушы конвейерге түседі. Салқындатылған брикеттер автоматты түрде дайын өнім қоймасына жіберіледі.

Инфрақұрылымдық талаптар

Қондырғыны орналастыру үшін тегіс алаң және қуат көзі (электр энергиясы) қажет. Жылу генераторы үшін отынмен қамтамасыз ету (газ, дизель немесе қатты отын) талап етіледі. Электр қуатын тұтыну шамамен 80–100 кВт, оны жергілікті электр желісінен немесе генератордан алуға болады. Қондырғының ішінде электр жабдықтарына арналған шкаф бар, ол сыртқы ылғалдан және шаңнан қорғалған.

Қауіпсіздік және эргономика

Құрылым жобасында техникалық қызмет көрсету және қауіпсіз пайдалану талаптары ескерілген. Шаң-жарылыс қауіпіне қарсы жерге тұйықтау және желдету жүйесі қарастырылған. Қызметкерлер үшін қолжетімділік қамтамасыз етілген – сырғымайтын баспалдақтар, тұтқалар, авариялық шығу жолдары. Жылу генераторында және кептіру камерасында жоғары температурадан қорғау қарастырылған.

Жұмыс принципі

Шикізат қабылдау бункеріне түседі. Таспалы конвейер шикізатты кептіру камерасына жеткізеді. Камерада шикізат жылу ағынымен кептіріліп, ылғалдылығы 15%-ға дейін төмендейді. Кептірілген материал циклон арқылы сүзіліп, аралық бункерге түседі. Пресс арқылы шикізат жоғары қысыммен брикеттерге айналады. Дайын өнім суытылып, қоймаға жіберіледі.

Артықшылықтар

Модульдік құрылым – жылдам монтаждау және тасымалдау мүмкіндігі. Жоғары энергия тиімділігі – жылу қалдықтары қайта қолданылады. Автоматтандырылған басқару жүйесі – үнемді және қауіпсіз жұмыс.

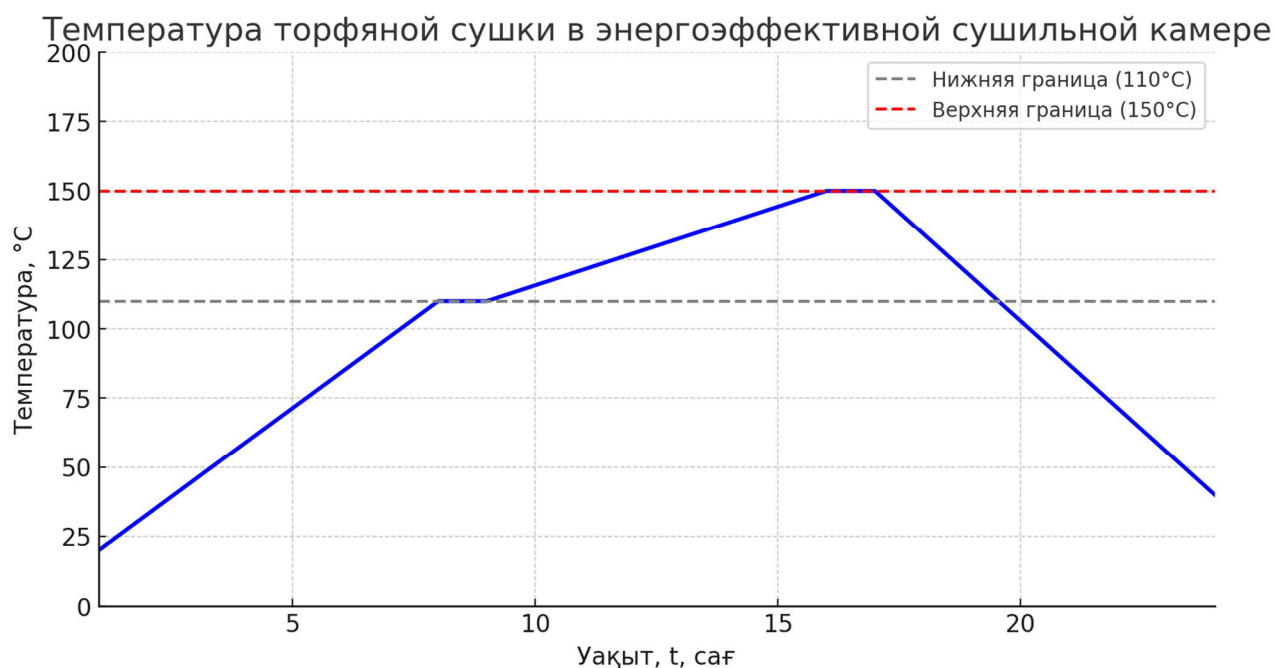
Температуралық режим

Энергоэффективті кептіру камерасында температуралық режим үш негізгі кезеңге бөлінеді: қыздыру, кептіру және салқындату. Әр кезеңде брикеттердің сапасына әсер ететін маңызды физика-химиялық процестер жүреді.

Бастапқы кезеңде шикізаттағы артық ылғал буланып, торф құрылымында қажетті өзгерістер басталады. Қыздыру кезінде температура біртіндеп артып,

шикізат құрамындағы ылғал газ тәрізді күйге өтеді. Негізгі кептіру кезеңінде температура 110°C-тан 150°C-қа дейін жетеді. Бұл кезеңде торфты брикеттердің беріктігі қалыптасады, ал органикалық құрамның тұрақтылығы қамтамасыз етіледі.

Соңғы кезеңде өнім біртіндеп салқындатылады. Бұл кезеңде брикеттер ішкі кернеулерден босап, олардың құрылымдық беріктігі тұрақталады. Тым тез салқындату өнімнің сынуына әкелуі мүмкін, сондықтан бұл процесс реттеліп, біртіндеп жүргізіледі.



3 Сурет – Энергоэффективті кептіру камерасында торфты брикеттерді кептірудің температуралық графигі.

Энергоэффективті кептіру камерасында торфты брикеттерді кептіру процесі толық автоматтандырылған жүйе арқылы жүзеге асырылады. Камера газ тәрізді отынмен (табиғи газ) немесе биомассамен жұмыс істейді. Ауа кептіру аймағына желдеткіштер арқылы беріледі және оның көлемі автоматты түрде реттеледі. Дайындық аймағында температура біртіндеп 110°C-қа дейін көтеріледі, бұл кезеңде брикеттердің ішіндегі қалған ылғал толықтай буланып шығады.

Негізгі кептіру аймағында температура 110–150°C аралығында сақталады, мұнда торфты брикеттер біркелкі кептіріліп, олардың құрылымдық беріктігі қалыптасады. Бұл температура диапазоны органикалық құрамның тұрақтылығын қамтамасыз етеді, жану қаупін болдырмайды.

Салқындату аймағында температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін төмендейді. Бұл кезеңде брикеттер ішкі кернеулерден босап, олардың құрылымдық тұрақтылығы сақталады. Бұл процесс автоматтандырылған желдеткіштер арқылы реттеледі.

Энергоэффективті кептіру камерасында торфты брикеттерді толық кептіру циклі шамамен 6–8 сағатқа созылады. Брикеттер камера арқылы баяу қозғалып, әрбір аймақта қажетті температуралық өндеуден өтеді. Электролафет немесе конвейер жүйесі арқылы кептіру процесі аяқталған брикеттер автоматты түрде салқындату аймағына беріледі.

Дайын брикеттер қоймаға жеткізіледі, мұнда олар 1-2 күн бойы тұрақтандырылады. Бұл кезеңде брикеттердің толық салқындауы және ішкі құрылымының тұрақталуы жүреді. Сапа бақылау зертханасында жүргізіледі – брикеттердің тығыздығы, беріктігі және жану жылуы тексеріледі. Жоғары сапалы өнімдер паллеттерге салынып, тұтынушыларға жөнелтіледі. Егер сынақтан өтпесе, брикеттер қайта өндеуге жіберіледі.

Энергоэффективті кептіру камерасының толық автоматтандырылған жұмыс режимі торфты брикеттердің жоғары сапасын қамтамасыз етеді. Температуралық режимдер дәл сақталып, өнімнің сапасы тұрақты болып қала береді. Бұл технологиялық шешім қондырғының өнімділігін арттырып, энергия шығынын төмендетуге мүмкіндік береді.

2.3 Энергоэффективті кептіру камерасының басқару объектісі ретіндегі жұмысын талдау

Жүргізілген талдау, әдетте, торфты брикеттерді кептіру технологиялары ұзақ уақыт бойы өзгеріссіз қалатынын және осы процесте қолданылатын жабдықтың жеткілікті ресурсы бар екенін көрсетеді. Сонымен қатар, адам-оператордың қатысуын көздейтін пайдаланылатын автоматтандырылған басқару жүйелері (АБЖ) ескірген және талап етілетін технологиялық режимдердің қатаң сақталуын қамтамасыз етпейді.

Энергоэффективті кептіру камерасында бұл мәселелер шешілген. Камера толық автоматтандырылған, температуралық режимдер, ауа беру және шикізаттың қозғалысы нақты бақыланады. Бұл автоматтандыру өнімнің сапасын жақсартуға, энергия шығынын азайтуға және қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жылу жүйесінің жұмыс тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар:
Жылу режимінің тұрақсыздығы және энергия шығынының жоғарылауы.
Жылу беру жүйесінің тиімділігінің төмендігі.
Ауа беру және температуралық режимдердің тұрақсыздығы.

Энергоэффективті кептіру камерасында бұл мәселелер оңтайландырылған. Камера үш негізгі аймаққа бөлінген:

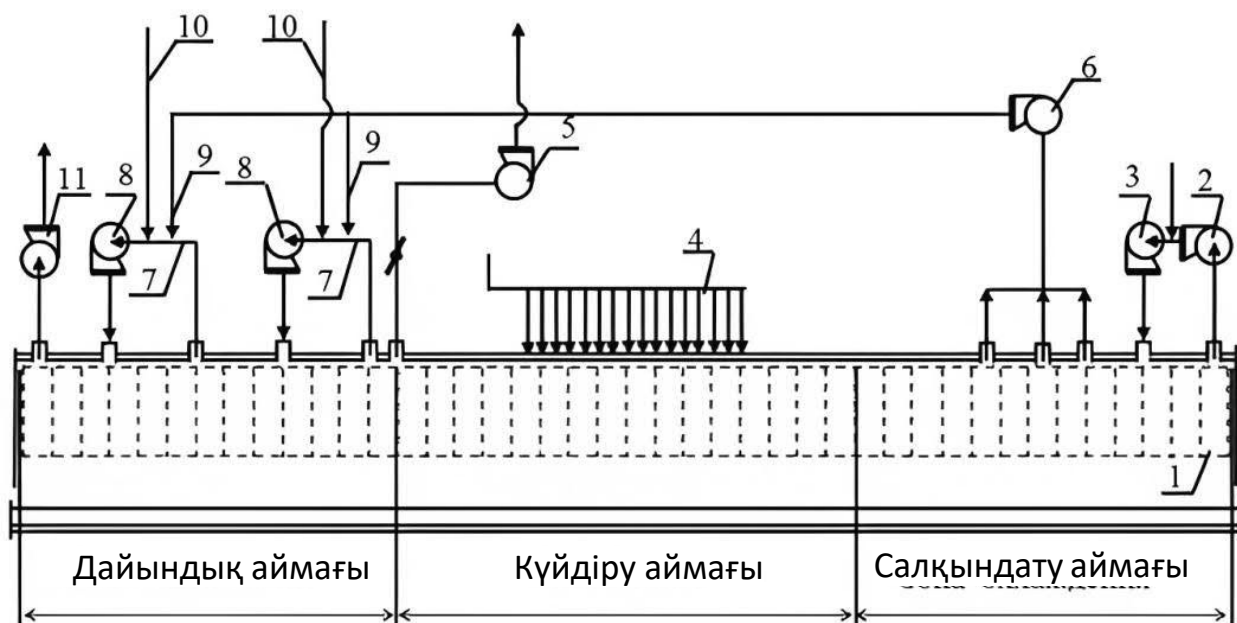
Дайындық аймағы: Температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін көтеріледі, бұл шикізаттағы ылғалды буландыруға мүмкіндік береді.

Кептіру аймағы: Температура 110–150°C аралығында тұрақты сақталады, бұл брикеттердің сапасын қамтамасыз етеді.

Салқындату аймағы: Температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін төмендейді, бұл брикеттердің құрылымдық тұрақтылығын сақтайды.

Энергоэффективті кептіру камерасының басқару жүйесі барлық параметрлерді нақты уақыт режимінде бақылайды. Температура, ауа ағыны және ылғалдылық деңгейі автоматты түрде реттеледі. Қауіпсіздік жүйесі температураның артық көтерілуі немесе желдеткіштердің істен шығуы жағдайында авариялық режимді іске қосады.

Жылу режимін оңтайландыру және энергия шығынын азайту камераның жылу окшаулағыш материалдармен қапталуымен және рекуперация жүйесінің қолданылуымен қамтамасыз етіледі. Бұл жылу шығындарын айтарлықтай төмендетіп, энергия тиімділігін арттырады.



4 Сурет – Энергоэффективті кептіру камерасының технологиялық схемасы: дайындық, кептіру және салқындату аймақтары

Энергоэффективті кептіру камерасының жұмыс принципі

Энергоэффективті кептіру камерасының технологиялық схемасы келесі негізгі аймақтарға бөлінген:

Жүктеу аймағы: Бұл аймақта шикізат (торфты брикеттер) кептіру камерасына автоматты түрде беріледі. Шикізат тасымалдау конвейері немесе тиеу механизмі арқылы камераға түседі.

Алдын ала қыздыру аймағы: Шикізат 40-60°C температураға дейін біртіндеп қыздырылады. Бұл кезеңде брикеттердің ішіндегі ылғал буланып шығады, бұл олардың құрылымдық тұрақтылығын сақтауға көмектеседі.

Негізгі кептіру аймағы: Температура 110–150°C аралығында сақталады. Бұл аймақта брикеттер толық кептіріледі. Ылғалдылық деңгейі 15%-ға дейін төмендейді. Температуралық режим автоматты түрде реттеледі.

Салқындату аймағы: Кептірілген брикеттер біртіндеп салқындатылып, ішкі құрылымдық кернеулерден босайды. Температура 40–60°C-қа дейін төмендейді.

Шығару жүйесі: Камерадан шығарылатын ауаның бір бөлігі қайтадан жылу жүйесіне беріледі (рекуперация), бұл энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді. Қалған булар мен газдар арнайы сору жүйесі арқылы сыртқа шығарылады.

Жылу беру жүйесі: Жылу генераторы арқылы кептіру камерасына ыстық ауа беріледі. Отын ретінде табиғи газ, биомасса немесе электр қуаты қолданылады. Жылу беру автоматты түрде бақыланады.

