

А.Т. Мейрбеков, Ж. Гаппаров

техн.ғ.к., доцент, А.Ясауи атындағы ХҚТУ, Түркістан, Қазақстан

магистрант, А.Ясауи атындағы ХҚТУ, Түркістан, Қазақстан

ТҰРМЫСТЫҚ ПЛАСТИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ЕКІНШІ РЕТТІ ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ ОТЫН АЛУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Түйін

Бұл мақалада екінші ретті қалдықтарды энергияға айналдыру технологиялары мен қалдықтарды жоюдың өзекті мәселелері, сонымен бірге басқа да бірқатар экологиялық мәселелерді шешудің тартымды әдістері ұсынылған: электр энергиясының жетіспеушілігі, полигондардың шектеулі кеңістігі және парниктік газдардың шығарындылары. Зерттеу жүргізу барысында анықталған жайттар бойынша қарқынды қайта өңдеу жағдайында да материалдық немесе нарықтық құны жоқ және кейбір жағдайларда қауіпті деп жіктелген қалдықтар әрқашан қалатыны анықталды. Белгілі бір калориялық құндылығы бар қалдықтарды қазбалы отынның орнына энергия алу үшін пайдалануға тиімдірек болатыны айқын болды. Екінші реттік өңделетін пластиктің үштен бір бөлігі төсеніштерге, синтетикалық жіптерге, киімге талшық жасау үшін қолданылатыны белгілі. Барлық қайталама пластик қалдықтары еуропалық ПЭТ-тің шамамен 70% - ы полиэстер талшықтарын өндіру үшін қолданылады. Зерттеу барысында полиолефинді пластмасса қалдықтарының гетерогенді катализаторды қолданып, сұйық отын мен парафин секілді құнды химиялық заттардың жаңа төмен температуралы каталитикалық конверсиясы келтірілген.

Кілттік сөздер: пластик, қалдықтар, өңдеу, полиэстер, пиролиз, экология, катализатор, энергия.

Кіріспе. Тұрмыстық пластикалық қалдықтарды басқару жүйесін жаңарту мақсатында қоршаған ортаны қорғаушылар мен ғалымдар өз зерттеулерінде қалдықтарды энергияға қайта өңдеу технологиясына көп көңіл бөлуде. Қалдықтарды энергияға айналдыру технологиялары қалдықтарды жоюдың өзекті мәселелерін ғана емес, сонымен бірге басқа да бірқатар мәселелерді шешудің тартымды нұсқасы ретінде ұсынылуда: электр энергиясының жетіспеушілігі, полигондардың шектеулі кеңістігі және парниктік газдардың шығарындылары.

Қалдықтарды энергияға айналдырудың әртүрлі технологиялары қалдықсыз экономикада әртүрлі рөл атқарады. Қарқынды қайта өңдеу жағдайында да материалдық немесе нарықтық құны жоқ және кейбір жағдайларда қауіпті деп жіктелген қалдықтар әрқашан қалады. Белгілі бір калориялық құндылығы бар қалдық қалдықтарды қазбалы отынның орнына энергия алу үшін пайдалануға болады. Қоршаған ортаға шығарындылар стандарттарына сәйкес келетін жану немесе бірлесіп өңдеу сияқты термиялық өңдеу сонымен қатар улы органикалық заттарды жоюда және оларды материалдардың жабық ағынын алып тастауда маңызды рөл атқаруы мүмкін [1-5].

Шын мәнінде, тұрмыстық пластикалық қалдықтардан алынатын энергия қаланың электр энергиясына деген жалпы қажеттілігінің аз ғана бөлігін (~ 5%) жабуға қабілетті. Пластик қалдықтарды екінші ретті өңдеу Еуропадағы ең тиімді қолдану болып табылады, бірақ дамушы елдерде іс жүзінде қолданылмайды.

Гринпис мәліметтері бойынша, пластикалық қалдықтарды қайта өңдеу планетаға полимерлердің бастапқы өндірісіне қарағанда үш есе аз зиян келтіреді. Дамыған елдерде қалдықтарды, атап айтқанда полимерлік қалдықтарды қайта өңдеу мемлекет пен жеке компаниялар айналысатын бизнес нысандарының біріне айналды [6-8].

