

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

Мырзахмет Эльмира Қайырбекқызы

ҚР қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістерін
сараптау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Мамандығы: 5В060800 – «Экология»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Химиялық процестер және

өнеркәсіптік экология

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд., доцент

Кубекова Ш.Н.

«20» 05 2022 ж.



«ҚР қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және қолдану жарату әдістерін сараптау» тақырыбында

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B060800 – «Экология»

Орындаған

Э.Қ. Мырзахмет

Пікір беруші

Алматы энергетика және байланыс университетінің «Инженерлік экология және еңбек қауіпсіздігі» кафедрасының меңгерушісі, техника ғылымдарының кандидаты, доцент

 А.А. Абикенова

«11» 05 2022 ж

Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының кандидаты, сениор-лектор

 Г.Ж. Нурулдаева

«13» 05 2022 ж

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

5B060800 – «Экология»

БЕКІТЕМІН

Химиялық процестер және
өнеркәсіптік экология
Кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд., доцент
_____ Кубекова Ш.Н.
_____ 2022ж.



**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Мырзахмет Эльмира

Тақырыбы: ҚР қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістерін сараптау

Университет Ректорының 2021 жылғы «24» желтоқсан №489-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 2022 жылы «5» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) *Кіріспе. Дипломдық жұмыстың тақырыбын таңдауға негіз.*

б) *ҚТҚ қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістерімен танысу.*

в) *Полигондардың қоршаған ортаға тигізетін әсерін бағалау.*

г) *Мәселені шешуге арналған қолайлы және тиімді іс-шараны ұсыну.*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі керек)

Сызбалық материалдар 15 слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 16 атау

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
Кіріспе бөлімі	11.03.2022 ж	
Материал және зерттеу әдістемесі	15.04.2022 ж	
Зерттеу нәтижесі. Қорытынды	04.05.2022 ж	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушысының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолтаңба
Негізгі бөлім	Г.Ж.Нурулдаева т.ғ.к., сениор-лектор	13.05.2022	
Норма бақылаушы	А. Далбанбай т.ғ.м., сениор-лектор	11.05.2022	

Ғылыми жетекші  Г.Ж.Нурулдаева
(т.ғ.к., сениор-лектор)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Э.Қ. Мырзахмет

Күні «13» 05 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы. ҚР қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістерін сараптау.

Бұл дипломдық жұмыста қатты тұрмыстық қалдықтар классификациясы, ҚТҚ морфологиялық және фракциялық құрамы, қатты тұрмыстық қалдықтарды жою және қайта өңдеу әдістеріне жалпы сипаттама. Қоқыс мәселесін алдын алу мақсатында жасалынған, жасалып жатқан іс-шаралар мен жаңа ұсыныстар, қазіргі уақыттағы Алматы қаласындағы қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау кешені «Green Recycle» ЖШС, Қазақстан Республикасы бойынша қатты қалдықтарды өңдейтін жеке мекемелер, Полигонды көму проблемасының өзектілігі, қоқыс зардаптары мен жиналу себептері. Шетелдік тәжірибені карап, Алматы қаласының қоршаған табиғи ортасына ҚТҚ полигонының жағымсыз әсерін төмендетудің жолдары баяндалады.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы. Анализ методов переработки и утилизации твердых бытовых отходов в РК.

В данной дипломной работе представлена классификация твердых бытовых отходов, морфологический и фракционный состав ТБО, общая характеристика методов утилизации и переработки твердых бытовых отходов. Мероприятия и новые рекомендации, разработанные в целях предупреждения мусорной проблемы, в настоящее время сортировочный комплекс твердых бытовых отходов в г. Алматы ТОО «Green Recycle», частные учреждения по переработке твердых бытовых отходов по Республике Казахстан, актуальность проблемы захоронения полигона, последствия и причины накопления мусора. Изложен зарубежный опыт и пути снижения негативного воздействия полигона ТБО на окружающую природную среду города Алматы.

ABSTRACT

The topic of the thesis. Analysis of methods of processing and disposal of solid household waste in the Republic of Kazakhstan.

This thesis presents the classification of solid household waste, morphological and fractional composition of solid waste, general characteristics of methods of disposal and processing of solid household waste. Measures and new recommendations developed in order to prevent the garbage problem, currently the sorting complex of solid household waste in Almaty "Green Recycle" LLP, private institutions for the processing of solid household waste in the Republic of Kazakhstan, the relevance of the landfill disposal problem, the consequences and causes of garbage accumulation. The foreign experience and ways of reducing the negative impact of the landfill on the environment of the city of Almaty are described.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
Негізгі бөлім	10
1 Қалдықтармен жұмыс жасаудың нормативтік - құқықтық базасы	10
1.1 ҚР қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жаратудың қазіргі жағдайы	10
1.2 ҚТҚ жалпы сипаттамасы мен классификациясы	11
1.3 ҚТҚ морфологиялық және фракциялық құрамы	12
1.4 Қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптаудың әлемдік алгоритмі	14
2 Термиялық өңдеу	17
2.1 Қатты тұрмыстық қалдықтарды жағу	17
2.2 ҚТҚ энергия өндірудің «Waste to Energy» механизмі	18
3 Қайта өңдеу	19
3.1 Қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау комплексі «Green Recycle»	
ЖШС	19
3.2 ҚР Қатты қалдықтарды өңдейтін жеке компаниялар	19
4 Полигондарда сақтау	21
4.1 ҚТҚ полигондары мен үйінділерінің қоршаған ортаға әсері	21
4.2 Қарасай ауданының ҚТҚ полигонының қысқаша сипаттамасы.	
"KAZ Waste Conversion" ЖШС ҚТҚ көму өндірісінің технологиясы	21
4.3 Полигонның сыйымдылығын есептеу және схемасы	23
4.4 Қолданыстағы полигондардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту бойынша ұсыныстар	25
4.5 Полигонда пайда болатын биогаздың көлемінің есептемесі	27
Қорытынды	31
Қолданылған әдебиеттер тізімі	32

КІРІСПЕ

Кезекті экологиялық тоқырауға алып келген табиғаттың қазіргі басты ластану факторларының бірі қалалардың шаруашылық-тұрмыстық қызметінің артуы. Өнеркәсіптің пен халық санының өсуі тұрмыстық қалдықтар көлемінің шартсыз ұлғаюына әкеледі. Әлем бойынша тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату тым өзекті мәселе болып отыр. Бұл жыл сайын миллиондаған текше метр қоқыс жиналатын ауқымды халық қоныстанған қалаларға қатысты. Өртенген қоқыс, көп көлемде тасталған қоқыстардан, толған қоқыс жәшіктері – Қазақстанда мұндай көріністер көптеген қала тұрғындарына таныс.

Дипломдық жұмыстың мақсаты. Қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістерін сараптау.

Мақсатқа жету жолында келесі міндеттер шешіледі:

- 1) Еліміздегі ҚТҚ кәдеге жарату және қайта өңдеудің қазіргі жағдайына барлау және жалпы сипаттама беру.
- 2) ҚТҚ сұрыптау және қайта өңдеудің әлемдік алгоритмын қарастыру.
- 3) ҚТҚ қайта өңдеу және кәдеге жарату әдістеріне әдеби шолу жасау және ҚР үшін мүмкін әдістерді сараптау.
- 4) Алматы қаласының қалдықтарын жинақтау полигоны көлемін есептеу және ұсыныстар әзірлеу.

1 ҚР қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жаратудың қазіргі жағдайы

1.1 Қазақстанда қалдықтармен жұмыс жасаудың нормативтік-құқықтық базасы

Қоршаған ортаны қорғау - Қазақстандағы ең өткір мәселелердің бірі, ал тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жарату - ең күрделі мәселелердің бірі. Қатты тұрмыстық қалдықтардың жыл сайын түзілуіне байланысты ауқымды жер учаскелері алып тасталады. Қалдықтарды кәдеге жарату және кәдеге жарату мәселесін шешу әлеуметтік сипатқа ие, онымен қоса бұл процесте мемлекеттік-құқықтық механизм ерекше рөл атқарады [1]. Терең талдау барысында осы мәселелердің реттелмегендігі және республикада өнеркәсіптік және тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жаратуды басқару жүйесі жоқтығы туралы фактілер анықталды.

Қазақстан Республикасының барлық экологиялық заңдылық 2021 жылдың 2 қаңтарындағы өзгертілуімен қабылданған Экологиялық кодекске негізделеді. Оның 19 - бөлімі қалдықтарға арналған [2]. Қазақстан Республикасында қатты тұрмыстық қалдықтарды жинауды, кәдеге жаратуды және қайта өңдеуді реттейтін негізгі заңдарға және заң актілеріне келесі құқықтық құжаттар жатады:

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 31 шілдедегі №750 «Қазақстан Республикасының «Жасыл экономикаға» көшуі жөніндегі тұжырымдаманы іске асыру жөніндегі 2013-2020 жылдарға арналған іс-шаралар жоспарын бекіту туралы» бұйрығы [3];

- Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2020 жылғы 25 желтоқсанындағы №187 «Өндірістік және тұтыну қалдықтарын жинауға, пайдалануға, қолдануға, залалсыздандыруға, тасымалдауға, сақтауға және көмуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларын бекіту [4];

- Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 19 шілдедегі № 261 Қалдықтарды жинау лимиттері мен қалдықтарды көму лимиттерін әзірлеу және бекіті, қалдықтарды басқару туралы есептілікті ұсыну және бақылау қағидаларын бекіту қаулысы [5];

- 2016 жылғы 1 қыркүйегіндегі №404 «Тұрмыстық қатты қалдықтарды жинауға, әкетуге, кәдеге жаратуға Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің, қайта өңдеуге және көмуге арналған тарифті есептеу әдістемесін бекіту туралы» бұйрығы [6].