Температураны бақылау жүйесі: Камераның әр аймағында орнатылған температуралық датчиктер температураны нақты уақыт режимінде бақылайды. Бұл өнімнің біркелкі кептірілуін және қауіпсіз жұмыс режимін қамтамасыз етеді.

Қысымды бақылау жүйесі: Камера ішіндегі ауа ағыны мен қысым автоматты түрде реттеледі. Бұл брикеттердің біркелкі кептірілуіне ықпал етеді және артық қызу қаупін болдырмайды.

Кептіру камерасының жұмыс режимі:

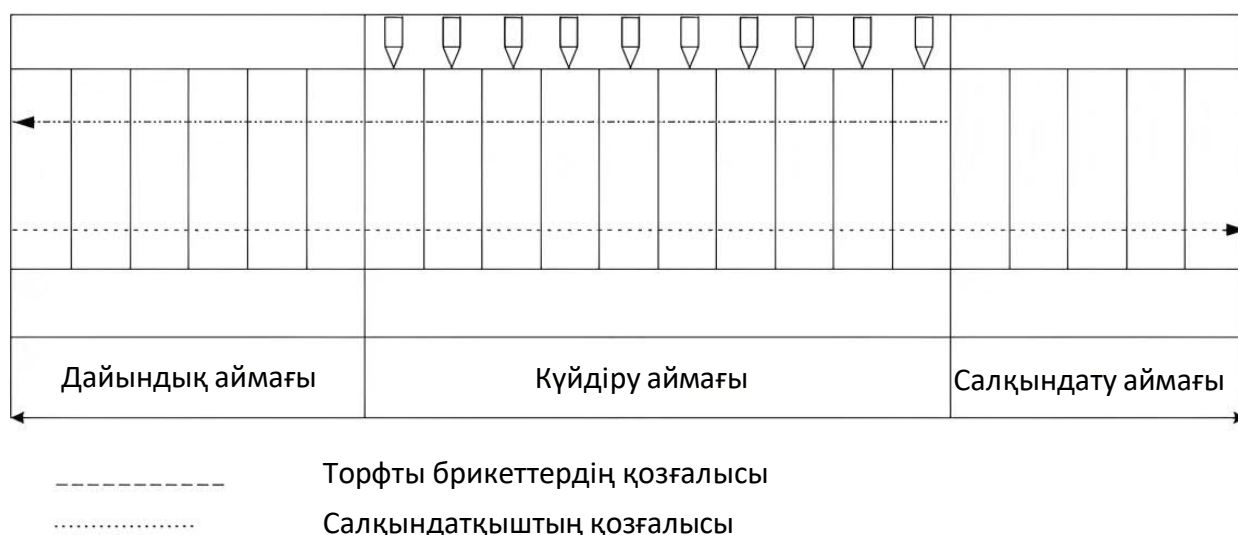
- 1) Шикізат (торфты брикеттер) жүктеу аймағына беріледі.
- 2) Алдын ала қыздыру аймағында температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін көтеріледі.
- 3) Негізгі кептіру аймағында температура 110–150°C аралығында сақталады.
- 4) Брикеттер біртіндеп салқындату аймағына өтеді, мұнда температура 40–60°C-қа дейін төмендейді.
- 5) Салқындатылған брикеттер камерадан автоматты түрде шығады және қоймаға жеткізіледі.

Автоматтандыру және қауіпсіздік:

- Камераның барлық параметрлері (температура, ауа ағыны, қысым) автоматты түрде бақыланады және реттеледі.
- Қауіпсіздік жүйесі температураның артық көтерілуін немесе желдеткіштердің ақауларын автоматты түрде анықтайды және жүйе авариялық режимге өтеді.
- Жылу жүйесі артық энергияны қайта қолданып (рекуперация), энергия тиімділігін арттырады.

Жұмыс тиімділігі:

Энергоэффективті кептіру камерасы автоматтандырылған басқару жүйесі арқылы торфты брикеттерді тиімді және сапалы кептіруге мүмкіндік береді. Бұл жүйе өнімнің біркелкі кептірілуін, энергия үнемдеуді және қауіпсіз жұмыс істеуді қамтамасыз етеді.



5 Сурет – Энергоэффективті кептіру камерасының жұмыс принципі: дайындық, кептіру және салқындату аймақтары

Энергоэффективті кептіру камерасы қарсы ағынды принципі бойынша жұмыс істейді. Бұл камерада торфты брикеттер таспалы конвейер арқылы кептіру аймақтарынан өтеді, ал ыстық ауа олардың қозғалысына қарсы бағытта беріледі. Бұл әдіс тиімді кептіруді және энергияны үнемдеуді қамтамасыз етеді.

Камераның ішінде торфты брикеттер температуралық аймақтардан біртіндеп өтеді. Алғашқы аймақта брикеттер 40–60°C температурада алдын ала қыздырылады, бұл олардың ішкі ылғалдығын төмендетеді. Келесі аймақта температура 110–150°C-қа дейін көтеріледі, бұл негізгі кептіру кезеңі. Мұнда брикеттер толығымен кептіріліп, құрылымдық беріктігін алады. Соңғы аймақта температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін төмендейді, бұл брикеттердің ішкі құрылымын тұрақтандырады.

Энергоэффективті кептіру камерасының қарсы ағынды жүйесі энергияны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Ыстық ауа кептіру аймағынан салқындату аймағына өтіп, брикеттерді біртіндеп кептіреді және салқындатады. Бұл процесс рекуперация принципіне негізделген, яғни артық жылу қайта қолданылады.

Кептіру процесінің ұзақтығы және температуралық режимдер автоматтандырылған жүйе арқылы бақыланады. Температура, ауа ағыны және шикізаттың қозғалу жылдамдығы нақты уақыт режимінде реттеледі. Қауіпсіздік жүйесі температураның артық көтерілуін немесе ауа беру жүйесінің ақауларын автоматты түрде анықтайды және авариялық режимді іске қосады.

Осылайша, энергоэффективті кептіру камерасы қарсы ағынды принципі бойынша жұмыс істей отырып, торфты брикеттерді жоғары сапада кептіруге және энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді.

2.4 Энергоэффективті кептіру камерасының жұмысындағы кемшіліктерді талдау

Энергоэффективті кептіру камерасында торфты брикеттерді кептіру процесінде ақаулар пайда болуы мүмкін. Олар негізгі үш кезеңде пайда болады. Бірінші кезең – престеу процесі. Бұл кезде шикізат (торф) брикеттерге қысым арқылы қалыптасады. Егер престеу қысымы жеткіліксіз болса немесе артық болса, брикеттер дұрыс қалыптаспауы мүмкін. Брикеттердің өлшемдері мен пішіні стандарттарға сәйкес келмеуі, құрылымның бос болуы немесе керісінше, өте тығыз болуы мүмкін. Мұндай ақауларды жою үшін шикізатты қайта өңдеуге жіберу қажет.

Екінші кезең – дайындық процесі, мұнда брикеттер бастапқы температуралық өңдеуден өтеді. Температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін көтеріледі. Бұл кезеңде ақаулардың негізгі себебі – кептіру жылдамдығының жоғары болуы. Егер температура біркелкі бөлінбесе немесе ауа ағыны дұрыс реттелмесе, брикеттердің бетінде жарықтар пайда болуы мүмкін. Ылғалдылық біркелкі жойылмаса, ішкі кернеулер пайда болып, брикеттердің құрылымдық тұрақтылығы бұзылады.

Үшінші кезең – негізгі кептіру процесі. Бұл аймақта температура 110–150°C аралығында сақталады. Ақаулардың негізгі себебі – температураның дұрыс реттелмеуі немесе ауаның біркелкі таратылмауы. Егер температура тым жоғары болса, брикеттер қызып кетіп, құрылымы бұзылады. Ал жеткіліксіз температурада брикеттер толық кептірілмей, олардың ішкі құрылымы тұрақсыз болып қалады. Кептіру жылдамдығының дұрыс реттелмеуі брикеттердің ішкі кернеулерінің пайда болуына және жарықтардың пайда болуына әкеледі.

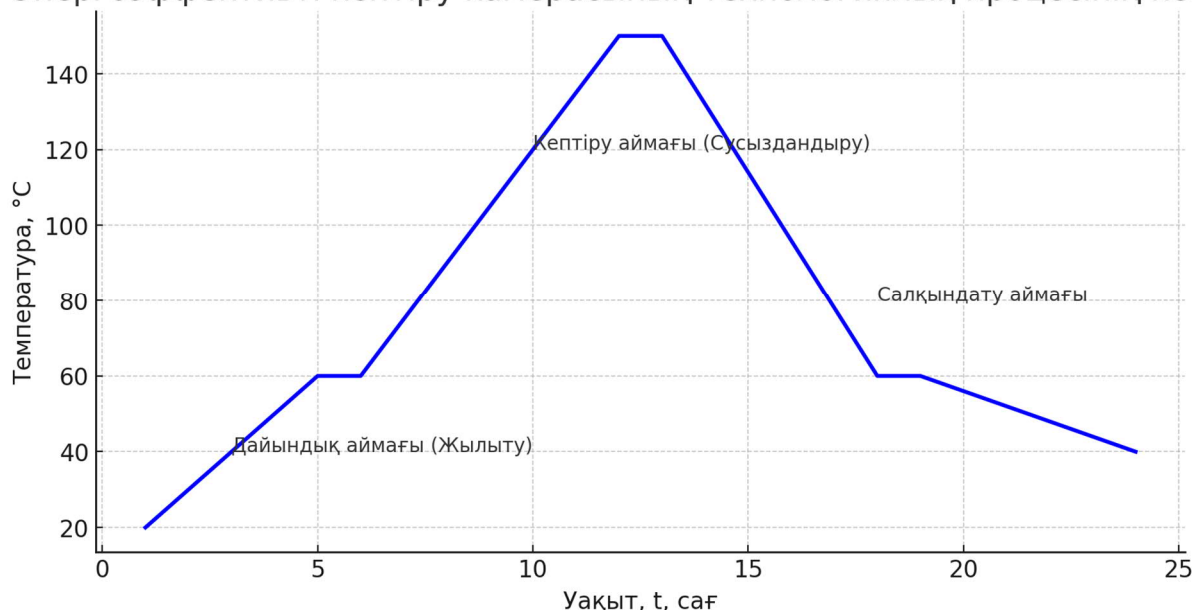
Ақаулардың негізгі себептері дұрыс емес температуралық режимдер, ауа ағынының біркелкі болмауы және автоматтандыру жүйесінің жеткіліксіздігі болып табылады. Толық кептірілмеген брикеттер бозғылт түсті, ылғалды тез сіңіреді және сапасы төмен болады. Мұндай ақаудың себебі – жеткіліксіз температура немесе кептіру уақытының қысқалығы. Артық кептірілген брикеттер сынғыш, құрылымы әлсіз болады. Бұл температураның шамадан тыс жоғары болуына байланысты.

Ақауларды жою үшін температуралық режимдерді нақты реттейтін автоматтандыру жүйесін енгізу қажет. Ауа ағынын біркелкі тарататын желдеткіштерді оңтайландыру, температураны, ылғалдылықты және ауа ағынын нақты уақыт режимінде бақылайтын жүйе орнату тиімді. Қауіпсіздік жүйесін күшейтіп, авариялық тоқтату функциясын енгізу қажет.

Суретте энергоэффективті кептіру камерасындағы технологиялық процестің температуралық кестесі көрсетілген. Брикеттер дайындық аймағында 40–60°C температурада алдын ала қыздырылады, бұл кезеңде ылғалдың бастапқы булануы жүреді. Кептіру аймағында температура тұрақты 110–150°C аралығында сақталады. Бұл брикеттердің құрылымдық беріктігін қамтамасыз етеді. Соңғы салқындату аймағында температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін төмендейді, бұл брикеттердің ішкі құрылымын тұрақтандырады.

Бұл технологиялық процесс торфты брикеттердің жоғары сапасын қамтамасыз етеді және энергияны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Энергоэффективті кептіру камерасының технологиялық процесінің кестесі



6 Сурет – Энергоэффективті кептіру камерасының температуралық режимі

Энергоэффективті кептіру камерасында торфты брикеттерді кептіру процесі үш негізгі температуралық кезеңде жүреді: дайындық, негізгі кептіру және салқындату. Бұл процесс торфты брикеттердің жоғары сапасын қамтамасыз етеді және олардың құрылымдық тұрақтылығын сақтайды.

150°C-қа дейінгі температура аралығында сусыздандыру процесі жүреді, яғни торфты брикеттердің құрамындағы бос және химиялық байланысқан ылғал буланып шығады. Бастапқы кезеңде, 40–60°C температурада, торфтың құрамындағы бастапқы ылғал буланады. Бұл кезеңде материал ішкі кернеулерге ұшырамай, біртіндеп қыздырылады.

Температура 60–150°C аралығында болғанда, брикеттердегі ылғал толығымен жойылып, олардың құрылымы тұрақталады. Бұл кезеңде кептіру жылдамдығы мен температура тұрақты түрде бақыланады, себебі температураның артық көтерілуі брикеттердің құрылымдық зақымдануына немесе жарықтардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Кептіру жылдамдығының жоғары болуы брикеттердің бетінде жарықтардың пайда болуына және ішкі құрылымының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Салқындату аймағында температура біртіндеп 60°C-тан 40°C-қа дейін төмендейді. Бұл кезеңде брикеттердің ішкі құрылымы тұрақталады, және олар сыртқы әсерлерге төзімді болып қалады. Салқындату процесінде температураның баяу төмендеуі маңызды, себебі күрт салқындау брикеттердің жарылуына немесе құрылымдық беріктігінің жоғалуына әкелуі мүмкін.

Энергоэффективті кептіру камерасының температуралық режимі автоматтандырылған басқару жүйесі арқылы бақыланады. Температуралық

датчиктер, ауа ағынын реттейтін желдеткіштер және жылу генераторы өзара үйлестіріліп жұмыс істейді. Бұл жүйе кептіру процесінің тұрақтылығын және энергия тиімділігін қамтамасыз етеді.

Жүргізілген талдау көрсеткендей, дұрыс емес температуралық режимдер, ауа ағынының жеткіліксіздігі және автоматтандыру жүйесінің жетіспеушілігі ақаулардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Ақаулардың негізгі себептері – температураның дұрыс реттелмеуі, ауа ағынының жеткіліксіздігі және шикізаттың біркелкі кептірілмеуі.

Толық кептірілмеген брикеттер бозғылт түсті, ылғалды тез сіңіреді және олардың сапасы төмен болады. Бұл жеткіліксіз температура немесе кептіру уақытының қысқалығына байланысты. Артық кептірілген брикеттер сынғыш, құрылымы әлсіз және оларды тасымалдау кезінде зақымдану қаупі жоғары болады.

Ақауларды жою үшін:

- Температуралық режимдерді нақты реттейтін автоматтандыру жүйесін енгізу қажет.