Зерттеу әдістері. Пластикті қайта өңдеу-пластикалық қалдықтарды қайталама шикізатқа, энергияға немесе белгілі бір тұтынушылық қасиеттері бар өнімдерге айналдыру процесі. Пластмассаның табиғи ыдырау кезеңі бірнеше жүз жылға жетеді, сондықтан

қалдықтарды қайта өңдеу қоршаған ортаға зиянды заттарды азайтуға бағытталған жаһандық әрекеттің бөлігі болып табылады. Жалпы, өңдеудің үш негізгі әдісі бар: механикалық, химиялық және термиялық (жылулық). Механикалық қайта өңдеу-бұл ең көп таралған әдіс, оны қолданған кезде жаңа пластикалық материалдың пайда болуы негізделеді. Химиялық әдіс пластикалық қалдықтарды компоненттерге бөлуге мүмкіндік береді. Кейіннен олар жаңа материалдар жасау үшін араластырылып, өңделеді. Термиялық әдіспен материал температуралық өңдеуден өтеді, нәтижесінде энергия өндіріледі. 1 кг қалдықтардан (полиэтилентерефталат ПЭТФ, полипропилен ПП, жоғары қысымды полиэтилен ПВД, төмен қысымды полиэтилен ПНД) 0.8 кг қайталама шикізат алынады.

Пиролиз, бұл пластикті өңдеудің ең тиімді, бірақ қымбат әдістерінің бірі. Пиролиз әдісін қолданған кезде қалдықтар жоғары температураның әсерінен арнайы жабдықталған камераларда оттегіге қол жеткізбей өңделеді. Химиялық процесс нәтижесінде газ, жылу энергиясы және мазут түзіледі. Пластикалық қалдықтарды пиролиз арқылы бөлу кезінде бензин фракциясы алынады, ол шикізат массасының 80% жетуі мүмкін. Процесс оттегі болмаған кезде әртүрлі температурада (300-900° С) пластикалық қалдықтардың термиялық ыдырауын білдіреді, нәтижесінде жылу ыдырауы және пластиктегі сутегі бөлшектері шығарылады. Бірқатар көмірсутектер түзіледі, оларды отын заттарының негізі ретінде пайдалануға болады. Пластикалық қалдықтардың пиролиз процесін жақсарту, тиімділікті арттыру, белгілі бір реакцияны бағыттау және температура мен процестің уақытын азайту үшін катализаторлардың әртүрлі түрлері қолданылады. Бұл әдіс Батыс Еуропада кеңінен таралған, бірақ оны тек ыстыққа төзімді толтырғыштары бар пластиктерге қолдануға болады. Басқа материалдар жағдайында процестің технологиялық параметрлерін мұқият таңдау қажет. Пиролиз пластиктің құрамына кіретін зиянды күрделі заттардың 99% - ын бұзады, бұл оны қалдықтарды өңдеудің ең экологиялық таза нұсқаларының біріне айналдырады, бірақ көп энергияны қажет етеді. Шығарылған газдарды қымбат тазарту қажет [9-15].

Термиялық деполимеризация-эксперименттік физика-химиялық әдістердің бірі. Ол судың көмегімен пиролиз процесіне негізделген. Термиялық деполимеризация нәтижесінде синтетикалық отын жасауға жарамды көмірсутектер қоспасы да, жаңа пластикалық материалдар да алынады. Деполимеризация процесінде ПЭТ бөтелкелері сияқты монопластика қайтадан мономерлерге бөлінеді, оларды жаңа ПЭТ материалдарына қайта өңдеуге болады. Термиялық деполимеризация пластиктің аралас түрлерін өңдеуге мүмкіндік береді, бірақ қауіпті жанама өнімдер жасайды.

Зерттеу нәтижелері. Екінші реттік пластиктің үштен бір бөлігі кілемге, синтетикалық жіптерге, киімге талшық жасау үшін қолданылады. Қалған бағыттарға парақ, пленка, таңғыш таспасы, автомобиль төсеніштері жатады. Барлық қайталама еуропалық ПЭТ-тің шамамен 70% - ы полиэстер талшықтарын өндіру үшін қолданылады. Үлкен мөлшердегі талшықтар спорттық киімдерді, ұйықтайтын сөмкелерді, жұмсақ ойыншықтарға арналған толтырғыш ретінде қолданылады.