Базельдік конвенцияның қалдықтар ол "алып тастау" керек заттар, яғни пайдаланудан соң жарамсыз, тұтынушылық қасиеттері жойылған заттар. Сонымен бірге, атауын, қолданылу аясын, қауіпті қалдықтарды трансшекаралық тасымалдауды және оларды кәдеге жаратуды бақылауды

нақты анықтайды. Конвенция жою жөніндегі операциялардың тізбесін нақты айқындайды, ол өз кезегінде: 1) қалпына келтіруге мүмкін, рециркуляцияға, жоюға, тікелей қайта пайдалануға немесе баламалы пайдалануға алып келмейтін операцияларды; 2) рекуперацияға, қайта циркуляцияға, кәдеге жаратуға, тікелей қайта пайдалануға немесе баламалы пайдалануға алып келуі мүмкін операцияларды пайдалануды қамтиды. Бұл операцияларды білу олардың барлығы шынымен қайта өңдеуге, қалдықтарды толығымен жоюға бағытталғанын көрсетеді, ал заманауи технологиялар қайта өңдеуді, қалдықтарды қайта пайдалануға мүмкіндік әкеледі. Сәйкесінше, көптеген ғалымдар қалдықтардың негізгі құжаты ретінде қабылдайтын негізгі Конвенцияда берілген "қалдықтар" ұғымы толық емес, жалпы немесе негізгі деп санауға болмайды [7]. Сонымен қоса, бұл тұжырымдаманың әртүрлі аспектілері мен өлшемдері бар. Базель конвенциясынан "жою" ұғымы туындайды. Бұл термин заманауи техникалық сөздікке жер бетінде де, оның астында да қалдықтарды жинауды, сұрыптауды, тасымалдауды, қайта өңдеуді, сақтауды және т.б. қамтитын қарапайым ұғым ретінде берік енді. Бірқатар ғалымдар экологиялық дағдарысты бейнелейді, ол "келесі құбылыстарда көрінеді:

- Тұрмыстық қалдықтардың өсуінен жердің ауа және су бассейндерінің ластануы;
- климаттың өзгеру мәселесі мен климаттық апаттың болуы;
- планетаның жануарлар мен өсімдіктер әлемінің сарқылуы;
- шикізат ресурстарының жетіспеушілігі " .

Қазақстан Республикасының «жасыл экономикаға» көшу тұжырымдамасында анықталғандай қалдықтармен жұмыс жасаудағы Қазақстанның саясаты қалдықтарды жекелеп жинауға, инвестицияларды, оның ішінде мемлекеттік-жекешелік тарту арқылы екіншіреттік шикізаттан өнімді алумен қалдықтарды қайта өңдеуді дамытуға бағытталған. Тұжырымдаманы іске асыру барысында Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 31 шілдедегі № 750 қаулысымен бекітілген 2013-2020 жылдарға арналған іс-шаралар жоспары дайындалды. Тұжырымдамаға сай 2030 жылға қарай қалдықтарды қайта өңдеу үлесі 40% – ға, 2050 жылға қарай 50% - ға дейін жеткізілуі тиіс.

1.2 ҚТҚ жалпы сипаттамасы мен классификациясы

Қатты тұрмыстық қалдықтар - бұл бастапқы тапсырманы орындағаннан кейін қолдануға жарамсыз физикалық қатты, сұйық және газ тәрізді заттар [8]. Олар нақты артықшылықтары мен кемшіліктері бойынша жіктеледі, олардың жіктелуі белгілі: тұрғын үйлерде пайда болған қалдықтар, Өнеркәсіпте

қолданылатын тұрмыстық қалдықтар, көшелерден, алаңдардан, саябақтардан, базарлардан және т. б. жиналған қалдықтар.Шығу көзіне қарай :

- Коммуналды (тұрғын үйлерден шығатын);
- Функционалды (көшелер, жолдар, алаңдар, саябақтар, бақтар);
- Шаруашылық (балабақшалар, мектептер, жоғарғы оқу орындары, асханалар, кафелер, мейрамханалар, сауда-саттық орталықтары, базарлар, дүкендер, ауруханалар, өндіріс орындары және т.б.);

Морфологиялық құрамы бойынша: биологиялық қалдықтар (сүйектер, азық- түлік қалдықтары); синтетикалық қалдықтар; целлюлозалы өндемелер (қағаз - газеттер, журналдар, орау материалдары, картон қағаздары, ағаш); пластмасса; текстиль; былғары, резеңке; түрлі металдар (түсті және қара) және шыны деп бөле аламыз.

Қоршаған ортаға және адам денсаулығына әсері бойынша:

- нейтралды;
- тұрақсыз (шірейтін және жанатын заттар);
- қауіпті (токсикалық, биологиялық қауіпті заттар);
- ингибиторлар;
- катализаторлар;

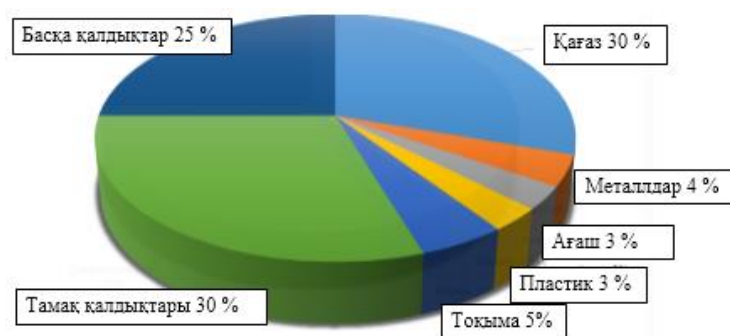
Қайта өңделу деңгейі бойынша:

- Қайта өңделетін (қайталама шикізат, өңделетін заттар);
- Қайта өңделмейтін (бейтараптандырылған, жойылатын қалдықтар).

Тұрмыстық қатты қалдықтардың негізгі қауіптілігі, олардың ыдырау уақыты мен (3 айдан 500 жылға дейін) қоршаған ортаға химиялық зиянды заттардың шығарылуы.

1.3ҚТҚ морфологиялық және фракциялық құрамы

Қатты тұрмыстық қалдықтарды жинауға, қайта өңдеуге және жоюға байланысты барлық мәселелерді қарастыруға, материалдың құрамы мен қасиеттері жайлы ақпараттар қажет. ҚТҚ морфологиялық құрамы 1 сурет бойынша мына құраушылардан тұрады: сүйектер, азық-түлік және көкөніс қалдықтары, қағаз, газеттер, журналдар, орау материалдары, картон қағаздары, ағаш, пластмасса, текстиль, былғары, резеңке, түрлі металдар (түсті және қара), шыны.



1 Сурет - Тұрғын үйлермен қоғамдық ғимараттарда жиналатын ҚТҚ- тардың құрамы

ҚТҚ жинақталу көлемі және олардың морфологиялық құрамы экономикалық жағдайға, климаттық аймақтарға, жыл мезгіліне және басқа да факторларға байланысты әр түрлі болады. Қатты қалдықтар құрамының өзгеруі жыл мезгіліне байланысты көктемде тамақ қалдықтары 20-25% - дан күзде 40-45% - ға артуымен сипатталады [9]. Бұл маусымдарда адамдар көкөністер мен жемістерді көбірек тұтынатындығымен сипатталады. Қыс және күз айларында көшедегі қалдықтардың саны 20% - дан 7% - ға дейін азаяды. Климаттық жағдайларға байланысты ҚТҚ морфологиялық құрамының өзгеруі (%) 1 кестеде келтірілген.

1 кесте - Алматы қаласының ҚТҚ-ның морфологиялық құрамы, %.

Құраушылары	Жыл мезгілдері			
	Қыс	Көктем	Жаз	Күз
Азық-түлік қалдықтары	32-39	35-45	40-49	45-55
Картон, қағаз	26-35	32-35	22-30	25-35
Ағаш	2-5	1-2	1-2	2-5
Кара металл	3-4	4-6	3-4	3-4
Түсті металл	0,5-1,5	0,6-1,8	0,5-1,5	0,5-1,5
Текстиль	4 -6	4 -6	5-7	4 -6
Сүйек	1-2	1-2	1-2	1-2
Шыны	4-6	4-6	4-6	4-6
Былғары,резеңке	2-3	2-3	3-5	2-3
Пластмасс	23-24	23-24	24-26	23-24

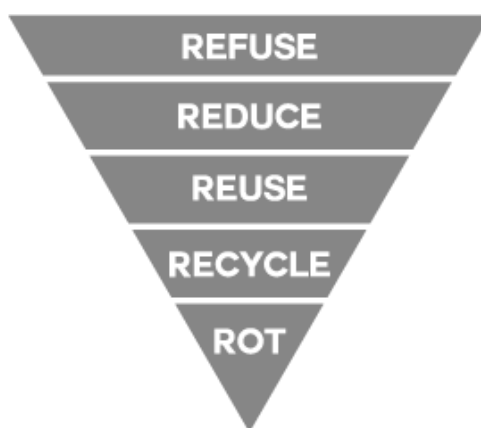
ҚТҚ морфологиялық құрамы мен бірге оның фракциялық құрамыда аса маңызды, өйткені оның көлеміне байланысты 2 кестеде келтірілген, арнайы технологиялар мен техникалар пайдаланылады. ҚТҚ ішінде көлемі өте үлкен қоқыстар болады, олар стандартты 0,75 м³ контейлерге сыймайды, сондықтан арнайы орындарда жиналынады. Орташа есеппен 1 жылда 1 адамға тығыздығы 210 кг/м³ болатын 40 кг ҚТҚ жинақталады