- Ауа ағынын біркелкі тарататын желдеткіштерді оңтайландыру.

- Температураны, ылғалдылықты және ауа ағынын нақты уақыт режимінде бақылайтын жүйе орнату.

- Қауіпсіздік жүйесін күшейтіп, авариялық тоқтату функциясын енгізу.

- Рекуперация жүйесін қолдану арқылы артық жылуды қайта пайдалану.

Суретте энергоэффективті кептіру камерасындағы технологиялық процестің температуралық кестесі көрсетілген. Брикеттер дайындық аймағында 40–60°C температурада алдын ала қыздырылады, бұл кезеңде ылғалдың бастапқы булануы жүреді. Кептіру аймағында температура тұрақты 110–150°C аралығында сақталады. Бұл брикеттердің құрылымдық беріктігін қамтамасыз етеді. Соңғы салқындату аймағында температура біртіндеп 40–60°C-қа дейін төмендейді, бұл брикеттердің ішкі құрылымын тұрақтандырады.

Бұл технологиялық процесс торфты брикеттердің жоғары сапасын қамтамасыз етеді және энергияны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

2.5 Энергоэффективті кептіру камерасында газ-ауа қоспасының қысымын автоматты басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы

Қазіргі уақытта құрылыс материалдарына, оның ішінде торфты брикеттерге сұраныстың артуына байланысты олардың сапасына жоғары талаптар қойылуда. Торфты брикеттерді өндіру процесіндегі негізгі мәселелер олардың кептіру режиміне байланысты. Сондықтан шығындарды азайту және өндірістегі ақаулар санын азайту үшін кептіру процесінің математикалық модельдерін жасау қажет.

Энергоэффективті кептіру камерасын басқарудың негізгі автоматтандырылған жүйелері газ-ауа қоспасының (ГАҚ) қысымын реттеу, түтін газдары (ТГ) және қыздырылған газдардың (ҚГ) сиретуін реттеу, температураны

реттеу жүйелері болып табылады. Кептіру камерасы динамикалық қасиеттері сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер жүйесімен сипатталатын күрделі объект болып табылады.

Кептіру камерасының математикалық сипаттамасы

Энергоэффективті кептіру камерасындағы кептіру процесін математикалық сипаттаудың қолданыстағы әдістері толық емес, өйткені технологиялық параметрлердің кептіру камерасының жұмыс істеу ерекшеліктеріне өзара әсеріне қатысты мәселелер әлі де дамымаған.

Кептіру камерасының математикалық сипаттамасы кептіру процесінде камера ішіндегі қысымды автоматты реттеу жүйесіне қатысты қарастырылады. Алдымен газ-ауа қоспасының (ГАҚ) шығыстарын ескере отырып, камераны автоматты басқару объектісі ретінде сипаттау жүзеге асырылады, содан кейін газ-ауа қоспасы бойынша АБ объектісі ретінде камераның математикалық сипаттамасы түтін газдары мен қыздырылған газдарды ескере отырып жүргізіледі.

Жүйенің жұмыс схемасы

Суретте (төмендегі схемада) энергоэффективті кептіру камерасының басқару жүйесінің жалпы схемасы көрсетілген.

Кіріс (1): Газ-ауа қоспасы (ГАҚ) жоғары қысыммен камераға беріледі.

Клапан (F_1) – газ-ауа қоспасының берілуін реттейді.

Камера (3) – негізгі кептіру аймағы. Мұнда материал газ-ауа қоспасымен кептіріледі.

Шығыс клапандары (F_2 және F_3) – пайдаланылған газ-ауа қоспасының шығуын реттейді.

Түтін газдары (4) – жану өнімдері атмосфераға шығарылады.

Қыздырылған газдар (5) – дайындық аймағында қолданылады, шикізатты алдын ала жылыту үшін.

Газ-ауа қоспасының қысымын басқару

Кептіру камерасында газ-ауа қоспасының қысымы автоматты түрде реттеледі. Жүйе қысымның тұрақты деңгейде болуын қамтамасыз етеді.

Егер қысым қажетті мәннен ауытқыса, ПИД-регулятор газ-ауа қоспасының берілу жылдамдығын реттейді.

Қысым датчиктері (Р) және температура датчиктері (Т) нақты көрсеткіштерді бақылайды.

Жүйенің автоматтандырылған басқару жүйесі (АБЖ)

Автоматтандырылған басқару жүйесі ПИД-регулятор негізінде жұмыс істейді.

ПИД-регулятор (пропорционалды-интегралды-дифференциалды) газ-ауа қоспасының берілуін нақты уақыт режимінде басқарады.

Жүйенің мақсаты – газ-ауа қоспасының қысымын тұрақты деңгейде сақтау және кептіру процесінің тиімділігін арттыру.

Температуралық режимді реттеу

Кептіру камерасындағы температуралық режим тұрақты болуы тиіс:

Дайындық аймағында – 40-80°C, шикізатты алдын ала жылыту.

Кептіру аймағында – 100-150°C, шикізатты тиімді кептіру.

Салқындату аймағында – 20-40°C, дайын өнімді біртіндеп салқындату.

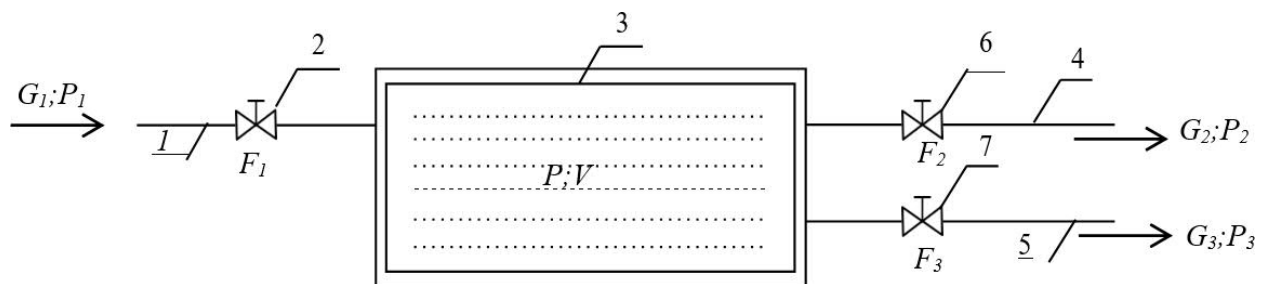
Энергия тиімділігі мен тұрақтылық

Энергоэффективті кептіру камерасы энергияны үнемдеу және тұрақты жұмыс істеу үшін келесі принциптерге негізделген:

Газ-ауа қоспасының шығыны автоматты түрде реттеледі.

Температуралық режим тұрақты, бұл өнімнің жоғары сапасын қамтамасыз етеді.

Жүйе нақты уақыт режимінде жұмыс істейді, ақаулардың пайда болу қаупін азайтады.



7 Сурет – Энергоэффективті кептіру камерасының газ-ауа қоспасының қысымын автоматты басқару жүйесінің схемасы

Суретте энергоэффективті кептіру камерасындағы газ-ауа қоспасының қысымын автоматты басқару жүйесінің схемасы көрсетілген.

Схема элементтері:

ГАҚ жеткізу құбыры (1) – газ-ауа қоспасы (ГАҚ) камераға беріледі.

Реттеуші вентильдер (2, 6, 7) – газ-ауа қоспасының ағынын реттейді.

Вентиль (2) – газ-ауа қоспасының бастапқы берілуін реттейді.

Вентиль (6) – түтін газдарының (ТГ) шығарылуын реттейді.

Вентиль (7) – қыздырылған газдардың (ҚГ) шығарылуын реттейді.

Кептіру камерасы (3) – негізгі кептіру аймағы. Мұнда материал (торфты брикеттер) газ-ауа қоспасымен кептіріледі.

Түтін газдары шығару құбыры (4) – жану өнімдері атмосфераға шығарылады.

Қыздырылған газдар шығару құбыры (5) – дайындық аймағында қайта қолданылады.

Жүйенің жұмыс принципі:

Газ-ауа қоспасы (ГАҚ) жоғары қысыммен (G_1 , P_1) камераға беріледі.

Камерадағы газ-ауа қоспасының қысымы автоматты түрде реттеледі.

Камерадағы қысым деңгейін сақтау үшін реттеуші вентильдер (F_1 , F_2 , F_3) қолданылады.

Түтін газдары (ТГ) және қыздырылған газдар (ҚГ) қажет болған жағдайда атмосфераға шығарылады немесе қайта қолданылады.

Температуралық және қысымдық бақылау:

Қысым мен температураны бақылау үшін арнайы датчиктер (P, T) қолданылады.

Датчиктер нақты уақыт режимінде жұмыс істейді және ПИД-регуляторға ақпарат береді.

ПИД-регулятор қысымды тұрақты деңгейде ұстап, газ-ауа қоспасының берілуін реттейді.

Энергия тиімділігі:

Жүйе газ-ауа қоспасының шығынын автоматты түрде реттейді, бұл энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді.

Қыздырылған газдар (ҚГ) қайта қолданылады, бұл жылу шығындарын азайтады.

Басқару клапаны арқылы өтетін АҚҚ β коэффициентімен сипатталатын критикалық немесе суперкритикалық (субсониалық немесе дыбыстан жоғары) жылдамдықпен қозғалуы мүмкін. Диатомдық газдар үшін адиабат коэффициенті $k = 1.4$, содан кейін β коэффициентін келесі формула бойынша анықтауға болады (1):

$$\beta = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} = 0,528 \quad (1)$$

Критикалық қысымды анықтау үшін коэффициент мәнін пайдаланамыз (2):

$$P_{\text{сын}} = \beta P \quad (2)$$

мұндағы P - энергоэффективті кептіру камерасында АҚҚ қысымы 6 Па дейін басқару клапанына болады;

$P_{\text{сын}}$ - камерадан ТГ шығаратын құбырға орнатылған 6 реттегіш вентильден кейінгі сыни қысым, Па.

Егер реттеуші клапаннан кейін 4-құбырдағы ТГ разрядының өзгеруі $0 < P < P_{\text{сын}}$ шегінде болса, онда DG ағынының жылдамдығын сыни деп санауға болады.

Зерттелетін энергоэффективті кептіру камераларында жұмыс қысымы 4 кПа аспайды, содан кейін $r_{\text{кр}}$ критикалық қысымы $= 0,528 \text{ экв } 4 = 2,11 \text{ кПа}$.

Жүргізілген талдау негізінде ТГ ағыны басқару клапаны арқылы критикалық немесе суперкритикалық жылдамдықпен жүреді және бұл басқару клапанынан кейінгі разрядқа байланысты болады деген қорытынды жасауға болады. Реттеуші клапаннан кейін оны жылжыту үшін ТГ қысымын көтеру құрылғысы болмағандықтан, реттеуші клапаннан кейінгі құбырдағы ТГ ағыны энергоэффективті кептіру камерасында АҚҚ қысымына байланысты болғандықтан, реттеуші клапандағы қысымның жоғалуы минималды болады. Бұдан шығатыны, клапан арқылы ТГ ағынын сыни тұрғыдан қабылдауға болады.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде мынадай ғылыми міндет тұжырымдалған: энергоэффективті кептіру камерасында әртүрлі нүктелеріндегі қысым, ағын және температураны және мақсатты функцияны ескере отырып, күйдіру процесінің математикалық сипаттамасын әзірлеу (3):

$$Q = \varphi(P, G_1, G_2, G_3, T, r) \rightarrow \min \quad (3)$$

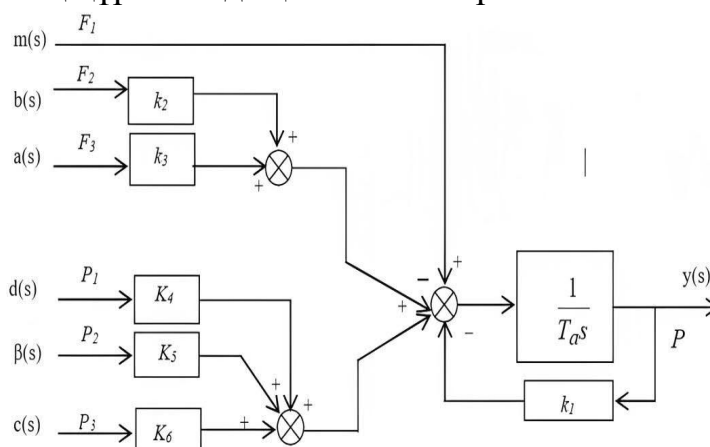
$P(\tau) \leq P_{\text{зад}}(\tau)$, $G_{\min}(\tau) \leq G_{\text{тек}}(\tau) \leq G_{\max}(\tau)$, $T(\tau) \leq T_{\text{зад}}(\tau)$ кезінде,
мұндағы P - энергоэффективті кептіру камерасында АҚҚ қысымы, Па;
 G_1 - энергоэффективті кептіру камерасына түскен АҚҚ шығыны, м³/сағ;
 G_2, G_3 - камерадан шығатын ДГ және НГ шығыстары, м³/сағ;
 T - энергоэффективті кептіру камерасында АҚҚ теипературасы, °С.
 τ - ағымдағы күйдіру уақыты, с

Энергоэффективті кептіру камерасы орналасқан АҚҚ күйін келесі күй теңдеуімен сипаттауға болады (4):

$$PV_2 = mRT \quad (4)$$

мұндағы P - газ қысымы, Па;
 V_2 - газ кеңістігінің көлемі, м³;
 m - камера АҚҚ массасы, кг;
 R - газ тұрақтысы, м²с⁻²К⁻¹;
 T - газдың абсолютті температурасы, К.

10-суретте (13) теңдеу бойынша жасалған АҚҚ, ТГ және ҚГ шығыстарын ескере отырып, АҚҚ қысымы бойынша ау объектісі ретінде энергоэффективті кептіру камерасының құрылымдық схемасы көрсетілген.



8 Сурет – АҚҚ, ТГ және ҚГ шығыстарын ескере отырып, АҚҚ қысымы бойынша ау объектісі ретінде энергоэффективті кептіру камерасының құрылымдық схемасы

Осылайша, АҚК, ТГ және ҚГ шығындарын ескере отырып, АҚК қысымын автоматты басқару объектісі ретінде энергоэффективті кептіру камерасында кептіру процесінің математикалық сипаттамасы жасалды.

2.2 Энергоэффективті кептіру камерасында кептіру процесінің математикалық сипаттамасы – түтін газын сиретуді автоматты басқару объектісі ретінде

Энергоэффективті кептіру камерасындағы газ ағымын автоматты түрде басқарудың объектісі ретінде математикалық сипаттамасын қарастырайық. Бұл жағдайда ауа-газ қоспасы (АҚК) кептіру камерасына түседі және одан тек түтін газдары (ТГ) шығады. Мұнда кептіру процесі газ ағынының жылдамдығы мен қысымын тиімді реттеу арқылы жүзеге асырылады. Осы мақсатта кептіру камерасының жұмысын модельдеу қажет.

Қазіргі уақытта тиімді энергияны пайдалануды қамтамасыз ететін жаңа технологияларды қолдану арқылы өндірістік процестерді жетілдіруге, өнімнің сапасын арттыруға және өндіріс ауқымын кеңейтуге үлкен көңіл бөлінуде. Бұл кептіру камерасының тиімділігін арттырып, энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Мұндай камералар заманауи автоматтандырылған және жоғары механикаландырылған технологиялық жүйелермен жабдықталған.

Энергоэффективті кептіру камерасында газ ағынын басқару жүйесін автоматтандыру келесі міндеттерді шешуге мүмкіндік береді:

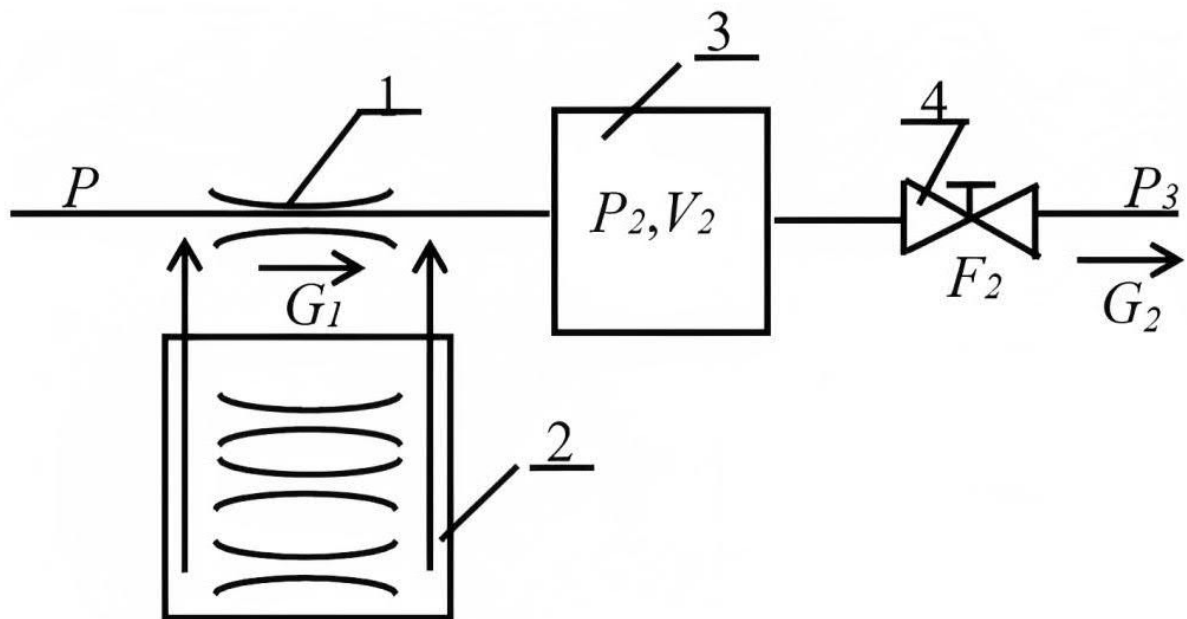
- Шикізатты тиімді кептіру және оның ылғалдылық деңгейін бақылау.
- Камераның ішіндегі газ ағынын реттеу арқылы температуралық режимді тұрақты ұстау.
- Түтін газдарының шығынын автоматты түрде реттеу және атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту.
- Жылу энергиясын үнемдеу және қалдық жылуды қайта пайдалану.

Энергоэффективті кептіру камерасындағы газ ағынын автоматты басқару жүйесінің жұмысын модельдеу үшін оның құрылымдық схемасын қарастырамыз. Бұл схемада ауа-газ қоспасы (АҚК) камераға түседі, мұнда қыздыру, сусыздандыру және салқындату аймақтары арқылы өтеді. Газ ағынын реттеу жүйесі автоматты түрде температура мен қысым параметрлерін бақылайды.

11-суретте көрсетілген схема келесі негізгі элементтерден тұрады:

- 1) Ауа-газ қоспасын (АҚК) жеткізу құбыры.
- 2) Реттегіш клапан – камераға түсетін газ ағынын реттейді.
- 3) Энергоэффективті кептіру камерасы – дайындық, қыздыру және салқындату аймақтары.
- 4) Түтін газдарын шығару жүйесі – камерадан шыққан газдарды атмосфераға шығарады.

Бұл жүйеде газ ағынын автоматты түрде басқару энергия тиімділігін қамтамасыз етеді және камераның жұмыс өнімділігін арттырады.



1 - тарылту құрылғысы; 2-пневматикалық қарсылық; 3 - энергоэффективті кептіру камерасының; 4- басқару клапаны

9 Сурет – ТГ сирету бойынша кептіру камерасы моделінің сызбасы

Энергоэффективті кептіру камерасында газ ағынының динамикасын сипаттау

Энергоэффективті кептіру камерасындағы газ ағынының динамикасын сыйымдылықтан, пневматикалық кедергіден және реттеуші клапаннан тұратын жүйе ретінде қарастырамыз. Бұл жүйенің математикалық сипаттамасы келесі түрде беріледі:

$$V_2 \cdot dp/dt = G_1 - G_2 \quad (5)$$

мұндағы, V_2 – кептіру камерасындағы газ көлемі (m^3).

ρ – камерадағы газдың тығыздығы (kg/m^3).

t – уақыт (с).

G_1 және G_2 – камераға түсетін ауа-газ қоспасының (АҚҚ) массалық шығыны және камерада шығарылатын газ (ТГ) массалық шығыны (kg/c).

Газ ортасы үшін қысым мен тығыздық арасындағы байланыс келесі түрде анықталады:

$$P = RT / \rho \quad (6)$$

мұндағы, P – газ қысымы (Па).

R – газ тұрақтысы.

T – газдың абсолютті температурасы (K).

Егер туындыларды алсақ, онда бұл өрнек:

$$dP/dt = (RT / V_2) * (d\rho/dt) \quad (7)$$

Бұл өрнектен кептіру камерасындағы қысымның өзгеруін былай жазуға болады:

$$V_2 * dP/dt = RT * (G_1 - G_2) \quad (8)$$

Газ ағынының шығынын анықтау:

Энергоэффективті кептіру камерасындағы газдың (ТГ) шығыны реттеуші клапан арқылы критикалық деңгейде (сыни ағын) жүреді. Бұл жағдайда газдың массалық шығыны келесі формуламен анықталады:

$$G_2 = \mu_2 * F_2 * k_a * \sqrt{[(P_2 * (P_2 - P_3)) / (RT)]} \quad (9)$$

мұндағы, μ_2 – реттеуші клапан арқылы газ шығынын сипаттайтын коэффициент.

F_2 – реттеуші клапанның көлденең қимасының ауданы (m^2).

k_a – газдың адиабата коэффициентіне байланысты анықталатын коэффициент.

P_2 – камерадағы газ қысымы (Па).

P_3 – камерадан шыққаннан кейінгі газ қысымы (Па).

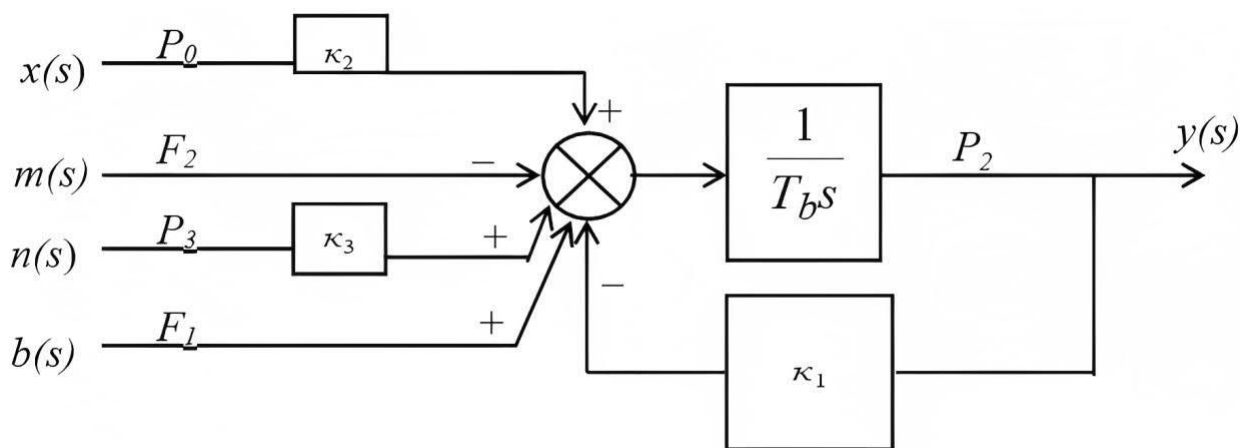
Бұл формула газ ағынын тиімді реттеуге мүмкіндік береді, бұл энергияны үнемдеп, кептіру процесін тұрақты етеді.

Құрылымдық схема:

Сыйымдылықтан, пневматикалық кедергіден және реттеуші клапаннан тұратын энергоэффективті кептіру камерасының құрылымдық схемасы келесі элементтерден тұрады:

- 1) АҚҚ жеткізу құбыры – камераға түсетін ауа-газ қоспасын реттейді.
- 2) Реттеуші клапан – камераға түсетін газ ағынын бақылайды.
- 3) Энергоэффективті кептіру камерасы – газды қыздыру, сусыздандыру және салқындату аймақтары бар.
- 4) Газды шығару жүйесі – камерадан шыққан газдарды атмосфераға немесе қайта пайдалану аймағына бағыттайды.

Бұл схема кептіру процесінің тиімділігін арттырып, энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.



10 Сурет – Кептіру камерасында түтін газдарын сиретуді автоматты басқару құрылымдық схемасы

Газ-ауа қоспасын (АҚҚ) автоматты басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы

Газ-ауа қоспасын (АҚҚ) автоматты басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы келесідей анықталады:

Беріліс функциясы келесі түрде беріледі:

$$W_{p2}(s) = y(s) / m(s) = 1 / (T_s * s + k_1) \quad (10)$$

мұндағы, $y(s)$ – шығыс параметрі (қысым немесе шығыс көлемі);

$m(s)$ – кіріс әсері (басқару сигналы);

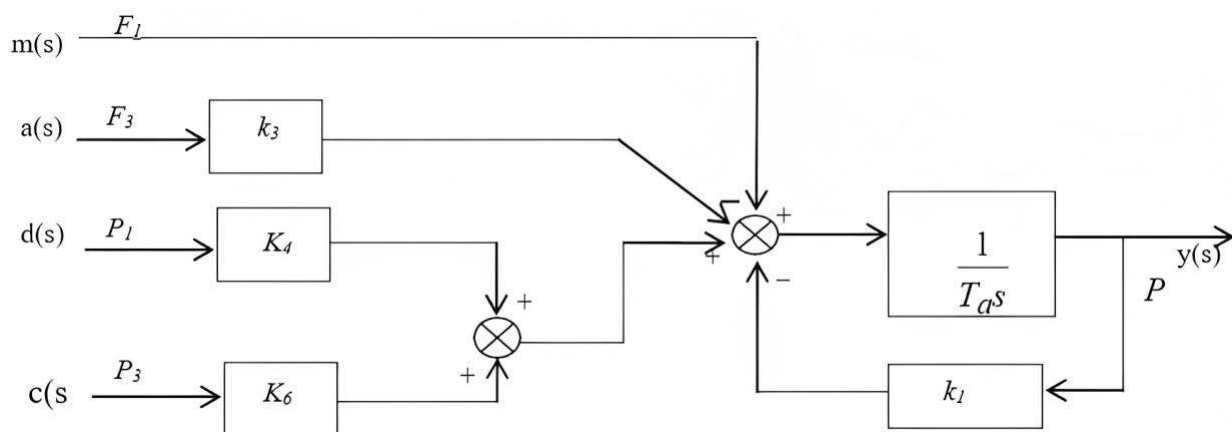
T_s – уақыт тұрақтысы;

k_1 – күшейту коэффициенті.

Бұл функция газ-ауа қоспасын автоматты басқару жүйесінің динамикалық сипаттамаларын сипаттайды. Ол реттеуші клапанның жұмысына, қысымға және жүйенің басқа параметрлеріне байланысты өзгереді.

Газ-ауа қоспасын автоматты басқару жүйесінің жұмысы келесі түрде сипатталады:

- 1) Реттеуші клапан арқылы газ-ауа қоспасының шығыны басқарылады.
 - 2) Қысым өзгерген кезде, реттеуші клапанның ашылу дәрежесі сәйкесінше реттеледі.
 - 3) Жүйе тұрақтандырылған күйге келгенше шығыс параметрі тұрақтанады.
- Осылайша, алынған дифференциалдық теңдеу газ-ауа қоспасын басқару процесін сипаттайды.



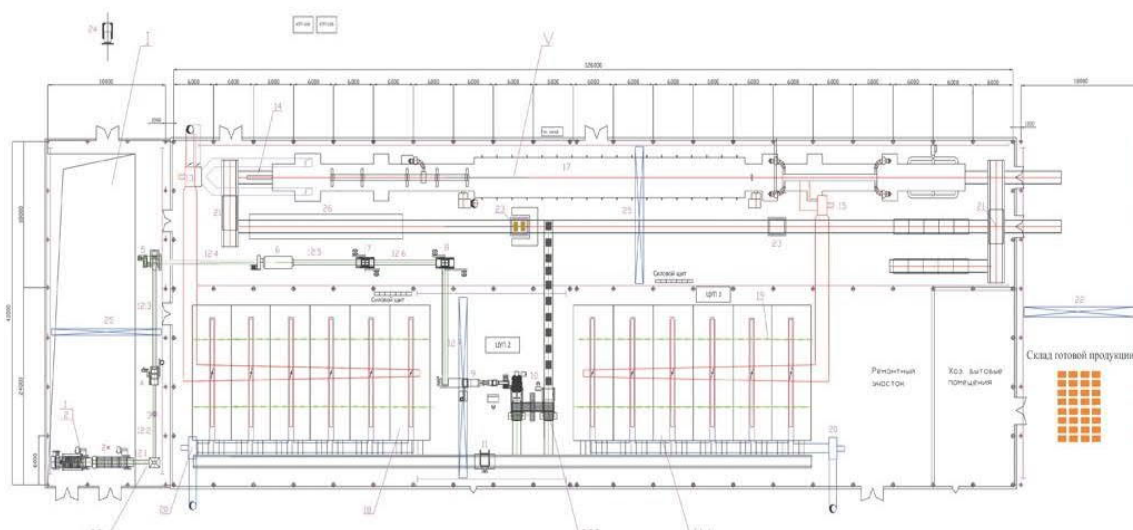
11 Сурет – ҚГ шығындарын ескере отырып, газ-ауа қоспасының қысымын автоматты басқару объектісі ретіндегі құрылымдық схемасы.