2 кесте - ҚТҚ морфологиялық және фракционды құрамы, %

Құраушылар	250мм-ден артық	150-250мм	100-150мм	50-100мм	50мм-ден кем
Азық-түлік қалдықтары	-	0-1	2-10	1,0-12,6	17-21
Картон,қағаз	3,0-8,0	8,0-10	9,0-10	7,0-8,0	2,5-5
Ағаш	0,5	0-0,5	0-0,5	0,5	0,5
Қара металл	-	0,1	0,5	0,8-2	0,3-0,5
Түсті металл	-	0,1	1	0,6-2	0,5-1,0
Текстиль	0,2-1,3	1,0-1,5	0,5-1,0	0,3-0,5	0-0,6
Сүйек	-	-	-	0,3-0,5	0,5-0,9
Шыны	-	0,3	0,3-1,0	1,0-2,0	1,0-1,6
Былғары,резеңке	0	0-1,0	0,5-2,0	0,5-1,5	-
Пластмасса	-	0,5-1,0	1,0-22	1,0-2,5	0,2-0,5

1.4 Қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау және қайта өңдеу әдістері

Қалдықтар – өндіруші, тұтынушының түпкі нәтижесі болып табылады. Сондықтан, себепші субъектілерге қоқысты жою мен қайта өңдеу тәсілдеріне әсерін өзгерту қажет [10]. Ережеге, қоғамдық қысымға, полигондардың және ресурстардың азаюына байланысты қазіргі таңда әлемде ҚТҚ көлемін азайтудың әлемге белгілі 2-суретте келтірілген 5R алгоритмы қолданылады.



1 сурет - ҚТҚ көлемін азайтудың әлемге белгілі алгоритмы

1) Бірінші ереже-Refuse (бас тарт)

Артық зат сатып алудан, артық қалдықтың шығуынан бас тарту. Бұл ең маңызды ереже, оның маңызы аз қолданылатын немесе қолданбайтын артық қаптамадан, бір рет қолданылатын ыдыс-аяқтардан, артық киімдерден және тұрмыстық заттарды мейлінше пайдаланбау. Экологиялық проблемалар шамадан тыс тұтынудан басталады.

- Матадан жасалған сөмке (пластикалық пакеттерді алмау үшін);
- Мөлдір эконопшық өнімдерді өлшеу үшін қолдану;

- Түскі асқа арналған контейнер (түскі асты бір реттік қаптамада сатып алмау үшін);
- Су құтысы (пластикалық бөтелкелерден бас тарту үшін);
- Кофе шыныаяғы (бір рет қолданылатын шыныаяқтарды пайдаланбау үшін).

Бұл бес қарапайым ұсыныс қоқыс жолын бірнеше есе азайтуға көмектеседі.

2) Екінші ереже - Reduce (қысқарт)

Егер заттардан бас тарту мүмкін болмаса, оларды сатып алуды азайту, қысқарту керек. Америкалық эко-белсенді өз тәжірибесінен қазіргі заманғы адамның пәтеріндегі заттардың 80% - ы оған қажет емес екеніне көз жеткізді. Өмірдің кез-келген саласында тұтынуды азайтуға болады.

3) Үшінші ереже-Reuse (қайта пайдалан)

Әлемде көптеген табиғи ресурстар – су, мұнай, газ, ағаш жұмсалды. Ресурстарды үнемдеу үшін заттарды мүмкіндігінше ұзақ пайдалануды үйрену керек. Кез келге бір реттік заттың заманауи экологиялық баламасы бар. Пакеттер, пластикалық ыдыстар, дымқыл майлықтар, пластикалық тіс щеткалары – бұл өнімдердің барлығын қайта пайдалануға болатын заттармен оңай ауыстырылады.

4) Төртінші ереже - Recycle (қайта өңде)

Бұл қағида бірінші емес, төртінші орында, себебі қайта өңдеу барлық мәселелерден құтылу емес. Қалдықтардың тек бір бөлігі ғана бірдей құнды өнімге өңделеді екен. Күнделікті өмірімізде бас тартуға не қайта пайдалануға болмайтын заттарды ғана қайта өңдеуге жіберілу қажет.

5) Бесінші ереже- Rot (тыңайтқыш жаса)

Өңделмеген тамақ қалдықтары полигонға түседі, онда анаэробты процесс пайда болады, соның салдарынан атмосфераға күкірт оксидтері, күкіртсутегі және меркаптандар, метан шығады. Ол көмірқышқыл газынан 21 есе улы, атмосфераға түскен кезде ол жаһандық жылыну процестеріне үлеседі. Сондай-ақ, метан тез тұтанады, соның салдарынан полигондарда өрт жиі болады. Қорқынышты көрініс, бірақ шындық.

Тамақ қалдықтарының мәсесі Қазақстан үшін өте өзекті және оны жүйелі шешудің шешімдері әзірге жоқ. ҚТҚ қайта өңдеудің қай түрін алсақта, қалдықтар көлемінің 90% жоюға көмегін тигізеді.

Осылай, қалдықтардың көптеген түрін жоюдың негізгі және ұтымды жолы оларды кәдеге жарату болып табылады – әртүрлі материалдарды өндіруде "кәдеге жарату" шикізат ретінде қолдану. Осыған орай әр түрлі қалдықтарды өңдеудің тамаша және тиімді әдістерін жасау керек. Қалдықтарды дайын өнімге қайта өңдеу мәселелерін шешу кезінде негізгілері:

- қалдықтардың негізгі түрлерінің құрамындағы компоненттердің саны мен қорларын дұрыс айқындау;
- қалдықтарды дұрыс пайдалану үшін олардың технологиялық қасиеттерін жеткіліксіздігін зерттеу;

- жиналған қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату үшін жетерлік тиімді экономикалық жағдайдың болмауы;
- қайталама шикізатқа баға белгілеу мәселелерін қарау;
- өндіріс қалдықтарының пайда болуын және оларды пайдалануды тиісті мемлекеттік экологиялық есепке алу мен бақылаудың, үйінділер ұйымдастырудың, осы саладағы жағдайдың дамуын болжаудың және т. б. болмауы.

Қазіргі уақытта қолданылатын қалдықтарды жинаудың дәстүрлі схемасы өзгерістерді қажет етеді. ҚТҚ өңдеу компоненттерін бөлек жинауды ұйымдастыру және оларды сұрыптап әлемде қатты қалдықтармен жұмыс істеудегі маңызды тиімді жол болып табылады. Тұрмыстық қалдықтар мәселесін шешуге жұмсалған қаражат қатты қалдықтарды басқарудың ғылыми стратегиясына негізделген қалдықтарды басқарудың прогрессивті моделін құруға бағытталуы керек.

2 Термиялық өңдеу

2.1 Қатты тұрмыстық қалдықтарды өртеу

Өртену-ең көп қолданылатын әдіс. Тұрмыстық қалдықтарды жағудың түпкі мақсаты, олардың көлемін, массасын азайтумен қоса, орталықтандырылған жылыту және электр энергиясын өндіруге болатын қосымша энергия ресурстарын алуға мүмкіндік береді. Қатты тұрмыстық қалдықтарды өртеу арнайы салынған объектіде бақыланатын қалдықтарды өртеді білдіреді. Қатты қалдықтарды өртеу кезінде құрғақ массада 28-44% күл және көмірқышқыл газы, су буы, түрлі қоспалар түріндегі газ тәрізді өнімдер шығарылады.[11] пайдаланылған газдардағы шаңның мөлшері $5-10 \text{ г/м}^3$ (25-50 кг/Т ҚТҚ) құрайды. Қалдықтарды жағу процесі 800-900°C температурада жүретіндіктен, пайдаланылған газдарда органикалық қосылыстар - альдегидтер, фенолдар, органикалық қосылыстар (диоксин, фуран), сондай-ақ ауыр металл қосылыстары болады. Әдетте, бұл шлак (жану) және ұшатын күл түрінде өртеуден алынған қалдықтардың бастапқы мөлшерінің шамамен 25% құрайды.

Қатты қалдықтарды кәдеге жарату және қайта өңдеу жүйесінде бастапқы қатты материалдардан алынған өнімдерді де термиялық өңдеудің әртүрлі әдістері қолданылады. Пиролиздің әртүрлі әдістері (пластмасса қалдықтары, ағаш, резина-техникалық бұйымдар, мұнай өңдеу шламдары); қайта балқыту (сусымалы металлургиялық шлактар, Термопласт қалдықтары, металл сынықтары); жағу (түсті металлургияның кейбір шлактары, пириттік күйіктер, құрамында темір бар бірқатар шлактар мен шаңдар); өрт кезінде залалсыздандыру (жағу) органикалық негіздегі қатты қалдықтардың көптеген түрлері.

Қатты тұрмыстық қалдықтарды тікелей кәдеге жаратудың күрделілігі, бір жағынан, олардың ерекше көп компонентті табиғатына, екінші жағынан, оларды өңдеу процесіне қойылатын жоғары санитарлық талаптарға байланысты. Осыған байланысты өртеу тұрмыстық қалдықтарды бастапқы өңдеудің ең көп таралған әдісі болып қала береді.