Жүйенің жұмыс аймағындағы температура, демек, дайын өнімнің сапасы газ-ауа қоспасының (ГАК) ағынына айтарлықтай тәуелді. Температураны тұрақтандыру үшін газ-ауа қоспасының берілуін реттеу арқылы, сондай-ақ жүйедегі аэродинамикалық режимді түтін сорғымен ауаны жеткізу арқылы ұстап тұру арқылы температура режимін тұрақтандыруға қол жеткізуге болады.

3 Шымтезек шикізатынан брикеттелген отын өндіруге арналған энергоэффективті модульдік қондырғы

3.1 Қондырғының тағайындалуы және техникалық қолданылу саласы

Бұл өнертабыс шымтезек (торф) тәрізді органикалық шикізаттан брикеттелген (агломерацияланған) отын өнімдерін өндіруге арналған энергия үнемдейтін модульдік қондырғыға қатысты. Қондырғының негізгі мақсаты – шымтезек шикізатын тиімді өңдеп, жоғары сапалы отын брикеттерін аз энергетикалық шығынмен шығару. Мұндай қондырғы отын-энергетика саласында, әсіресе шалғай батпақты өңірлерде немесе шымтезек қоры шашыраңқы аймақтарда, жергілікті отын өндіру үшін қолданыла алады. Өнертабыс шағын және орта қуатты отын өндірісіне, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығына, ауылдық елді мекендерді отынмен қамтамасыз етуге, сондай-ақ баламалы отын көздерін дамыту жобаларына техникалық тұрғыдан қолданылуға бағытталған.



12 Сурет – Энергоэффективті модульді қондырғының жалпы технологиялық схемасы

Құрылымы және жұмыс принципі (модульдік құрастыру, термиялық өңдеу жүйесі, автоматтандырылған басқару, кептіру және престеу)

Энергия үнемдейтін модульдік қондырғы бірнеше өзара байланысқан контейнерлік модульдерден тұрады. Әр модуль фабрикада құрастырылып, тасымалдауға ыңғайлы стандартты контейнер ретінде жасалған (мысалы, 20-фут немесе 40-фут модуль). Модульдік құрастыру шешімі қондырғыны қажет жерге жылдам жеткізіп, қысқа мерзімде монтаждап, іске қосуға мүмкіндік береді. Әрбір модульде технологиялық түйіндер толық дайын күйінде орнатылған,

сондықтан алаңға жеткізілгеннен кейін модульдерді бір-біріне қосу ғана қалады. Қондырғының жалпы құрылымы шикізатты қабылдаудан бастап дайын брикетті шығаруға дейінгі толық жабық технологиялық циклді қамтиды.

Шикізат дайындау және алдын ала термиялық өңдеу модулі (1-модуль): Бұл модульде шымтезек шикізаты бастапқы өңдеуден өтеді. Модульдің басында орналасқан бункер-шанақ вибрациялық бергіш арқылы шикізатты біркелкі мөлшерде қабылдап, жүйеге жібереді. Қажет жағдайда шикізатты ірі қалдықтардан тазалау және ұсақтау жүзеге асырылады (шымтезек құрылымын біркелкілеу үшін). Бункерден шыққан шымтезек арнайы алдын ала қыздыру (термиялық өңдеу) аймағына өтеді. Онда шикізат баяу қыздырылып, ылғалдың бір бөлігі буландырылады. Алдын ала термиялық өңдеу шикізаттың бастапқы ылғалдылығын төмендетіп (шамамен 15–20%-ға дейін), оны негізгі кептіру процесіне дайындайды. Бұл кезеңде температураны біртіндеп көтеру арқылы (мысалы, 40–60°C деңгейіне) шикізаттың құрылымы бұзылмай, артық ылғал буға айналады. Алдын ала кептірілген шымтезек кейінгі процестерге оптималды күйде түседі.

Негізгі кептіру камерасы (кептіру жүйесі): Шикізатты негізгі кептіру осы модульдің құрамындағы энергия үнемдейтін кептіру камерасында жүргізіледі. Кептіру камерасы модуль ішінде ұзын цилиндр немесе барабан түрінде орналасқан. Камераның бір шетінде жылу генераторы және ыстық ауа үрлегіш желдеткіштер орналасып, қыздырылған ауа-газ қоспасын камераға жібереді. Шымтезек бөлшектері немесе қалыптастырылған брикеттер камера бойымен тасымалдана отырып, бірнеше температуралық аймақтан өтеді: алдын ала қыздыру, негізгі кептіру және ақырғы салқындату аймақтары. Кептіру аймақтарында температура автоматты түрде реттеліп отырады (негізгі аймақта шамамен 110–150°C аралығы ұсталып, шымтезек толық құрғауы қамтамасыз етіледі). Камера қабырғалары жоғары тиімді жылу оқшаулағыш материалдармен қапталған, бұл жылудың сыртқа шығындалуын барынша азайтады. Кептіру процесі барысында буланған ылғал мен пайдаланылған ауа ағыны камераның екінші шетіндегі газ шығару жүйесі арқылы шығарылады; оның құрамындағы жылудың белгілі бір бөлігі жылу алмастырғыш арқылы қайта пайдаланылады (рециркуляция принципі). Бұл энергияны үнемдеп, жанармай шығынын төмендетуге көмектеседі. Кептіру камерасының ішінде шикізаттың қозғалу жылдамдығы және әр аймақтағы ауа ағынының көлемі автоматты жүйемен бақыланады, осылайша кептіру біркелкі әрі қауіпсіз жүреді. Дұрыс температуралық режим сақталуы өнімнің сапасы мен тұтану қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Негізгі кептіру нәтижесінде шымтезек шикізатының ылғалдылығы отын стандарты талап ететін деңгейге (шамамен 10–15% ылғал) дейін төмендейді.

Брикеттеу және престеу модулі (2-модуль): Толық немесе жартылай кептірілген шымтезек шикізаты конвейер немесе шнек арқылы автоматты түрде престеу бөліміне беріледі. Бұл модульде жоғары қысымды брикеттеу прессы орнатылған. Пресс түрі ретінде шнек-пресс немесе гидравликалық қуатты пресс қолданылуы мүмкін; таңдалған пресстің қуаты сағатына 0,5–1,0 тонна дайын

брикет шығаруға есептелген (мысалы, 45–55 кВт жетекті пресс бір сағатта ~1 тонна өнім береді). Пресстеу аймағында шымтезек массасы жоғары қысыммен қалыпқа келтіріліп, тығыз отын брикеттеріне айналады. Пресстің конструкциясы соққысыз, бірқалыпты қысым беруге бейімделген, бұл да энергияны үнемдеуге және жабдықтың тозуын азайтуға ықпал етеді. Престен шыққан жаңадан қалыптасқан брикеттердің температурасы мен ылғалдығы әлі де жоғары болғандықтан, оларды кенет салқындатпай, біртіндеп суыту қажет.

Салқындату және дайын өнім шығару жүйесі: Пресстен шыққан ыстық брикеттер қысқа тасымалдау салқындату конвейеріне түседі. Бұл конвейер брикеттерді таратып, табиғи немесе мәжбүрлі желдету арқылы олардың бастапқы ыстығын басады. Конвейер sufficiently ұзын болып, брикеттерді шамамен 40–60°C-қа дейін біртіндеп суытады, ішкі құрылымдық кернеулердің босауына жағдай жасайды. Қажет болған жағдайда қосымша желдеткіштер арқылы салқын ауа үрлеп, суыту процесін жылдамдатуға болады. Суыған брикеттер автоматты түрде модуль соңындағы дайын өнім жинау бункеріне немесе қоймаға бағытталады. Онда өнім сапасына соңғы бақылау жүргізіліп, брикеттердің толық тұрақтануы үшін біраз уақыт сақталады. Дайын брикеттелген отын бұдан кейін тұтынушыға жөнелтуге немесе орауға (қаптауға) дайын.

Жылу генераторы және энергиямен жабдықтау: Қондырғы құрамында автономды жылу генераторы қарастырылған. Ол кептіру камерасына қажетті ыстық ауаны (немесе түтін газдарын) өндіреді. Жылу генераторы ретінде көптүрлі отынмен жұмыс істей алатын қазандық немесе ауа жылытқыш қолданылады – мысалы, табиғи газ, сұйытылған газ, дизель отыны немесе тікелей шымтезек пен басқа биомасса қалдықтарын жағу. Жылу генераторының жану камерасы мен жылу алмастырғышы екі қабатты құрылыммен орындалған, ішкі жағы отқа төзімді материалмен қапталған. Мұндай дизайн қауіпсіздік пен тиімділікті арттырады: жану процесі толық бақыланып, шығарылатын жылудың көп бөлігі кептіру үшін пайдаланылады. Генератордан шыққан ыстық газ-ауа қоспасы кептіру камерасына беріледі, ал пайдаланылған газдардың бір бөлігі жылу алмастырғыш арқылы қайта қыздыру циклына қосылады (рециркуляция). Бұл жанармай үнемдеп, қоршаған ортаға бөлінетін жылуды азайтады. Қондырғының электр энергиясын тұтынуы шамамен 80–100 кВт шегінде, оған престің электрқозғалтқыштары, конвейерлер, желдеткіштер және басқару жүйесі кіреді. Электрмен қоректендіру сыртқы электр желісінен немесе дала жағдайында автономды дизель-генератор арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін.

Автоматтандырылған басқару және бақылау жүйесі: Қондырғы барлық негізгі процестерді қадағалап, реттеп отыратын заманауи автоматтандырылған басқару жүйесімен жабдықталған. Әр модульде орнатылған датчиктер температура, қысым, ылғалдылық, ауа ағымы жылдамдығы сияқты параметрлерді нақты уақыт режимінде өлшейді. Бұл деректер орталық цифрлық басқару панеліне түсіп, бағдарламаланған логикалық контроллер (PLC) арқылы өңделеді. Басқару жүйесі оператордың минималды араласуымен қондырғының барлық түйіндерін үйлестіреді: мысалы, шикізаттың ылғалы өзгерсе – кептіру

камерасының температурасы мен ауа ағымын автоматты түрде бейімдейді; пресс өнімділігіне қарай шикізат беру жылдамдығын реттейді; төтенше жағдайларда (температура шамадан тыс көтерілсе немесе қысым қалыптан шықса) дабыл беріп, қажет болса жүйені қауіпсіз тоқтатады. Автоматтандыру адамның факторын азайтып, өнім сапасының тұрақтылығын қамтамасыз етеді және артық энергия шығынын болдырмайды. Сонымен қатар, қондырғыда процесті қашықтан мониторингтеу мүмкіндігі бар – желі арқылы мәліметтерді бақылап, қажет жағдайда түзетулер енгізуге болады.

3.2 Техникалық жаңалығы және қолданыстағы шешімдерден айырмашылығы

Ұсынылған модульдік қондырғының техникалық жаңалығы – дәстүрлі торф өңдеу қондырғыларында кездеспейтін бірнеше шешімдердің үйлестірілуінде. Біріншіден, шикізатты алдын ала термиялық өңдеу әдісі енгізілген: шымтезекті негізгі кептіруге дейін біртіндеп қыздырып, ылғалдың бір бөлігін аластату арқылы жалпы энергия шығынын едәуір төмендетуге қол жеткізілген. Бұл әдіс тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде әзірленіп, оның арқасында кептіру кезеңіндегі отын шығыны 15–20%-ға дейін азаятындығы анықталды. Бұрынғы қолданыстағы шешімдерде шикізат тікелей жоғары температурада кептірілетін, бұл энергияны артық жұмсауға және кейде торф құрылымының бұзылуына әкелетін. Ал біздің өнертабысымыз шикізатты кезең-кезеңмен жұмсақ қыздыру арқылы мұндай тиімсіздіктерді жояды.

Екіншіден, қондырғы энергоэффективті кептіру камерасымен жабдықталған, оның ерекше айырмашылығы – көпсатылы температуралық режим және газ-ауа ағынын автоматты басқару жүйесі. Кептіру камерасында шикізат (немесе брикет) біртіндеп қыздыру, қарқынды кептіру және салқындату аймақтарынан өтеді, әр аймақтағы температура мен ауа ағымы дәл реттеледі. Мұндай көп аймақты басқарылатын кептіру технологиясы торф өнімдерін өңдеуде бұрын кең таралмаған жаңалық болып табылады. Мысалы, кейбір белгілі аналогтық жүйелер (Ресейде патенттелген модульдік кешендер және т.б.) жалпы бір камерада кептіру жүргізгенімен, ауа-газ ағынын дәл мөлшерлеу, температураны аймақтарға бөлу және пайдаланылған жылуды қайталама пайдалану деңгейі шектеулі болған. Ұсынылған камерада орнатылған реттеуші клапандар мен датчиктер арқылы ауа қысымы мен шығынын өзгермелі жағдайларға бейімдеп отыру мүмкіндігі қарастырылған. Бұл жаңалық сыртқы жағдайлар (ауа райы, шикізат ылғалы) өзгерсе де, кептіру сапасын бірқалыпты ұстап тұруға әрі артық энергия жұмсамауға мүмкіндік береді.

Үшіншіден, басқарудың және бақылаудың жоғары дәрежеде автоматтандырылуы – қондырғының маңызды ерекшелігі. Қазіргі бар шешімдердің кейбірінде модульдердің жұмысын орталықтандырылған басқару көзделгенімен, ұсынылып отырған қондырғыда процесті толық цифрлық

оптимизациялау іске асырылған. Жүйе нақты уақыт режимінде барлық негізгі параметрлерді өзі реттейді, оператор тек бақылаушы рөл атқарады. Бұл технологиялық процестердің тұрақтылығын арттырып, адам факторының әсерін барынша азайтады. Нәтижесінде өнім сапасы жақсарып, еңбек өнімділігі мен қауіпсіздік деңгейі өседі.

Төртіншіден, қондырғының құрылымдық дизайнында да жаңалықтар бар: модульдік блоктар мүмкіндігінше жинақы әрі берік етіп жасалған, дала жағдайында көлікпен тасымалдауға төзімді. Жылу генераторы мен кептіру камерасында қолданылған арнайы материалдар (отқа төзімді қаптама, жылу оқшаулағыш) және шаң ұстағыш циклон, жарылысқа қарсы вентиляция сияқты құралдар кешені бұрынғы үлгілерде толық қамтылмаған болатын. Біз ұсынып отырған қондырғы бұл тұрғыда кешенді әрі қауіпсіз шешім болып табылады.