Тұрмыстық қалдықтарды жағу көлемі мен массасын азайтумен қатар, бұл орталықтандырылған жылыту және электр энергиясын өндіру үшін пайдалануға болатын қосымша энергия ресурстарын алуға мүмкіндік береді. Бұл тәсілдің кемшіліктерінің бірі-атмосфераға зиянды заттардың шығарылуы, сондай-ақ тұрмыстық қоқыстың құрамындағы құнды органикалық және басқа компоненттердің жойылуы. Қоқысты жағу қож мен күл түрінде ыдырайтын заттардың аз мөлшерін қамтамасыз етеді, бірақ бұл сонымен қатар атмосфераға шығарылатын көз болып табылады [12]. Қалдықтарды өртеу қондырғылары сутегі хлориді мен фтор, күкірт газы, диоксин, сонымен қатар қорғасын, мырыш, темір, марганец, сурьма, кобальт, мыс, никель, күміс, кадмий, хром, қалайы, сынап және т.б. түрлі металдардың қатты бөлшектерін шығарады.

Қатты жанғыш қалдықтарды өртеу кезінде бөлінетін кадмий, қорғасын, мырыш және қалайы мөлшері қалдықтағы пластикалық қалдықтардың мөлшеріне пропорционалды түрде өзгередіні анықталды. Сынаптың шығарындылары қалдықтарда термометрлердің, құрғақ гальваникалық элементтердің және флуоресцентті шамдардың болуына байланысты. Кадмийдің ең көп мөлшері синтетикалық материалдарда, сондай-ақ әйнекте, теріде, резеңкеде кездеседі.

Осылайша, қоршаған ортаға зиянды заттардың шығарылуын төмендетудің негізгі бағыты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау немесе бөлек жинау болып табылады деп айтуға болады.

2.2ҚТҚ энергия өндірудің «Waste to Energy» механизмі

Елімізде қалдықтардан энергияны пайдалану (Waste to Energy) жобасын алғаш рет іске асыру мүмкіндігі қарастырылуда, «Энергия қалдықтарын кәдеге жарату» туралы Қазақстан Республикасының Заңына 2020 жылғы 9 қарашада қол қойылды. Бұл жоба электр энергиясын өндіру арқылы қалдықтарды жағу технологиясы, қалдықтарды жағудан алынатын электр энергиясы жаңартылатын энергия көздеріне ұқсас мемлекеттік желіге жеткізіледі. "Waste to Energy" кешендерін Ақтөбе, Алматы, Өскемен, Нұр-сұлтан, Қарағанды және Шымкент қалаларында 2025 жылға қарай іске қосу жоспарлануда. Зауыттардың құрылысы инвесторларды тарту есебінен жоспарланып отыр. ҚР экология, геология және табиғи ресурстар министрлігі жергілікті атқарушы органдармен бірлесіп жер учаскелерін және қажетті инфрақұрылымды беру мәселелерін пысықтауда.

"Полигондар-химиялық уақыт бомбалары. Қалдықтарды энергетикалық кәдеге жарату қатты тұрмыстық қалдықтарды басқарудың жаңа жүйесінің бөлігі болып табылады және бөлінбейтін (қайта өңделмейтін) қалдықтарға қатысты маңызды рөл атқарады, өйткені бұл қалдықтарды көмудің жалғыз баламасы", — деп санайды БҰҰ Химиялық қауіпсіздік мәселелері жөніндегі ресейлік сарапшылар.

Waste to Energy Энергия қалдықтарын қайта өңдеу зауыттарын Қазақстанның 6 пилоттық бірдей қалаларына салуға кем дегенде 185 млрд теңге жеке инвестиция тарту үшін 2021жылы аукцион өткізілді, сол арқылы 2025 жылға қарай қайта өңдеу және кәдеге жарату үлесі 30-35%- ға жеткізу жоспарлануда.

3 Қайта өңдеу

3.1 Қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптайтын «Green Recycle» ЖШС

Қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау комплексі «Green Recycle» ЖШС 2018 жылы жұмысын бастады. Бұл сұрыптау комплексінің ерекшелігі:

- 1) Өндірістің өнімділігі – 1500 т/тәулік.
- 2) Өндірістің көлемі – 3,4 Га;
- 3) Тұтыну қуаттылығы – 2000 кВА;

«Green Recycle» ЖШС шетелдердің - Италия, Ресей, Түркия, Қытай ҚТҚ сұрыптау тәжірибесімен танысып, сұрыптаудың технологиялық схемасын зерттеп, іріктеп, ең мықты технологияны таңдау арқылы іске қосылды.

ҚТҚ сұрыптау комплексінің технологиялық процесі қоқыс тасмалдаушы көліктер ҚТҚ сұрыптау комплексіне кірер алдыннан радиоактивті қалдықтар анықтау үшін дозиметриялық тексерістен өтеді, кейін екі таразыдан тұратын автоматтандырылған таразыда өлшенеді. Барлық ҚТҚ тасмалдаған қалдықтар көлемі, салмағы өлшенгеннен кейін, автоматты түрде тіркеліп енгізіледі. Тасымалдағышпен ҚТҚ белбеу тізбекті конвейерде басқа техниканы зақымдамау үшін картон, шыны бөтелкелер, пластиктер, көлемі үлкен қоқыстары алып тасталынады. Алдын ала және негізгі сұрыптау бөлімшелері ультракүлгін шамдармен жабдықталған, бұл қалдықтардың бетінде кездесетін бактериялардан және микроорганизмдерден дезинфекциялау мақсатында. Өртүрлі қайта өңделмейтін қалдықтар автоматты горизонтальды прессте пресстеліп, кейіннен полигонға жіберіледі. Жиналған екінші ретті қайта өңделетін ҚТҚ гидравликалық пресске тасымалданып, салмағы және көлемі бойынша пресстеліп, арнайы қоймаларда сақталады.

Қазіргі уақытта қайта өңделетін екінші ретті қалдықтар ҚТҚ сұрыптау комплексінде қайта өңделмейді. Оған қаржылық мәселелермен ҚТҚ көлемі кедергі. Комплексте ҚТҚ қайта өңдеуге арнайы жер бөлінген.

Осы сияқты Қазақстанда қаншама зауыттар ашылып, қаншасы жауылып жатыр. Сонда да ең басты проблемалардың бірі болып – бөліп жіктеу болып табылады. Негізгі проблема - қалдықтарды шығаруға және кәдеге жаратуға әлі бекітілмеген тарифтер [13]. Негізгі себеп - қоқыс аралас келеді. Пластик, шыны, қағаз және алюминий органикалық қалдықтардан бөліп алу өте қиын. Қазақстан зауыттарында бөліп жіктеу автоматтандырылмаған және халықтан көмек жоқ.

3.2 Қатты қалдықтарды өңдейтін жеке компаниялар

Қазақстанда қатты тұрмыстық қалдықтарды өңдеу мәселесі жеке кәсіпкерлермен шешілуде. 2020 жылы елімізде тұрмыстық қалдықтарды

сұрыптаумен айналысатын 625 (БАҚ мәліметі бойынша) кәсіпорын тіркелген. Олардың жеке бизнеске басым бөлігі – 584 кәсіпорын тиесілі болды. Тағы 37-сі – мемлекеттік кәсіпорындар, 4-еуі – шетелдік кәсіпорындар. Олар 1.5-кестеде келтірілген.

3 кесте – ҚТҚ өндейтін жеке компаниялар

№	ҚР қалдықтарды қайта өңдеуші мекемелер	Мекенжайы	2021 жылы өңделген қалдық саны, тонна
Шыны қаптама қалдығы			
1.	АлматыСтекло ЖШС	Алматы, Қарасай ауданы	20 000
2.	Еврокристалл ЖШС	Шымкент қаласы	12 500
3.	Qazaq Glass Company ЖШС	Алматы, Іле ауданы	20 000
Пластмасса қаптама қалдығы			
4.	Astana Recycling Plant ЖШС	Нұр-Сұлтан қаласы	3 300
5.	Green Technology Industries	Түркістан қаласы	7 000
6.	Радуга ЖШС	Петропавл қаласы	3 200
7.	ГорКомТранс ЖШС	Қарағанды қаласы	3 000
8.	Экокомфорт ЖШС	Қарағанды қаласы	300
9.	Статус-Эверест ЖШС	Түркістан, Кентау қаласы	910
10.	Qazaq Recycling ЖШС	Алматы қаласы	1 200
11.	Попов И.А. ЖК	Павлодар қаласы	800
12.	Дорпласт-инвест ЖШС	Алматы қаласы	900
13.	Green Park Kokshetau ЖШС	Петропавл қаласы	1 680
Картон-қағаз қаптама қалдығы			
14.	Kagazy recycling ЖШС	Алматы қаласы	55 000
15.	NUR KAGAZY ЖШС	Алматы, Талғар ауданы	30 000
16.	ECO Pack Astana ЖШС	Нұр-Сұлтан қаласы	2 160
17.	ЛисБум.KZ ЖШС	Қостанай қаласы	2 000
18.	Бумпром ЖШС	Түркістан қаласы	10 000
19.	Goldman Astana ЖШС	Қызылжар ауданы	3 600
20.	Интер Мульти Сервис ЖШС	Алматы қаласы	26 000
21.	Қызылорда Қағазы ЖШС	Қызылорда қаласы	2312
22.	Завод Гофротара ЖШС	Павлодар қаласы	936
23.	Лайбекова К.Ж. ЖК	Түркістан қаласы	800
24.	ЛисБум.KZ ЖШС	Қостанай қаласы	2 000
25.	Бумажный комбинат ЖШС	Қостанай қаласы	550

4 Қалдықтарды полигондарда сақтау

4.1 ҚТҚ полигондары мен үйінділерінің қоршаған ортаға әсері

Қалдықтарды кәдеге жарату тәсілдерінің арасында тұрмыстық қатты қалдықтар полигондары қазіргі уақытта бірінші орында тұр. Қазақстандағы полигондардың саны 4525-тен асады (Қазақстан Республикасының Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық Агенттігінің деректері бойынша). Олардың 307-сі ғана талаптарға сай, сарапшылардың бағалауы бойынша қатты тұрмыстық қалдықтардың тек 10% - ы ғана қайта өңделеді, ал қалған 90% - ы үйінділерде жиналады. Полигондар ондаған жылдар бойы табиғи ортаға, халыққа үлкен экологиялық және әлеуметтік зиян келтіретін миналарға ұқсайды.

Полигондарға қалдықтар орналастырудың барлық аспектілерін зерттеген әртүрлі авторлардың жұмыстарының нәтижелеріне сай, үлкен аудандардағы топырақтың қатты беткі ластануы ғана емес, сонымен қатар жер асты сулары мен топырақтың 20 м тереңдікке дейін ластануы байқалады [14]. Тұрмыстық қалдықтар полигонына тікелей жақын жерде қысымды артезиан ұңғымалары орналасқан. полигон сүзгілерінің ластануы тексеріледі.

Қалдықтарды көму әдісі қазіргі уақытта әлемдегі ең көп таралған әдістердің бірі. Бұл тәсіл жанбайтын қалдықтар мен өртену кезінде улы заттар шығаратын қалдықтар үшін қолданылады. Қоқыс тастайтын қоқыс жай қоқыс емес. Қазіргі заманауи полигондар жер асты сулары мен атмосфералық ауаның ластануын болдырмайтын жаңа заманғы жүйелермен жабдықталған күрделі инженерлік жүйе болып табылады. Кейбір полигондар қалдықтарды электр мен жылуға ыдырату кезінде газды қайта өңдей алады. Бұл полигондар тек Еуропа елдерінде орналасқан. Қалдықтарды жою әдісінің басты кемшіліктерінің бірі-көптеген тазарту жүйелері болса да, су мен ауа бірдей ластануы. Қалдықтарды көму әдісі басқа өңдеу технологияларына қарағанда арзан болып саналады [15]. полигондар мен қатты тұрмыстық қалдықтар полигондарын биогаздармен және қоршаған ортаға шығатын газдармен жағу нәтижесінде атмосфераның ластануы, биогаз жарылыстарының қаупі, жерді иеліктен шығару, аумақты аумақтағы бөлудің өзгеруі, Жер асты және жер үсті суларының сүзу шығарындыларымен ластануы, іргелес аумақтардың қалдықтары мен механикалық ластануы, зиянды организмдердің көбеюі, санитарлық-гигиеналық жағдайлардың нашарлауы жағдай, аурудың өсуі теріс әсер етеді, техникалық қондырғылардың (қоқыс тасығыштар, бульдозерлер және т.б.) жұмысындағы шуыл, сондай-ақ қатты тұрмыстық қалдықтарды биохимиялық кәдеге жарату кезінде жылу бөлу.

ҚТҚ - ны тікелей кәдеге жарату күрделілігі бір жағынан олардың ерекше көп компоненттілігімен, екінші жағынан оларды қайта өңдеу процесіне жоғары санитарлық талаптармен байланысты. Осыған байланысты жағу әлі күнге дейін

тұрмыстық қалдықтарды бастапқы өңдеудің ең көп таралған тәсілі болып қала береді.

4.2 Қарасай ауданының ҚТҚ полигонының қысқаша сипаттамасы."KAZ Waste Conversion" ЖШС ҚТҚ көму өндірісінің технологиясы

"KAZ Waste Conversion" ЖШС қызметінің негізгісі Алматы қаласынан шығатын қатты тұрмыстық қалдықтарды қабылдау, онда қалдықтарды жеткізу және шығару қатты тұрмыстық қалдықтарды шығаруға жасалған шарттарға сәйкес қаланың қоқыс жыйнайтын кәсіпорындардың мамандандырылған көлік құралдарымен жүргізіледі. Алматы қаласында қаланың тазалығын сақтау және қалдықтардың қоршаған ортаға бақылаусыз шығармау үшін қалдықтарды басқарудың тиімді жүйесі жұмыс істейді. Қазіргі уақытта Алматы қаласының қалдықтарды басқару жүйесі төрт кезеңді. Олар:

- қоқыс шығаратын кәсіпорындардың қалдықтарды жинауы;
- қалдықтарды қоқыс сұрыптау кешеніне тасымалдау;
- қалдықтарды сұрыптау;
- қайта өңдеуге жатпайтын қалдықтарды әріқарай полигонға көму.

Осы аумақта тұратын адамдар саны тұрмыстық қалдықтарды жинау және кәдеге жарату жөніндегі қажетті жұмыс көлемін анықтайтын негізгі фактор, қала аумағынан қоқысты шығару Алматы қаласының әкімдігі бекіткен ҚТҚ шығарудың бас схемасына сай жүргізіледі. Қала аумағынан жиналған қалдықтар қоқыс сұрыптау "Green Recycle" ЖШС кешеніне, одан кейін қайта өңдеуге жатпайтын қалдықтар қатты тұрмыстық қалдықтар полигонына кәдеге жаратылады. ҚТҚ жинау 1989 жылы орындалған жобаға сай V – тәрізді логта жүреді, мұндағы бір картаның ауданы 2400 м² құрайды екен. Қатты тұрмыстық қалдықтар полигонының аймағында екі аумақ бар:

- Шаруашылық-полигонға қызмет көрсететін аймақ. Бұл аумақтың аймағында әкімшілік, тұрмыстық үй-жай орналасқан, онымен қоса жабдықтар сақталған, осы аумақтың негізгі объектілері: негізгі кірме жол, шаруашылық құрылысы, машиналар мен механизмдерге арналған қалқа, таразы бар бақылау-өткізу пункті, сонымен қоса дизель отынына арналған контейнер.

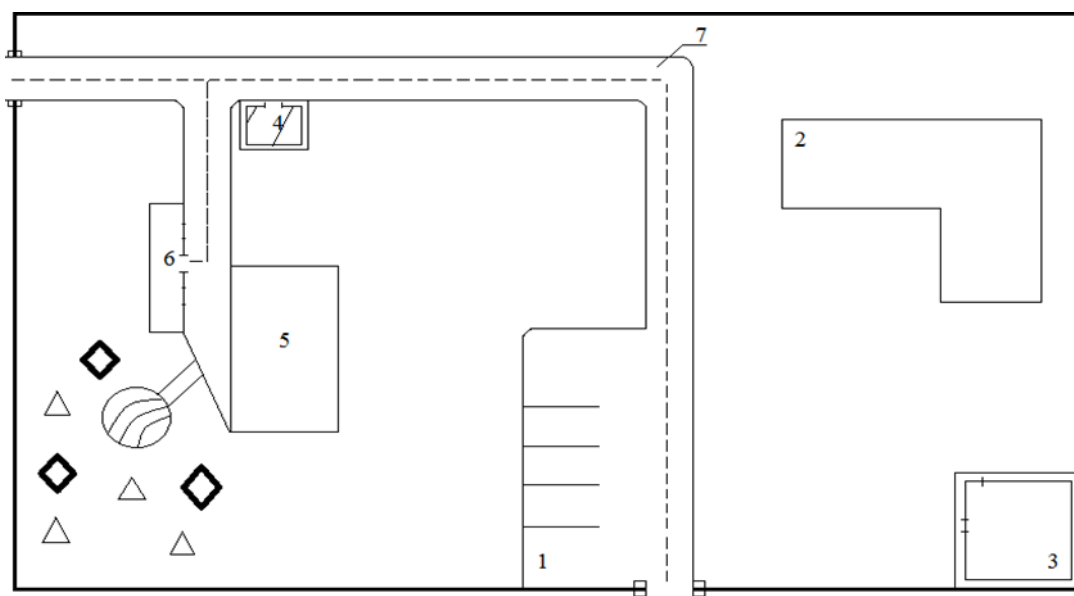
- Өндірістік аймақ-12 жинақтау картасы және биотермиялық шұңқырмен тұратын ҚТҚ жинауға арналған полигон. Бұл аумақтың аймағында: кіру және айналма жолдар, тұрмыстық қалдықтарды сақтауға арналған 12 алаң, 2 бөгет, 2 тоған, жұмыс істемейтін биотермиялық карьер орналасқан.

Қарасай полигоныте хнологиясы келесі жұмыс түрлерін қамтиды: тұрмыстық қалдықтарды қабылдау, бақылау-өткізу пунктін көзбен қарап тексеру, полигонды жинау, қатты қалдықтарды бульдозерлермен тығыздау мен оқшаулау. Тұрмыстық қалдықтарды қабылдау көлемі бос күйінде жүзеге

асырылып, оның полигонға келетін қоқыс тасушылар жұмыс картасында түсіріледі, оның ауданы екі учаскеге бөлінеді: біркуінде қоқыс тасушылар түсіріледі, екінші учаскеде бульдозерлер жұмыс істейді, оларды бұрын түсірілген қалдықтардан босатады.