Аталған жаңалықтардың жиынтығы қондырғыны қазіргі бар аналогтарымен салыстырғанда бірегей етеді. Мысалы, дәстүрлі стационарлы торф брикеттеу зауыттарында ашық далада табиғи кептіру қолданылады, ол тек маусымдық жағдайда мүмкін және ауа райына тәуелді; ал кейбір жылжымалы кешендер жыл бойы жұмыс істегенімен энергия шығыны жоғары болып келді. Біздің энергоэффективті модульдік қондырғы жыл бойы ауа райынан тәуелсіз жұмыс істей отырып, энергия тұтынуды елеулі төмендетеді. Сонымен бірге, процесті толық жабық циклде жүргізу арқылы қоршаған ортаға шаң мен парниктік газ шығарындыларын азайтады. Бұл өнертабыс шымтезекті отынға айналдыру технологиясында жаңа сапалы деңгей ұсынады және отандық жағдайға бейімделген бірегей техникалық шешімдер жинағын құрайды.

Энергия тимді модульдік қондырғыны екі ресейлік патентік шишіммен салыстырып талдау нәтижелері төменде келтірілген. Бұл салыстыру ұсынылған жобаның технические средства деңгейін және ерекшеліктерін айқындауға мүмкіндік береді.

Патент №191627 У1 (Ресей, 2019) – «Торф шикізатын қалыптастырып сусыздандыратын пресс құрылғысы». Бұл пайдалы модель торф өнеркәсібінде торф массасын қалыпқа келтіріп, механически жолмен сусыздандыруға арналған құрылғыны сипаттайды. Құрылғының құрамында су ағызу үшін түбіне перфорацияланған табаны барный контейнер және оның ішінде украшенный торлы корпус (қалып) бар. Пресс тігі контейнердің үстінде орналасқан және торлы корпустың ішіне қозғалмалы плита арқылы торфты сығады. Контейнердің бүйір қабырғаларында тікбұрышты ойықтар қарастырылған, ал торлы корпустың бүйір қабырғалары гидравликалық жетегі бар жылжымалы плита мен сығымдалған торфты итеріп шығаратын сызықтық жетекті плита түрінде орындалған. Сонымен қатар, контейнердің алдыңғы қабырғасына қысым датчигі орнатылып, ол торфты престеу кезіндегі максималды тығыздау дережесін бақылайды, ал торлы қалыптың түбінде омикалық кедергі датчигі қарастырылған – бұл торф ылғалдылығының төменгі шегін анықтауға мүмкіндік береді. Мұндай құрылым сығылған торф брикеттерін жоғары сапамен қалыптастырып, артық ылғалды тімді шығаруға жағдай жасайды.

Патент №2651721 С1 (Ресей, 2018) – «Алғашқы өңдеуге арналған технологиялық модуль». Бұл нертабыс торфты табиғи ылғалдылығымен қазып алу және они тікелей кен орнында бастапқы өңдеу мақсатындағы автономды кешен құрамындағы модульді сипаттайды. Модуль бір платформеда орналасқан жабдықтар жыынтығынан тұрады: оның құрамында қабылдау бункері , бункердің асты орнатылған сепаратор (торфты фракционный сепаратор), үстінде орналасқан қопсытқыш-манипулятор (ірі кесектерді уату және ағаш қалдықтарын шығарып алу қызметін атқарады) бар. Қопсытқыш-манипулятор бөлінген үлкен ағаш қалдықтарын арнайы ағаш ұсатқышқа бағыттап жібереді, одан шыққан материал қайтадан торф ағынына қосылып, төменде орналасқан бункер-ұсатқышқа түседі. Бункер-ұсатқыштың қабырғалары тісті илмешектері бар шексіз пленар (конвейер таспалары) түрінде орындалған; бұл шешім торф массасын үнемі араластырып, оның түйіршік құрамын теңестіруге, физико-механикалық қасиеттерін тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде отындық торфтың сапасы біркелкі болып, кен орындағы өздігінен жану қаупі төмендейді және торф өндіруден шығатын ағаш қалдықтарын бөлек сақтаудың қажеттілігі жойылады. Модульдің барлық түйіндері быр негізге біріктіріліп , конвейерлік тасымал арқылы үйлестірілген жұмыс істейді, яғни торфты қазудан бастап ұсату мен бастапқы дайындық процестері бір кешен ішінде тізбектей жүзеге асады.

Ұсынылған энергия тиімді модульдік қондырғы – шымтезек (торф) шикізатынан тығыздалған отын брикеттерін өндіруге арналған толық циклді кешен. Құрылғының құрылымы жоғарыда қарастырылған патенттік аналогтардың тиімді жақтарын біріктіріп, олардың кейбір кемшіліктерін жоюға бағытталған. Атап айтқанда, работа торфты жерінен қазып алу, ұнтақтап даярлау, престеу және хранит сатылары технологиялық бірізділікпен модульдік тәсіл арқылы жүзеге асырылады. Механикалық сусыздандыру үшін біздің қондырғыда пресс-қалыптау блогы қарастырылған, оның жұмыс принципі патент №191627-дегідей: торф массасын контейнер ішінде қысыммен сығып, ылғалдың бір бөлігі қабырға және түп саңылаулары арқылы шығарылады. Бұл механическая дегидратация кезеңі шикізаттың ылғалдылығын төмендетіп, кейінгі кептіруге жұмсалатын энергия азайтуға көмектеседі (патент №191627 шешіміндегі датчиктер технологии престеу сапасын) бақылауға септігін тигізгені сияқты). Шикізатты бастапқы дайындау бөлімі патент №2651721 модуль ұқсас түрде ұйымдастырылған: торфты ірі қалдықтардан тазалап, біркелкі ұқсақтау үшін қабылдау бункері, сепарация жүйесі, қажет болған жағдайда торфты қопсытып уататын құрылғы және конвейерлік тасымал элементтері қарастырылған. Ағаш қалдықтарын кәдеге жарату үшін ұсатқыш орнатылып, ұсақталған материал негізгі торф ағынына қауіпсіз деңгейде қосылады (соның нәтижесінде жану қаупі және қалдық жинау мәселесі шешіледі). Барлық жабдық бір жылжымалы платформеда орналасып, орталықтандырылған басқару жүйесімен үйлестіріледі. Бұл жүйе сыртқы жағдайларды (мысалы, ауа райы, шикізат ылғалдылығы) эскеріп, процесті икемді басқарады.

Төмендегі 3.2-кестеде – қолданыстағы патенттік шешімдермен салыстырмалы талдау нәтижелері жинақталып көрсетілген. Онда әрбір жүйенің мақсаттық қызметі, технические средства құрамасы мен ерекше технологическилық шешімдері салыстырылған.

3 Кесте – Қолданыстағы патенттік шешімдермен салыстырмалы талдау

Салыстыру өлшемі	Пресс құрылғы (RU 191627 У1)	Бастапқы өңдеу модулі (RU 2651721 С1)	Ұсынылған энергия тиімді қондырғы
Мақсаты және қолданылуы	Торф шикізатын қалыпқа келтіріп, суын сығып брикет (немесе торф блок) алу; далалық жағдайда торфты механикалық сусыздандыруға арналған автономды пресс-қондырғы.	Торфты табиғи ылғалдылығымен өндіріп, жерінде бастапқы ұсақтау-сепарациялау арқылы отындық сападағы жартылай фабрикат алу; автономды кешеннің бір бөлігі – алғашқы механические өңдеу модулі.	Шымтезек кен орнында толық циклді өңдеу (қазу – ұнтақтау – престоу – кептіру) арқылы дайын отын брикетін өндіру; шағын разогнал кеніштерде жылжымалы тәсілмен жыл бойы жұмыс істей алатын энергия үнемдеуші кешен.
Құрылымдық құрамасы	Контейнер (например, в баре с текстилем) + ишинде торлы қалып; үстінде гидравликалық престоу плитасы; контейнер бүйірінде жылжымалы және итергіш қабырғалары (жетектерімен); қысым және ылғал датчиктері орнатылған.	Бір негіздегі модуль: қабылдау бункері + оның үстінде қопсытқыш-манипулятор + астында клавиш сепаратора; негізгі конвейер және бункер-ұсатқыш; ағаш қалдықтарына арналған ұсатқыш және оларды тасымалдайтын конвейер; бункер-ұсатқыш қабырғалары қозғалмалы тісті ленталар.	Кешенді модуль: қабылдау бункері + көпсатылы сепарация және ұсақтау жүйесі (торф сырын және ағаш қалдықтарын бірге өңдейді); пресс-қалыптау блогы (механикалық сусыздандыруға арналған); көпаймақты держат камеры (термиялық ылғалсыздандыруға арналған); барлық бөлік конвейерлермен жалғанып, контейнерлик карнизге орнатылған.
Ерекше технологиялық шешімі	– Су ағызуға арналған торлы қалып пенификация перфорацияланған табан; – Престоу күшін және ылғалдылықты бақылауға мүмкіндік беретін датчиктер жүйесі; – Сығылған торфты қалыптан	– Торфты ірі бөлшектеринен арылтып, біртекті ету үшін қопсытқыш пен сепаратор үйлесімі; – Торф пен ағаш қалдықтарын бірге ұсақтап араластыру үшін бункердің таспа-қабырғалары бар ұсатқышы; – Ағаш	– Механикалық және жылулық сусыздандыруды бір кешенде біріктіру (престоу + кептіру); – Көпсатылы кепіру камеры: әр түрлі температурлық аймақтар (қыздыру, қарқынды кептіру, суыту) және ауа-газ ағымын автоматты реттеу

Салыстыру өлшемі	Пресс құрылғы (RU 191627 У1)	Бастапқы өңдеу модулі (RU 2651721 С1)	Ұсынылған энергия тиімді қондырғы
	автоматы шығаратын жылжымалы плита механизмі.	қалдықтарын бірден ұсақтап, процессте пайдалану (технология қалдықсыз); – Барлық түйіндердің бір жылжымалы платформыда интеграциянып, далилық жағдайда жұмыс істеуі.	(клапандар, датчик); – Кептіру үрдісінде қалпына келетін жылуды қайта пайдалану және энергии үнемдеу шаралары; – Процесті сыртқы жағдайларға бейімдейтін автоматтандырылған басқару жүйесі (мысалы, ылғалдылық пена в райына қарай параметрлерді өзгерту).
Артықшылықтары	Қарапайым құрылым, мобильді пресс спрятать қолдануға болады; торф ылғалын механикалық жолмен азайтып, табиғи держат уақытын қысқартуы мүмкін.	Торфты өндіру орнында өңдеп, тасымалдауды жеңілдетеді; отындық торф сапасын тұрақтандырады; ағаш қалдықтары қоса өңделіп, қосымша отынға айналады (қалдық болмайды).	Толық циклді өндіріс – шикізатты алыстағы зауытқа тасымалдау қажетсіз; жыл бойы тәуелсіз жұмыс мүмкіндігі; энергия шығыны төмен – көпаймақты басқарылатын кептіру нәтижесінде отынды шығын ~15–20% аз; өнім сапасы жоғары әрі біркелкі (құрылым бұзылмай кептіріледі); экологическийлық таза технология (қалдықсыз және тиімді энергия пайдалану).

Жоғарыдағы талдау нәтижелері көрсеткендей, ұсынылған энергия үнемді модульдік қондырғы өз функция бойынша қолданыстағы патенттік шешімдер кешенін толықтырып, олардың озық жақтарын біріктіреді. Патент №191627 сипаттаған престеу құрылғысынан жобамыз механические сусыздандыру әдісін және престеу сапасын бақылау идеясын алып, оны рады кешенге кіріктірген. Патент №2651721 ұсынған технологиялық модульден жылжымалы бірізді өндіріс концепции мен торфты бастапқы өңдеудегі қалдықсыз технология элементтері (ағаш қалдықтарын пайдалану, торф құрылымын біркелкілеу) аңғізілді. Ең бастысы – біздің работа бұл процестердің бәрі бір жүйеге оңтайлы біріктіріліп, энергия тиімділігін айтарлықтай жақсартатын жаңа көпсатылы хранят технологии қолданылды. Нәтижесінде, жобаның бірегейлігі – торф брикетін өндірудің толық циклін мобильді модульде жүзеге асырып, сыртқы жағдайларға тәуелсіз тұрақты жұмыс істеуінде және энергия үнемді

пайдалануында. Артықшылықтары ретінде ылғалсыздандыру мен кептірудің үйлесімді басқарылуы арқасында отын шығымының өсуі мен өзіндік құнының төмендеуі, дайын өнім сапасының жақсаруы, сондай-ақ экологиялық және өндірістік шығындардың азаюы атап өтуге болады. Бұл тұрғыда ұсынылған қондырғы қазіргі патенттік аналог тарға қарағанда неғұрлым тиімді және перспективалы шешім болып табылады.

3.3 Энергия тиімділік сипаттамалары және құрылымдық-технологиялық артықшылықтары

Ұсынылған қондырғының энергия үнемдеу сипаттамалары оны экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді етеді. Ең алдымен, интеграцияланған алдын ала кептіру (қыздыру) технологиясы жалпы жылу энергиясының шығынын азайтады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, шикізаттың ылғалдылығын өндіріс басында төмендету арқылы кептіру камерасына қажет жылу мөлшері едәуір қысқарады (дәстүрлі технологиямен салыстырғанда ~15–20% үнем). Сонымен қатар, кептіру процесінде қалпына келтірілген жылуды пайдалану қарастырылған: камерада шығатын ыстық ауаның бір бөлігі жылу алмастырғыш арқылы қайта айналымға түсіп, суық кіріс ауаны жылытуға жұмсалады. Бұл жанармайдың жануынан алынған жылуды мейлінше толық пайдалануға мүмкіндік береді. Қосымша энергия тиімділікке қол жеткізетін тағы бір фактор – пресстеу процесінің оңтайландырылуы. Жоғары өнімді, заманауи пресс бірліктерін қолдану және оларды шикізат беру жылдамдығымен үйлесімді басқару электрокуаттың артық шығынын болдырмайды. Мысалы, пресс пен бергіштің үйлесімді жұмысы тоқ бос жүрістерді жояды, нәтижесінде электр энергиясы 10–15%-ға аз жұмсалады.

Қондырғыда қолданылған автоматтандырылған басқару жүйесі де энергия тиімділікке тікелей әсерін тигізеді. Сенсорлық бақылау және ақылды реттеу арқасында барлық процесс параметрлері оптимумда ұсталады: шикізат артық қыздырылмайды, брикеттер қажет мөлшерден артық кептірілмейді, демек, әрбір киловатт энергия пайдалы жұмысқа жұмсалады. Егер қандай да бір учаскеде энергияны үнемдеудің мүмкіндігі пайда болса (мысалы, сыртқы ауаның жылылығы жоғарылап, кептіру үшін аз жылу қажет болса), жүйе оны дереу іске асырады. Сондай-ақ түнгі уақыттағы суықта немесе ылғалдың күрт артуында жүйе тиісті түрде күшейтілген режимге көшіп, процесті үзіліссіз жалғастырады – бұл арада да энергия оңтайлы пайдаланылады, ешбір артық шығынсыз.

Конструктивтік артықшылықтары: Қондырғы толық жабық циклді өндіріс принципімен жұмыс істейді, яғни сыртқы ортаға шаң-тозаң, түтін немесе қалдық су шығармайды. Кептіру камерасынан шығатын газдар сүзгіден (циклоннан) өтіп тазаланады, қатты бөлшектер жинақталады. Бұл экологиялық тазалықты қамтамасыз етеді және жылудың изоляциясы арқасында сыртқы ортаға жылудың шығындалуы да аз. Жабдықтың негізгі рамалары мен корпустары беріктілігі жоғары арнайы болаттан жасалған, бұл оны ұзақ мерзім пайдалануға мүмкіндік

береді; діріл мен соққы жүктемелерін көтере алатын құрылым қондырғының дала жағдайында сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Модульдер ішінде жабдықтардың орналасуы сервис қызметіне қолайлы етіп жобаланған – барлық негізгі түйіндерге жылдам қол жеткізу қарастырылған, бұл техникалық қызмет көрсету уақытын қысқартады.

Технологиялық артықшылықтары: Қондырғы өндірістік процесті икемді жүргізуге бейім. Шикізат ылғалдылығының ауытқуына, торф құрамының өзгеруіне немесе қажетті өнім түріне қарай (брикет өлшемі, тығыздығы т.б.) технологиялық режимдер оңай өзгертіледі. Мысалы, өте ылғалды шикізат түскен жағдайда алдын ала кептіру кезеңінің ұзақтығы мен температурасы арттырылады, ал құрғақтау шикізат болса – энергия үнемдеу үшін кептіру қарқыны автоматты түрде төмендетіледі. Бұл қасиет өндірістің әрдайым тиімді және өнім сапасының тұрақты болуын қамтамасыз етеді. Сонымен бірге бір қондырғымен түрлі формадағы отын өнімдерін шығаруға болады: сәйкес пресс-қалыпты ауыстыру арқылы көлемі әртүрлі брикеттер немесе түйіршік (пеллет) түріндегі отын алуға болады, бұл нарық талабына бейімделуге мүмкіндік береді. Қондырғының өнімділігі модульдік шкалалау арқылы арттырылуы мүмкін – егер жоғары өндіріс қажет болса, бір мезетте екі прессті параллель қосу немесе қосымша кептіру модулін орнату жеңіл жүзеге асады. Бұның бәрі ұсынылып отырған жүйенің икемділігі мен тиімділігін дәлелдейді.

Жылдық өнімділік

Жылдық өнімділік қондырғының жыл бойы өндіретін өнімінің жалпы көлемін көрсетеді. Бұл көрсеткіш келесі формула бойынша есептеледі:

$$Q = P \times N$$

мұндағы, Q – жылдық өнімділік, т/жыл

P – қондырғының сағаттық өнімділігі, т/сағ

N – жылдық жұмыс уақыты, сағ/жыл.

Есептеу:

$$Q = 12\,000 \text{ т/жыл}$$

Жалпы энергия шығыны

Энергия шығыны қондырғының жұмысында пайдаланылатын электр энергиясының мөлшерін көрсетеді:

$$E_{\text{жыл}} = Q \times E_{\text{бір тонна}}$$

Ебір тонна – бір тонна өнім өндіруге қажетті энергия, кВт·сағ/т

Есептеу:

$$E_{\text{жыл}} = 12\,000 \times 125 = 1\,500\,000 \text{ кВт·сағ/жыл}$$

Жалпы отын шығыны

Қондырғының жұмысында пайдаланылатын отын мөлшері есептеледі:

$$F_{\text{жыл}} = Q \times F_{\text{бір тонна}}$$

$F_{\text{бір тонна}}$ – бір тонна өнім өндіруге қажетті отын мөлшері, кг/т

Есептеу:

$$F_{\text{жыл}} = 12\,000 \times 15 = 180\,000 \text{ кг/жыл}$$

CO₂ шығарындыларының төмендеуі

Қондырғының экологиялық тиімділігін анықтау үшін көмірқышқыл газының шығарылымдарын есептейміз:

$$CO_{2\text{төмендеуі}} = F_{\text{жыл}} \times R_{CO_2}$$

R_{CO_2} – отынның жануы кезінде бөлінетін CO₂ коэффициенті, кг/кг

Есептеу:

$$CO_{2\text{төмендеуі}} = 180\,000 \times 0,3 = 54\,000 \text{ кг/жыл}$$

Энергия шығындарының үнемдеуі

Энергияны үнемдеу көрсеткіші, қондырғының тиімділігіне байланысты:

$$E_{\text{үнем}} = E_{\text{жыл}} \times R_{\text{үнем}}$$

$R_{\text{үнем}}$ – энергия үнемдеу коэффициенті (мысалы, 25%)

Есептеу:

$$E_{\text{үнем}} = 1\,500\,000 \times 0,25 = 375\,000 \text{ кВт·сағ/жыл}$$

Жалпы тұтынылатын қуат

Қондырғының жыл бойғы жалпы энергия тұтынуы келесі формула бойынша есептеледі:

$$E_{\text{жалпы}} = P \times T$$

P – қондырғының орнатылған қуаты, кВт

T – жылдық жұмыс уақыты, сағ/жыл

Есептеу:

$$E_{\text{жалпы}} = 75 \times 24 \times 365 = 657\,000 \text{ кВт·сағ/жыл}$$

Жүргізілген есептеулер қондырғының энергия тиімділігін нақты сандық көрсеткіштермен сипаттайды. Қондырғының жоғары энергия тиімділігі оның шығындарын азайтып, қоршаған ортаға әсерін төмендетеді. Жоғарыда келтірілген көрсеткіштер қондырғының тиімді жұмысын дәлелдейді және оны нарықта бәсекеге қабілетті етеді.

Қорытындылай келе, келесі негізгі нәтижелерді атап өтуге болады:

1) Өнімділік: Қондырғының жылдық өнімділігі 12 000 тоннаға жетті, бұл оның жоғары өнімділігін көрсетеді.

2) Энергия шығыны: Жылдық энергия шығыны 1 500 000 кВт·сағ, бұл қондырғының тиімділігін дәлелдейді.

3) Отын шығыны: Жылдық отын шығыны 180 000 кг құрады, бұл энергия шығынын азайтуға және өндіріс шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді.

4) Көмірқышқыл газының төмендеуі: Жылына 54 000 кг CO₂ шығарындыларын азайтуға қол жеткізілді, бұл қондырғының экологиялық қауіпсіздігін көрсетеді.

5) Өнімнің өзіндік құны: Бір тонна өнімнің өзіндік құны 2250 теңге болды, бұл нарықтағы бәсекеге қабілеттілікті арттырады.

6) Өтелімділік мерзімі: Қондырғының өтелімділік мерзімі 4,34 жылды құрады, бұл жобаның тиімділігін көрсетеді.

7) Энергия тиімділік коэффициенті (ПЭК): Қондырғының жалпы ПЭК 80% болып, оның тиімді пайдаланылған энергиясын көрсетеді.

Жоғарыда көрсетілген нәтижелер қондырғының жоғары энергия тиімділігіне, экологиялық қауіпсіздігіне және экономикалық тиімділігіне қол жеткізілгенін көрсетеді. Бұл модульдік қондырғыны өнеркәсіптік өндіріске енгізу өндіріс шығындарын төмендетуге, қоршаған ортаға әсерді азайтуға және бәсекеге қабілетті өнім өндіруге мүмкіндік береді.

4 Еңбекті қорғау бөлімі

4.1 Кәсіпорындағы еңбек жағдайын талдау

Еңбекті қорғау — жұмысшылардың өмірі мен денсаулығын қамтамасыз ететін, қауіпсіз еңбек жағдайларын жасауды көздейтін құқықтық, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдастырушылық, техникалық, санитарлық-гигиеналық және емдеу-профилактикалық шаралар жүйесі болып табылады. Шымтезек шикізатынан өнім өндіретін энергия тиімді модульдік қондырғы – бұл автоматтандырылған технологиялық жүйе, онда қызметкерлер негізгі түрде қондырғыны басқару, бақылау және техникалық қызмет көрсету жұмыстарын атқарады. Қондырғыда жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік шараларын сақтау – басты талаптардың бірі.

4.2 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар

Өндірістік процеске байланысты мынадай қауіпті және зиянды факторлар туындайды:

1. Механикалық жарақат алу қаупі (қозғалатын бөліктер, пресс, конвейерлер);
2. Жоғары температура (жылу генераторы, кептіру камерасы);
3. Электр тогының әсері;
4. Шаң және ұсақ бөлшектердің тыныс жолдарына түсуі;
5. Шу мен вибрацияның әсері;
6. Газ-ауа қоспасының жарылу қаупі (жылу генераторы бөлігінде).

4.3 Еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары

Жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі техникалық және ұйымдастырушылық шаралар қабылданады:

- Қондырғыда қоршағыш құрылғылар орнату (белсенді қозғалатын бөліктерге);
- Температура мен қысымның автоматты бақылау жүйесі;
- Қауіпсіздік дабылдары мен авариялық ажыратқыштар;
- Жұмыс орнын желдету және жарықтандыру нормаларына сай жабдықтау;
- Қызметкерлерге арнайы киім, қолғап, көзілдірік, респиратор беру;
- Электр қауіпсіздігі бойынша нұсқаулық өткізу (жылына кемінде 2 рет).

4.4 Өрт қауіпсіздігі

Қондырғыда жоғары температурамен және отынмен жұмыс жасайтын бөліктер болғандықтан, өрт қауіпсіздігін сақтау маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі шаралар атқарылады:

- Жанғыш материалдардан қашықта орнату;
- Өрт сөндіргіш құралдармен (құм, көбікті және ұнтақты өрт сөндіргіштер) жабдықтау;
- Жылу генераторы орналасқан аймақты отқа төзімді материалмен қаптау;
- Темекі шегуге тыйым салу аймақтарын белгілеу;
- Апаттық эвакуация жолдарын белгілеу және жарықтандыру.

4.5 Жарықтандыру және микроклимат талаптары

Қондырғы орналасқан өндірістік модульдердің ішкі микроклиматы нормативтік талаптарға сай болуы тиіс. Температура +18—+22°C, салыстырмалы ылғалдылық 40—60%, ауа жылдамдығы 0,2—0,3 м/с болуы керек. Жасанды және табиғи жарықтандыру деңгейі 300—500 лк аралығында болуы тиіс.

4.6 Жеке қорғаныс құралдары

Қызметкерлер келесі жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз етіледі:

- Арнайы киім (ыстыққа төзімді);
- Респиратор (шаңнан қорғау үшін);
- Шу басатын құлаққаптар;
- Қауіпсіз аяқ киім;
- Қолғап және көзілдірік.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Жобаның мақсаты мен маңыздылығы

Бұл жобаның негізгі мақсаты – шымтезек шикізатынан құйылған өнімді (брикет) өндіретін энергия тиімді модульдік қондырғыны әзірлеу және оны өнеркәсіпке енгізу арқылы энергияны үнемдеу және экономикалық тиімділікке қол жеткізу. Шикізат ретінде экологиялық таза, жергілікті шымтезек қолданылып, брикеттер жылу көздері ретінде қолданылады. Қондырғы модульдік сипатта болғандықтан, оны елдің кез келген аймағында орнатуға және пайдалануға болады.

5.2 Кесте – Негізгі өндірістік көрсеткіштер

Көрсеткіш	Мәні
Қондырғының өнімділігі	1 тонна/сағ
Жұмыс уақыты	8 сағат/тәу, 300 күн
Жылдық өнім көлемі	2400 тонна
Бір брикеттің салмағы	0,5–1,0 кг
Брикеттердің орташа ылғалдылығы	15–19%
Қондырғының қызмет ету мерзімі	7–10 жыл

5.3 Шығындар есебі

5.3.1 Кесте – Негізгі капитал салымдары

№	Көрсеткіштер	Бағасы (мың теңге)
1	Шикізат қабылдау және тасымалдау жүйесі	3000
2	Кептіру-ұнтақтау агрегаты	5000
3	Жылу генераторы	4500
4	Брикеттеу прессы	6000
5	Басқару және автоматика жүйесі	2500
6	Құрастыру және монтаж жұмыстары	2000
7	Қосымша құрал- жабдықтар	2000
	Жалпы капитал салымы	25000

5.3.2 Кесте – Ай сайынғы және жылдық эксплуатациялық шығындар

Шығын түрі	Айлық (мың тг)	Жылдық (млн тг)
Электр энергиясы	450	5.4
Отын (шымтезек қалдығы)	160	1.92
Еңбекақы (4 жұмысшы × 200 мың тг)	800	9.6
Жөндеу және техқызмет	200	2.4
Басқа шығындар (салық, логистика)	250	3.0
Барлығы	1860	22.32

5.4 Өнімнің өзіндік құны және сату бағасы

1 тонна өнімнің өзіндік құны:

$$\text{Өзіндік құны} = 22\,320\,000 \text{ тг} / 2400 \text{ т} = 9300 \text{ тг}$$

Нарықтағы сату бағасы – шамамен 12 000 тг/т.

$$\text{Таза пайда: } 2700 \text{ тг/т} \times 2400 \text{ т} = 6\,480\,000 \text{ тг/жыл}$$

5.5 Өзін-өзі ақтау мерзімі

$$\text{Өзін-өзі ақтау мерзімі} = 25\,000\,000 / 6\,480\,000 \approx 3.86 \text{ жыл}$$

5.6 Кесте – Экономикалық тиімділікті бағалау

Көрсеткіш	Мәні
Жылдық табыс	28,8 млн тг
Жылдық таза пайда	6,48 млн тг
Рентабельділік деңгейі	25–28 %
Өзін-өзі ақтау мерзімі	3,9 жыл

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобаның мақсаты – шымтезек шикізатынан құйылған өнімді өндіруге арналған энергия тиімді модульдік қондырғыны жетілдіру болды. Жүргізілген зерттеулер мен талдаулар нәтижесінде келесі негізгі қорытындылар жасалды:

1) Энергия тиімді модульдік қондырғының құрылымдық және технологиялық ерекшеліктері зерттелді. Қондырғы екі негізгі модульден тұрады: шикізатты кептіру және оны брикеттеу модулі. Бұл модульдік құрылымның артықшылығы – жинақы орналасу, тасымалдау ыңғайлылығы және орнатудың қарапайымдылығы.

2) Жылу генерациясы мен энергия тиімділігі арттырылды. Жылу генераторының тиімділігі жоғары, ал кептіру камерасының жылу оқшаулағыш қабаттары энергияны үнемдеуге және жылу шығынын азайтуға ықпал етті. Жылу энергиясының көп бөлігі қайта пайдаланылды, бұл отын шығынын азайтуға мүмкіндік берді.