4.3 Полигонның сыйымдылығын есептеу және схемасы

Жоба талаптарына сай қалдықтарды сақтау үшін керек алаң 20 т/м^2 дейін не болмаса 100 мың кв. т/га дейін жоғары жүктемелі полигон ретінде жүктеледі. Полигонның жобасы жер жоспары негізінде жүргізіледі. Полигонның сыйымдылығы қысқартулар мен технологиялық жоспарлар негізінде тұрмыстық қалдықтардан тұрады. Әкімшілік аймақта 5 сурет полигонның периметрі бойынша орналасады.



1-машиналарға арналған тұрақ; 2-өрт сөндіруге арналған тоған 3 - отын - жағармай материалдары қоймасы ; 4-таرازы; 5-жұмысшыларға арналған вагон; бақылау-өткізу пункті; 6-санитариялық торап; 7-кірме жол

4 сурет - ҚТҚ полигонының әкімшілік-шаруашылық аймағының сызбасы

Полигонның сыйымдылығын есептеу:

Жобалау жылына тұрғын ғимараттар мен өнеркәсіптік емес объектілерді ескере отырып, $T = 49$ полигонын пайдаланудың есептік мерзімі. Қатты тұрмыстық қалдықтардың жылдық үлестік жиналу нормасы $Y_1=4,32 \text{ м}^3/\text{адам.жыл}$. Жобалау жылына қызмет көрсетілетін халықтың саны $H_1=1\,977\,011(2021\text{ж.}) \text{ адам}$, Сәулет-жоспарлау басқармасымен алдын ала келісілген қатты тұрмыстық қалдықтарды жинау биіктігі, $H_n=40 \text{ м}$. Қатты тұрмыстық қалдықтар полигонының жобалық сыйымдылығын есептеу.

Есептік мерзімге E_T полигонының сыйымдылығы (1) формула бойынша анықталады [11]:

$$E_T = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \times \frac{H_1 + H_2}{2} \times T \times \frac{K_2}{K_1} = (H_1 + H_2) \times T \times K_2 \div 4K_1 \quad (1)$$

мұндағы Y_1 және Y_2 - қатты тұрмыстық қалдықтардың көлемі бойынша пайдаланудың 1-ші және соңғы жылдарына жинақталуының үлестік жылдық нормалары, m^3 / адам. жыл;

H_1 және H_2 -пайдаланудың 1-ші және соңғы жылдарына полигон қызмет көрсететін халықтың саны, адам;

T - пайдаланудың есептік мерзімі;

K_1 - полигонды пайдалану процесінде тұрмыстық қатты қалдықтардың барлық мерзімге нығыздалуын ескеретін коэффициент ;

K_2 - топырақтың сыртқы оқшаулағыш қабаттарының көлемін ескеретін коэффициент (аралық және түпкілікті).

Қатты тұрмыстық қалдықтардың көлемі бойынша пайдаланудың соңғы жылдарына жинақталуының үлестік жылдық нормалары (2), m^3 / адам. Жыл

$$Y_2 = Y_1 \times (1.03)^{T-1} \quad (2)$$

$$Y_2 = 4.32 \times (1.03)^{19} * 20 = 7.58 \left(\frac{m^3}{\text{адам.жыл}} \right)$$

Полигонды пайдалану процесінде тұрмыстық қатты қалдықтардың тығыздалуын ескеретін K_1 коэффициенті T , тығыздауға арналған салмағы 14т Бульдозерді қолдануды ескере отырып $K_1=4$. Жалпы биіктікке байланысты топырақтың оқшаулағыш қабаттарының көлемін ескеретін K_2 коэффициенті $K_2 = 1,2$.

Бірінші жылы полигонда қызмет көрсетілетін халықтың саны бастапқы деректер бойынша 1 977 011 (2021ж) адамды құрайды. Полигонды пайдаланудың соңғы жылында халықтың саны халықтың жыл сайынғы 2% - ға өсуін ескере отырып алынады (3):

$$H_2 = H \times (1.02)^{T-1} \quad (3)$$

$$H_2 = 1977011 \times (1.02)^{19} = 2880130 \text{ адам}$$

E_T полигонының жобаланған сыйымдылығы:

$$E_T = \frac{(4.32 + 7.58) \times (1977011 + 2880130) \times 20 \times 1.2}{4 \times 4.5} = 31368620.2(m^3)$$

Нәтижесінде E_T полигонының жобалық сыйымдылығы $31368620.2m^3$ тең болды.

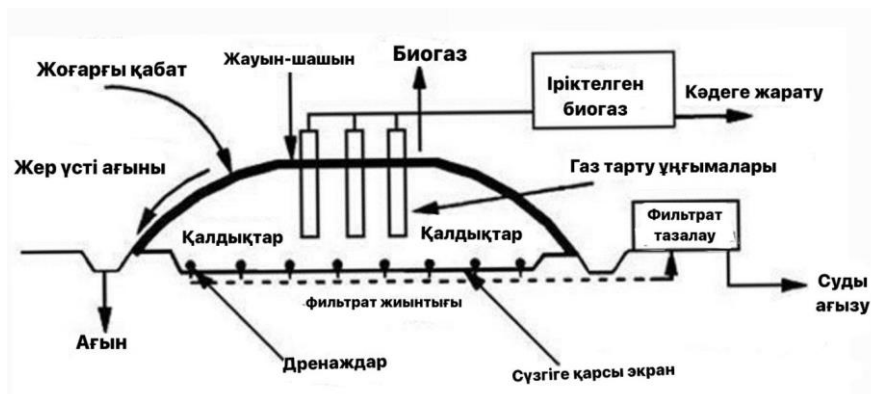
4.4 Қолданыстағы полигондардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту бойынша ұсыныстар

Елімізде қоқыс төгілетін жерлердің көпшілігі кеңес жылдарында жасалған, одан кейін қалалар мен аудандардың өсуіне орай қоқыс төгетін жерлер тез көбейді. Содан кейін ешқашан топырақ жамылғысы өздігінен қалпына келмейді, себебі қалдықтардың қалыңдығында өздігінен өртенуі тым жиі кездеседі, ол үлкен ауқымды өрттердің пайда болу қаупін туғызады.

Берлин-Еуропадағы ең ірі қалалардың бірі. 1982 жылға дейін мұнда 30-дан астам қалдық полигоны болған. Мысалы, Батыс Берлин аймағында 1952 жылы Любарс полигоны құрылған, бірақ кейін 1982 жылы полигонды қалпына келтіріп, мәдениет саябағына айналдыру туралы шешім қабылданады. Бұл жоба бастапқы уақытта сәтсіз болған. Кейін жүйе бірнеше рет қайта құрылды, жетілдірілді, қайталанып соңында сынақ пен қателік арқылы 5 миллион тонна қоқысқа жасыл бақ гүлденді. Полигонның екінші өмірінің тағы бір мысалы- Мариенфельд полигоны. Мұнда жануарлар жасанды экологиялық су қоймаларында өмір сүреді және спортшыларды марафонға дайындаудың сүйікті орны болып табылады, өйткені саябақтың аумағы кең. Бұл қатты тұрмыстық қалдықтар полигондарының басты ерекшелігі жақында әлемде кеңінен таралған қалдық газдарды жинау жүйесі болып табылады. Ол үшін полигонның денесінен газ жинайтын және кейіннен жағу үшін полигон аумағынан газ шығаратын арнайы құдықтар орнатылды. Тиімділік көрсеткіштері мынадай: 26 миллион текше метр полигонды жағу кезінде 3 МВт электр энергиясы өндірілді, бұл станцияның өзін электрондық камтамасыз ету үшін, су тазарту станциясы үшін және полигон айданындағы тұрғын үйлер үшін жеткілікті болды.

Ресей 30 жыл бұрын Еуропада өткен тұрмыстық қатты қалдықтардың ескі полигондарын қалпына келтіру жолын енді бастады. Мәскеу маңындағы Кучин полигоны еуропалық стандарттар бойынша өте үлкен-40 миллион тонна қоқыс. Кучинді қалпына келтіруді ЕСОСОМ компаниясына тапсырылды. Полигонды қалпына келтіру процесін 3 негізгі бөлікке бөлуге болады :

1. Топырақтың құлауы мен шөгуін жою үшін рельефті тегістеу және беткейлерді террассалау.
2. Полигонды өткізбейтін материалдар қабатымен жабу, қоқыс газын жинау және кәдеге жарату жүйесін орнату арқылы газсыздандыру нәтижесінде алынған электр энергиясын пайдалану (6-сурет).
3. Полигонның ылғалдылығын жою үшін сүзінді жинау, өйткені полигон денесінде пайда болған ылғал төмен түсіп, топырақты ластайды. Ол үшін полигонның айналасында арнайы дренаждар жүйесін орнатады.



6 сурет – ҚТҚ полигонын газсыздандыру нәтижесінде алынған электр энергиясын пайдалану схемасы

Қазіргі уақытта полигон тұрмыстық қалдықты кәдеге жарату және таза қалалық ортаны қолдау үшін кеңінен танылған шешім. Егер тұрмыстық қалдықтар оттегі болмаған кезде, жоғары температура мен ылғалдылықта сақталса, органикалық қалдықтардың анаэробты биодеградациясы жүреді екен. Бұл технологияның бір өнімі-метаннан (50-65%), көмірқышқыл газынан (35-50%) және азот, күкіртсутек және ұшпа органикалық қосылыстар сияқты ұсақ қоспалардан тұратын биогаз. Қалдық газы-бұл полигон жабылғаннан кейін 10-30 жылдан кейін де шығаа беретін улы газ.

Зерттеу барысында, қалдық газы қоршаған ортаға және адам денсаулығына қауіп келтіреді, ол жиналмаса және дұрыс өңделмесе. Меркаптан қоспаларынан туындаған биогазының иісі жақын жерде тұратын тұрғындардың денсаулығына кері әсерін тигізеді. Бұл улы газдардың пайда болуы ұзақ уақытқа созылған мәселені тудырады сонымен қоса оларды жұмсарту және кәдеге жарату күрделі және қымбат. Туындаған газдардан шығатын экологиялық қауіптер мен денсаулыққа қатер төндірмеуге тиісті жинау және тазарту жүйелерін жасау керек. Талдау нәтижелері бойынша ЕСОСОМ компаниясы заманауи экологиялық талаптарға жауап беретін қалдық газын жинау, тазарту және энергияға айналдыру жүйелерін жобалауға мамандандырылды.

Қалдық газын жинау, тазарту және энергияға айналдыру жүйелерінің негізгі мақсаты:

- жақын елді мекендерге ҚТҚ полигонының жағымсыз әсерін азайту және иістерді жою,
- парниктік газдар шығарындыларын азайту арқылы әлемдік деңгейде теріс әсерді болдырмау,
- ҚТҚ полигоны аумағында өрт және жарылыс қаупін болдырмау,
- қалдықтар полигоны қызметкерлерінің сақтық шараларын арттыру, жаңартылатын энергия көздерін қолдану.

Бүгінгі заманауи қалдықтар полигоны бұл орталықтандырылған жинауға, залалсыздандыруға және көмуге, қоршаған ортаға зиянды әсердің түсуін болдырмауға, атмосфераның, топырақтың, жер үсті және жер асты суларының ластануы, кеміргіш, жәндіктер мен ауру тудыратын микроағзалардың тарауына

бағыт бермеуге арналған табиғатты қорғау кешені. Замануи ҚТҚ полигонының негізгі элементі сүзуге қарсы экрандар болып табылады. Сүзуге қарсы экрандар полигон негізінің қорғаныш экрандары пайдаланылған материалдың түріне сәйкес оларды былай бөлуге болады:

- табиғи саздан жасалған экрандар;
- синтетикалық жасанды материалдардан жасалған экрандар.

Қол жетімді минералды тығыздалған саз экрандар бір қабатты және композиттік жүйелерде қолданылады. Екі компонентті экранның төменгі қабаты бола отырып, саз оның үстінде орналасқан геомембранаға қорғаныс жастықшасын жасайды және ол бұзылған жағдайда қауіпсіздік функцияларын орындайды. Саз материалынан жасалған экран шығарылған фильтраттың әсерінен беріктігі мен өткізгіштігін жоғалтпауы керек. Өткізгіштігін төмендету үшін сазға бентонит қосуға болады. Минералды сүзгіге қарсы экран әдетте қалыңдығы 0,5 м-ден 1,0 м-ге дейін тығыздалған саз қабатынан жасалады.

Синтетикалық (геомембраналық) сүзгіге қарсы экрандар полимерлі материалынан жасалған. Синтетикалық экрандар (геомембраналар) өз кезегінде жоғары тығыздықты полиэтилен (HDPE) немесе төмен тығыздықты полиэтилен (LDPE) және бентонит төсеніштері түрінде геосинтетикалық саз пленкалары негізінде полимерлі материалдардан жасалуы мүмкін. Геотекстиль 100% синтетикалық талшықтан жасалған, бұл оның беріктігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Геомембраналық экранды қолданудың әртүрлі әдістері бар. Мысалы, оны полигонның түбіндегі бір қабатты экран ретінде немесе минералды экранның үстіне орналастырылған композициялық экранның элементі ретінде пайдалануға болады. Геомембрананы таңдағанда сүзгіге химиялық төзімділігін, қажетті физикалық параметрлерін (қалыңдығы, икемділігі, беріктігі және үзілу кезіндегі созылу дәрежесі), ұзақ мерзімді тұрақтылығы мен тесуге төзімділігіне, биологиялық әсерлерге төзімділік (бактериялар, саңырауқұлақтар, кеміргіштер) қасиеттерге назар аудару керек. Сондай-ақ, бұл материал органикалық ортаға, қышқылдар мен сілтілерге инертті, бұл негізгі талап болып табылады, өйткені полигонның рН әрдайым біркелкі емес, ол созылып, жыртылмайды, гидрооқшаулағыш қызметін атқарады.

Полигонды рекультивациялау беткейлік соңғы жабын, адам денсаулығы мен қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз етеді. Полигон денесіне түскен атмосфералық жауын-шашын ағынынның енуінен сақтайды. Газ түзілу процесін жақсартады, қоқыс газын жинау мүмкіндігін жақсартады. Иістерін сыртқа шығармай, жұқпалы аурулардың тасымалдаушыларын бақылауды қамтамасыз етеді. Рекультивациялау кезінде қалдықтар қабатын нығыздап, үстінен тегістеуші (сазды, топырақ) қабаты құйылады. Кейінен Геомембраналық гидрооқшаулаушы қабат оның үстінен дренажды геокомпозит, тағы қайталанған табиғи сазды қабат кейін топырақтың құнарлы қабаты жабылады. Мұнда маңызды фактор - геосинтетика мен қоқысқа жетпеу үшін тамырлары терең өспейтін, жерді құнарландыратын көп жылдық бұталар,

ағаштар мен шөптер таңдалып отырғызылады. ҚТҚ полигондарында күрделі құрылыстарды, тұрғын үй немесе өнеркәсіптік құрылыстарды салуға тыйым салынады, демалыс аймақтарын, ландшафтық парктерді, спорт объектілерін, іргетасты қажет етпейтін құрылысты жасауға болады. Қазақстандық және ресейлік ҚТҚ полигондарының еуропалық полигондардан басты айырмашылықтарының бірі органикалық қалдықтардың үлесі болып табылады. Қазақстанда қоқыс үйінділеріндегі барлық қоқыс көлемінің 50% - дан астамы бар. Органикалық заттар жағымсыз иістердің себебі болып табылады, бірақ ол қоқыс газын өндірудің көзі болып табылады. Полигонда тамақ қалдықтары неғұрлым көп болса, одан соғұрлым көп газ алуға болады. Полигондарды газсыздандырудың негізгі кезеңдері:

1-ші кезең: газды бір құбырға жинау, жағу үшін арнайы алауға жіберу.

2-кезең: электр генераторын орнату және арнайы электр беру желілерін салу арқылы газды жағуды тиімді және мақсатты пайдалану.

4.5 Полигонда пайда болатын биогаздың көлемінің есептемесі

Полигондарды газсыздандыру жүйесі бірінші объектінің қоршаған ортаға кері әсерін басуға сондай ақ жақын жердегі тұрғын үйлердің тұрғындары үшін қауіпсіз жағдайлар жасауға бағытталады.

Полигон денесінде қалдық газының жиналуы көптеген әсерлерге қарай, олар туралы қатты тұрмыстық қалдықтарды жерлеуге арналған полигон туралы бәрі бірдей білмейді және нақты анықталған деректерді беру мүмкін болмайды, мысалы:

- қалдық газының ыдырауы кезінде пайда болатын қатты тұрмыстық қалдықтардағы биогендік құрамның жылдық көлемдегі құрамы;
- органикалық қалдықтардың пайыздық үлесі;
- қалдықтардың анаэробты жартылай шығарылуы;
- су балансы;
- қажетсіз ылғалдылығы.

Микроқосылыстар болып полигон газының құрамына ондаған түрлі түрлі органикалық қосылыстар кіреді, олардың жалпы құрылысы негізі пайыздық құрамнан аспайды және түгелдей алғанда қатты қалдықтардың морфологиялық құрылысына байланысты келеді.

Бұл полигонда морфологиялық құрамға мониторинг жүргізілген жоқ, сол себепті көмілген қалдықтардың құрамы белгісіз, сол себепі орташа морфологиялық құрам қолданылады.

Климаттық жағдайлар:

- $T_{орт.} = 15.00^{\circ}\text{C}$ - орташа айлық ауа температурасы (орташа айлық температурасы 0°C -тан жоғары айлар ескеріледі).

- $T'_{\text{жылы.}} = 153$ - орташа айлық температурасы 8°C -тан жоғары (жылы кезең) айлардағы күндер саны.
- $T'_{\text{ара.}} = 91$ -орташа айлық температурасы 0°C жоғары және 8°C аспайтын айлардағы күндер саны (өтпелі кезең).
- $T_{\text{жылы.}} = 244$ - орташа айлық температурасы 0°C -тан жоғары айлардағы күндер саны (Өтпелі және жылы кезең).
- $a=5$ -орташа айлық температурасы 8°C -тан жоғары айлар саны (жылы кезең).
- $b=3$ -орташа айлық температурасы 0°C жоғары және 8°C аспайтын айлар саны (өтпелі кезең).