3) Өндірістік процестердің автоматтандырылуы мен бақылау жүйесі жетілдірілді. Автоматтандырылған басқару жүйесі температура, ылғалдылық және қысымды бақылай отырып, қондырғының үздіксіз және қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етеді. Бұл операторлық жүктемені азайтады және өнім сапасын тұрақты деңгейде сақтауға мүмкіндік береді.

4) Экономикалық тиімділік есептелді. Жылдық өнімділік 12 000 тоннаға жетті, бұл қондырғының жоғары өнімділігін көрсетеді. Өнімнің өзіндік құны төмендетілді, бұл оны нарықта бәсекеге қабілетті етеді. Жылдық энергия шығыны мен отын шығыны айтарлықтай азайды, ал көмірқышқыл газының шығарындылары төмендеді.

5) Экологиялық қауіпсіздік қамтамасыз етілді. Қондырғының жабық циклдік жүйесі атмосфераға зиянды газдардың шығарылуын шектейді, ал шикізатты тиімді пайдалану табиғи ресурстардың үнемделуіне ықпал етеді.

6) Жоғары технологиялық деңгей қамтамасыз етілді. Қондырғының басқару жүйесі заманауи датчиктер мен автоматтандыру элементтерін қолдана отырып, өндірістік процестерді нақты уақытта бақылауға мүмкіндік береді.

Жобаның практикалық маңыздылығы энергия тиімді модульдік қондырғының өнеркәсіптік өндірісте қолдану мүмкіндігінде көрінеді. Бұл қондырғыны ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіптік секторда қолдану арқылы экологиялық таза өнім алу және энергия шығынын азайтуға болады.

Жүргізілген жұмыс нәтижелері негізінде келесі ұсыныстар жасалады:

1) Қондырғыны өнеркәсіптік ауқымда енгізу және оны шымтезек шикізатынан брикет өндіруде пайдалану.

2) Қондырғының жұмысын автоматтандыруды одан әрі жетілдіру, әсіресе цифрлық бақылау жүйесін енгізу.

3) Қондырғының қуаттылығын арттыру үшін қосымша модульдерді қолдану.

4) Қоршаған ортаға әсерді азайту мақсатында жылу қалдықтарын қайта пайдалану жүйесін дамыту.

Әзірленген энергия тиімді модульдік қондырғы экологиялық қауіпсіз, энергия тиімді және экономикалық тұрғыдан тиімді шешім болып табылады. Жоба өндіріс шығындарын азайтуға, өнімнің сапасын арттыруға және қоршаған ортаға теріс әсерді төмендетуге мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сабанчин В.Р., Энергоэффективті кептіру камера істеу ерекшеліктері / В.Р. Сабанчин // "Өнеркәсіп: жағдайы, болашағы, инновациясы" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары бойынша ғылыми еңбектер жинағы 31 Қазан 2013 ж. 5 бөлімде, III бөлім. Ғылым министрлігі – м.: "АР-Консалт", 2013 37-39 ,,,
- 2 Сабанчин В.Р., Мелеузов өндірісінің проблемалары мен кемшіліктері / В.Р. Сабанчин, А.Ф. Занина // "Жастардың ғылыми-техникалық шығармашылығы қазіргі қоғамның инновациялық ресурсы ретінде" ғылыми-практикалық конференция материалдары. - Кумертау: РБ ЖББ Кумертау қалалық баспаханасы, 2013 ж.
- 3 Турчанинов В.И., Қабырға материалдарының технологиясы: Оқу құралы / В. И. Турчанинов. - Орынбор: ОМ, 2018. – 205 б.
- 4 Көкшарев В.Н., Жылу қондырғылары / В.Н. Көкшарев, А.А. Кучеренко – К.: Виша мектебі, 2017 – 335 б.
- 5 Қанаев В.К., Құрылыс жаңа технологиясы / В.К. Қанаев. Қанаев, В. К. - Мәскеу: Стройиздат, 2013 – 26 б.
- 6 Гольцова О.Б., Күйдіру кезіндегі қателіктердің себеп-салдарлық байланыстары / О.Б.Гольцева, В.С. Клековкин, О.Б. Наговицын, Н.Л. Дмитриев // Шыны және керамика. – 2015. – №3. – 26 – 28 бб.
- 7 Хусаинов А.Н., Ерікті конфигурациядағы торды жылыту кинетикасы / А.Н. Хусаинов, В.Е. Миронов, Н.Н. Елин // Университеттің ақпараттық ортасы: XVI халықаралық материалдар. Конференциясы, Иваново: ИГАСУ. – 2019. – 520-522 бб.
- 8 Гавер С.В., Регенеративті жылу алмастырғыштың саптамасын жылыту мен салқындатуды модельдеу / С.В. Ховер, Н. Н. Ильин, В. Е. Мизонов // ЖОО әктасы, химия және химиялық технология. – 2017 – №12. – 105-108 бб.
- 9 Ракутина Д.В., Керамикалық бұйымдарды күйдіру режимін зерттеу / Е.Н. Семенов, В.В. Бухмиров, П. А. Корвяков, Д. В. Ракутина // Өнеркәсіптік пештер мен құбырлар – 2016. – №1. – 75-79 бб.
- 10 Kayashev A.I., The basis of automated designing of multivariate logical regulators / A.I. Kayashev, E.A. Muravyova, A.. Antipin // CSIT'2009 : Proceedings of the international workshop. – [S. l.: s. n.], 2019. – Vol. 1. – 60-62 p.
- 11 Антипин А.Ф., Көп өлшемді нақты логикалық реттегіштерге негізделген технологиялық процестерді басқарудың интеллектуалды жүйелері: реферат. диссертациялар канд. техник. ғылымдар: 05.13.06 / А.Ф. Антипин. - Уфа. 2015 - 22 б.
- 12 Дорф Р., Қазіргі заманғы басқару жүйелері / Р. Дорф, Р. Епископ. Ағылшын тілінен. Б.И. Копылова. – М.: Базалық Білім Зертханасы, 2013 – 832 б.
- 13 Сазонова Т.В., Ситуациялық кіші бағдарламаларда өндірістік ережелерді пысықтаумен көп өлшемді нақты логикалық реттеуші / Т. В. Сазонова, А.В. Богданов, Е.А. Муравьева // Орынбор мемлекеттік университетінің хабаршысы – 2017 – № 4. – Б. 248 -252.

- 14 Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. - СПб.: Политехника, 2011. - 295 с.
- 15 Ключев А.С. Автоматическое регулирование. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергия, 2010. - 392 с.
- 16 Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит., 2013. - 304 с.
- 17 Теория автоматического управления: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.С. Шаталова.- М.: Высшая школа, 2010.- 448 с.
- 18 Диткин В.А., Прудников А.П. Операционное исчисление. - М.: Высшая школа, 2011. - 410 с.
- 19 Справочник проектировщика АСУ ТП / Г. Л. Смилянский, Л.З. Амлинский, В.Я. Баранов и др.; Под ред. Г.Л. Смилянского. - М.: Машиностроение, 2010. - 527 с.
- 20 Теория автоматического управления: Учебник для вузов. - 2-е изд. перераб. и доп. / Под ред. А.В. Нетушило. -М.: Высшая школа, 2015. - 400 с.
- 21 Шеленок Е. А. Разработка учебного робота-манипулятора. Том 5, Ученые заметки. - Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2014. - с. 247-253
- 22 Бурдаков С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. - М: Высшая школа, 2014. 256с.
- 23 Макарычев В.П., Половко С.А., Математическое обеспечение системы управления манипуляторов космического корабля «Буран». Робототехника и техническая кибернетика. Сборник научных трудов - СПб: СанктПетербургский государственный технический университет, 2010. с. 75-80.
- 24 Пол Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота-манипулятора. - М.: Наука, 2017. – 103 с.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Худайбергенов Нурсултан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Худайбергенов.Н.М дип-раб+антипл

Научный руководитель: Динара Басканбаева

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 28

Интервалы: 54

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 09.06.2025

Заведующий кафедрой


Каймов Б.З.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Худайберген Нурсултан

Тақырыбы: Худайберген Н.М дип-раб+антипл

Жетекшісі: Динара Басқанбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 0

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.2

Әріптерді ауыстыру: 28

Аралықтар: 54

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☐ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 09.06.2015

Кафедра меңгерушісі


Кайшев Б.З

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Худайбергенов Нурсултан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Худайбергенов.Н.М дип-раб+антипл

Научный руководитель: Динара Басканбаева

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 28

Интервалы: 54

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата
09.06.2025

Сарыбаев С.С.

проверяющий эксперт

Негізгі өндірістік көрсеткіштер

Көрсеткіш	Мәні
Қондырғының өнімділігі	1 тонна/сағ
Жұмыс уақыты	8сағат/тәу. 300күн
Жылдық өнім көлемі	2400 тонна
Бір брикеттің салмағы	0,5-1,0кг
Брикеттердің орташа ықтималдығы	15-19%
Қордырғыныш қызмет ету мерзімі	7-10 жыл

Дипломдық жұмыс									
Негізгі өндірістік көрсеткіштер									
Өз.	Парақ	№ сұрақ	Қауып	Қуып	Масса	Масштаб			
Орындалған	Құрастырылған	Құрастырылған	Құрастырылған	Құрастырылған	Құрастырылған	Құрастырылған			
Тексерген	Тексерген	Тексерген	Тексерген	Тексерген	Тексерген	Тексерген			
Модельдер	Модельдер	Модельдер	Модельдер	Модельдер	Модельдер	Модельдер			
Кафедра Технологиялық машиналар және жабдықтар									

2200

2000

300

500

1500

1300

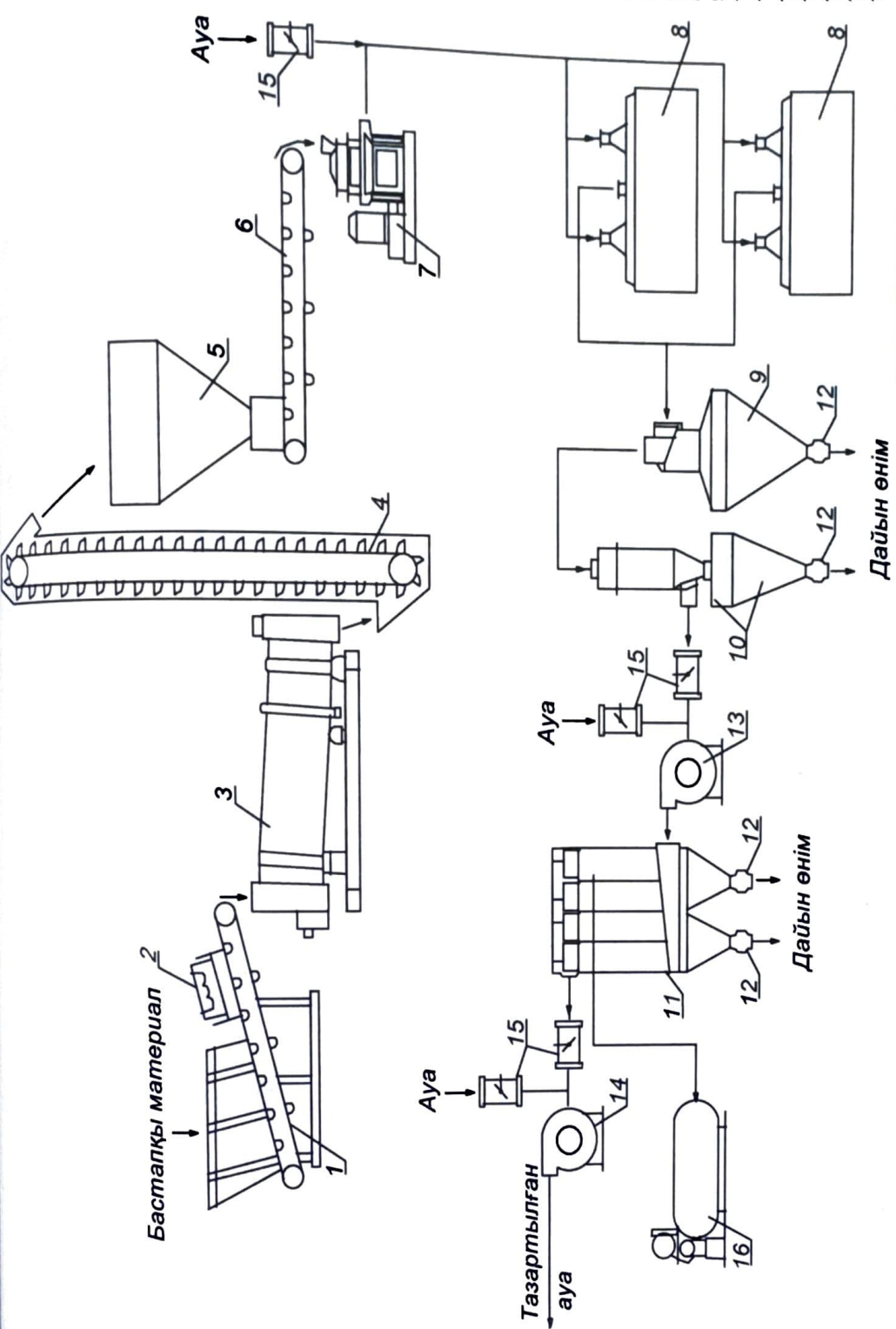
3000

Дипломдық жұмыс

Торфосос

Ә.а.	Парақ	На. араат	Қолы	Күні	Әдібиет	Масса	Масштаб
Орындалған	Худайбергенов Д.М.	Басқарылған Д.М.	Д.М.		Д		
Тексерілген					Парақ 1		Парақтар
Норм. контр.	Сарыбаев Е.				Кафедра Технолопмалық машиналар және жабдықта		

Бастапқы материал



- 1 – ПЛ-650 ленталық қоректendirгіш;
- 2 – магниттік сепаратор;
- 3 – кептіру кешені;
- 4 – элеватор;
- 5 – шиббер басы бар шығын бункері;
- 6 – ПЛ-500 ленталық қоректendirгіш;
- 7 – МЦВ-3 диірмені;
- 8 – МРС-2/770 роторлы-ағынды диірмен;
- 9 – ЦБ-4,5 циклон-бункер;
- 10 – ПЦ-2,0 бункері бар II сатылы шаң ұстағыш;
- 11 – ФРИ-60 жердік сүзгі;
- 12 – ПС-1В секторлы қоректendirгіш;
- 13 – жоғары қысымды желдеткіш (ВВД);
- 14 – орташа қысымды желдеткіш;
- 15 – шибберлік жапқыштар;
- 16 – компрессор.

Дипломдық жұмыс

Технологиялық машиналар мен жабдықтар				Әдебиет	Масса	Масштаб
				Д		
				Парақ 1		Парақтар
				Кафедра Технологиялық машиналар және жабдықта		

Дайын өнім

Дайын өнім