4 кесте - Есептеулер нәтижесі

Код	Атауы	Макс. Шығарынды (M_i , г/с)	Жалпы шығарынды (G_i , т/жыл)
0301	Азот диоксиді	0,0029722	0,057081
0303	Аммиак	0,9023882	17,330018
0304	Азот оксиді	0,0004830	0,009276
0330	Күкірт диоксиді	0,0032445	0,062310
0333	Күкіртті сутек	0,0045337	0,087067
0337	Көміртек оксиді	2,2839981	43,863306
0380	Көміртек диоксиді	671,5194937	128962,273599
0410	Метан	248,6948564	4776,089066
0602	Бензол	0,0052869	0,101532
0616	Диметилбензол (ксилол)	0,0011588	0,022254
0621	Метилбензол (толуол)	0,0119498	0,229491
0627	Этилбензол	0,0002318	0,004451
1071	Фенол	0,0086183	0,165511

Азот оксидтерінің өзгеру коэффициенттері: $K_{\text{nox}}=0.13$; $K_{\text{no2}}=0.8$

Есептеу формулалары, бастапқы деректер

Қалдықтар сынамаларын талдау нәтижелері:

- 1) $R=19,5\%$ - органикалық құраушының құрамы
- 2) $Ж=2,0\%$ - май тәрізді заттардың мөлшері.
- 3) $У=87,0\%$ - органикалық көмірсу тәрізді заттардың мөлшері.
- 4) $В=11,0\%$ - ақуыз заттардың мөлшері.
- 5) $W=28,6\%$ - қалдықтардың орташа ылғалдылығы.
- 6) $T_{\text{экс.}}=49$ жыл - полигонның жұмыс істеу мерзімі.
- 7) $M=1,2$ млн т/жыл - әкелінетін қалдықтардың массасы.

Белсенді бөлінуі кезеңіндегі қоқыс газының үлестік шығымы (4):

$$Q_w = 10^{-6} \cdot R \cdot (100 - W) \cdot (0.92 \cdot Ж + 0.62 \cdot У + 0.34 \cdot В) \quad (4)$$

$$Q_w = 10^{-6} \cdot 19,5 \cdot (100 - 28,6) \cdot (0,92 \cdot 2,0 + 0,62 \cdot 87,0 + 0,34 \cdot 11,0) = 0,082870 \text{ кг/кг}$$

Қоқыс газының белсенді бөліну кезеңі (5):

$$t_{\text{бөл.}} = 10248 / (T_{\text{жылы}} \cdot t_{\text{орт.жылы}}^{0.301966}) = 10248 / (244 \cdot 15,00^{0.301966}) = 20 \text{ жыл} \quad (5)$$

Бір тоннаға жатқызылған қоқыс газының бір жылдағы сандық шығысы көмілген қалдықтар (6):

$$P_{\text{көм.}} = 103 \cdot Q_w / t_{\text{бөл.}} = 103 \cdot 0,082870 / 20 = 4,1435 \text{ кг/т қалдық.} \quad (6)$$

Полигонның жұмыс істеу мерзімі ұзақ немесе кезеңге тең қалдықтардың органикалық бөлігін толық ашыту (7) (тұрақты белсенділер саны қоқыс газын шығаратын қалдықтар), демек:

$$\Sigma D = (t_{\text{бөл.}} - 2) \cdot M = (20 - 2) \cdot 163679 = 2946222 \text{ т} \quad (7)$$

Жиынтық максималды - бір реттік қоқыс газының барлық компоненттерін шығару (8).

$$M_{\text{жиын.}} = P_{\text{көм.}} \cdot \Sigma D / (86,4 \cdot T'_{\text{жылы}}) = 4,1435 \cdot 2946222 / (86,4 \cdot 153) = 923,4769180 \text{ г/с} \quad (8)$$

Қоқыс газының барлық компоненттерінің жалпы шығарындылары (9).

$$G_{\text{жиын.}} = M_{\text{жиын.}} \cdot 1010^{-6} \cdot (a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / 12 = b \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / (12 \cdot 1,3)) = 923,4769180 \cdot 1010^{-6} \cdot (5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / 12 + 3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / (12 \cdot 1,3)) = 17735,019027 \text{ т/жыл} \quad (9)$$

Алынған мәліметтер бойынша Қарасай ауданының ҚТҚ полигонында 2661,72 м³ / сағ қоқыс газы құрылады.

Шығатын түзілетін газдың көлемі, негізінде, шамамен алғанда есептеулердің негізінде анықталып сонымен бірге полигонда газды айдауға сынақ нәтижелерімен салыстыруы қажет. Полигонға әкелініп тасымалданатын бірнеше арналы газ анализаторымен метан, көмірқышқыл газы, оттегі, күкіртсутегі және көміртегі тотығының құрамын тез талдауды қамтитын газ-химиялық зерттеулер жүреді. Онымен қоса, инженерлік газ-химиялық ұңғымалардың көмірқышқыл газының, азоттың, қос тотықтың, күкіртсутектің, аммиактың, күкіртті ангидридтің, ксилолдың, толуолдың және т.б. құрамын зертханалық зерттеу үшін биогаз сынамаалары алынады.

Түзілетін газ құрамында метан, көмірқышқыл газы, ұшпа металл емес органикалық қосылыстар, сонымен бірге өте аз мөлшерде азот оксиді, көміртегі тотығы және басқада компоненттер бар. Қалдық газының негізгі компоненттері метан және көмірқышқыл газы, олардың орташа концентрацияда 50-75% және 25- 50% құрайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Еліміздегі ең күрделі мәселелердің бірі тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату мәселесі күрделеніп, қалдықтардың жыл сайын жиналуына сай ауқымды жер аймақтары алынып тасталуда. Қазақстан Республикасындағы барлық экологиялық заңдылық 2021 жылы 2 қаңтарда өзгертілумен қабылданған Экологиялық кодекске негізделеді.

Алматы қаласынан тұрмыстық қалдықтарды шығару әкімдік бекіткен бас схемаға сай жүргізіледі. Тұрмыстық қалдықтар нақты артықшылық кемшіліктеріне қарай, шығу көзіне, морфологиялық құрамына, қоршаған ортаға әсері бойынша және қайта өңделу деңгейіне қарай жіктелінеді. ҚТҚ морфологиялық құрауыштарына тамақ қалдықтары, сүйектер, қағаз, картон, ағаш, пластмасса, текстиль, резеңке, түсті және қара металдар, шыны жатады. Бұл құрам әртүрлі фактілерге сәйкес өзгеріп отырады, көктемде тамақ қалдықтар 20% - дан 40%-ға ұлғаюымен сипатталады.

ҚТҚ кәдеге жарату және қайта өңдеу әдістерінің ең кең тарағаны қалдықтарды өртеу. Бұл әдістің негізгі мақсаты- көлемі мен массасын азайту, энергия ресурстарын өндіру болып табылады. Қалдықтарды қайта өңдеу ең тиімді болғанымен қалдықтардың аралас келуінен, бөліп жіктеудің жоқтығынан елімізде бұл әдіс соңғы орында, ал қалдықтарды полигондарда сақтау алдыңғы орындар тұр. Алматы қаласынан шығарылатын қалдықтар Қарасай ауданының ҚТҚ полигонына жеткізіледі. Полигон қызметінің қоршаған ортаның жай-күйіне түсіну үшін полигон сыйымдылығына есептеу жүргізілді, жүргізілген есептеуге сүйене отырып, Қарасай ауданының ҚТҚ полигоны жоғары жүктеме болып табылады.

Қолданыстағы полигондардың теріс әсерін азайту үшін заманауи полигон жүйесі ұсынылды. Ол полигондарды өткізбейтін материалдар қабатымен жабу, қоқыс газын жинап кәдеге жарату, газсыздандыру нәтижесінде электр энергиясын пайдаланумен сипатталады. Қарасай полигонында мүмкін пайда болатын биогазға есептеме жүргізілді. Есептеу нәтижесінде полигонда 2661,72 м³ / сағ қоқыс газы құрылды. Қазіргі заманғы полигон жүйесін қолдану арқылы қалдықтардан баламы энергия көздерін пайдалануға болады.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Васильева Е.А. Технология обращения с твердыми коммунальными отходами: оқу құралы/ Е.А. Васильева, А. В. Левин.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. - 61 б.
- 2 Құжатқа сілтеме - <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K2100000400>
- 3 Құжатқа сілтеме - <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1300000750>
- 4 Құжатқа сілтеме - adilet.zan.kz/rus/docs/V070004775_
- 5 Құжатқа сілтеме - http://adilet.zan.kz/rus/docs/V070004897_
- 6 Құжатқа сілтеме - <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1400010030>
- 7 Құжатқа сілтеме - <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014285>
- 8 Рециклинг и утилизация тары и упаковки : оқу құралы / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. К. Скуратов, М. В. Соколов, О. В. Ефремов, В. Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2010. – 112 б.
- 9 Игнатъева Л. П. Гигиенические аспекты обращения с бытовыми отходами (сбор, транспортировка, обезвреживание): оқу құралы / Л. П. Игнатъева, М. О. Потапова. – Иркутск: ИГМУ, 2016. – 72 б.
- 10 Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов : оқу құралы / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. К. Скуратов, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2010. –100 б.
- 11 П 791 Проектирование полигонов твердых бытовых отходов / О.П. Дружакина. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2016. – 28 б.
- 12 Уланова О. В., Салхофер С. П., Вюнш К. Комплексное устойчивое управление отходами. Жилищно-коммунальное хозяйство: оқу құралы. – М.: Издательский дом, 2017.
- 13 «Разработка оптимальных режимов эксплуатации запасов биогаза полигона «Кучино» тақырыбында есептеме. – М.: кооператив «Геополис», 1991.
- 14 Мирный А.Н. Современные методы обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов // Жил. и коммун. хоз-во. 1994. №3. 24- 26 б.
- 15 2019 жылғы Қазақстан Республикасындағы коммуналдық қалдықтармен жұмыс істеу туралы бюллетені// <https://www.stat.gov.kz/api/getFile/?docId=ESTAT355867>
- 16 Вторая жизнь пластика в Казахстане - как повысить долю его переработки// https://baigenews.kz/news/vtoraya_zhizn_plastika_v_kazakhstane_-_kak_povysit_dolyu_ego_pererabotki/