Екінші ретті пластик қалдықтары кіші диаметрлі талшықтарды жасау үшін де қолданылады. Олардан тоқылған жейделер, жемпірлер мен шарфтар үшін қолданылатын жасанды жүн алынады. Мұндай маталарда 100% - ға дейін қайталама материал болуы мүмкін. Мысалы, жылы жүннен жасалған жемпір жасау үшін орташа есеппен 25 қайта өңделген ПЭТ бөтелкесі қажет [16-18].

Парақ пен таспа-екінші пластиктен жасалған "классикалық" өнімдер. Парақ қайталама пластиктің жалпы көлемінің шамамен 9% - ын құрайтын пластикалық қораптарды (жемістер мен жұмыртқалар үшін) жасау үшін жасалады. Екінші реттік пластиктің басқа қосымшаларына дәретхана мен тұтыну тауарлары, қылшықтар мен қадалар кіреді, олар өз кезегінде тұрмыстық щеткалар, сыпырғыштар, щеткалар жасау үшін қолданылады (қарапайым және жол жинау техникасы үшін). Тұрмыстық щеткалар, щеткалар, сыпырғыштар жасау үшін электродтарға келетін болсақ, мұнда пластикалық қалдықтар да қолданылады. Бұл "қайта өңдеу циклын жабады" деп саналады, өйткені ол қаптаманы жаңа қаптамаға қайта өңдеуге мүмкіндік береді. Барлық қайта өңделген қаптамалар қайта өңдеу

үшін қолжетімді болып қалады. Екінші пластиктен жасалған бандаж таспасы негізінен өнеркәсіптік мақсаттарға арналған. Ол полипропилен мен болаттан жасалған ленталармен сәтті бәсекелесе алады. Екінші пластиктен алынған талшықты материалды жанармай құю станциясының тазарту қондырғыларында сорбент ретінде, жылытқыш немесе толтырғыш ретінде пайдалануға болады.

Зерттеу барысында полиолефинді пластмасса қалдықтарының гетерогенді катализаторды қолданып, сұйық отын мен парафин сияқты құнды химиялық заттардың жаңа төмен температуралы каталитикалық конверсиясы көрсетілген. CeO_2 қолдайтын Ru (Ru/CeO_2) тиімділігі жоғары және қайта пайдаланылатын гетерогенді катализатор ретінде әрекет етеді, төмен тығыздықтағы полиэтиленнің гидролизінде қолдау көрсетілетін басқа метал катализаторларына қарағанда айтарлықтай жоғары белсенділік көрсетеді және катализатор жұмсақ реакция жағдайында да жұмыс істейді. Сұйық отынды (C5-C21) және парафинді (C22-C45) сәйкесінше 77% және 15% кірістілікпен қамтамасыз ететін төмен температура 473 K және төмен қысым 2 МПа (жалпы өнімділік 92%) қолданылды. Бұл катализатор жоғары тығыздықтағы (83-90%) құнды химиялық заттарды (мазут + балауыз) алу үшін әр түрлі тығыздығы төмен полиэтиленнің, тығыздығы жоғары полиэтиленнің, полипропиленнің гидрогенолизінде қолданылады. Сонымен қатар, тауарлық полиэтилен пакеті мен полиэтиленнің қалдықтары жоғары өнімділік кезінде (91% және 88% өнімділік) құнды химиялық заттарға айналуы мүмкін.

2006 жылғы ақпанда Envosmart (Нидерланды) компаниясы бірнеше Еуропа елдерінде пластикалық қалдықтарды жоғары сапалы дизель отынына қайта өңдеу бойынша кәсіпорындар салу туралы келісімдерге қол қойғанын жариялады. "Envosmart" кәсіпорындарында өндірілетін отынды кез келген стандартты дизель қозғалтқыштарында пайдалануға болады, деп атап өтті компанияда. Секунд сайын әлемде шамамен 20 000 ПЭТ бөтелкелері жасалады және минутына 1 000 000 сатылады. Жыл сайын орташа адам 50 килограмнан астам пластикалық қалдықтар шығарады, олардың көпшілігі ПЭТ бөтелкелері мен басқа да азық-түлік қаптамалары, заманауи жабдықтардың бөлшектері мен элементтері, олар меншік иелерінен де, зауыттардан да ақауларға байланысты полигондарға түседі. Осылайша, пластик қоқыстың ең көп таралған түрі болып табылады — жыл сайын қоршаған ортаға шамамен 100 миллион тонна пластмасса лақтырылып, оған түзетілмейтін зиян келтіреді және басқа түрлердің пайда болуына қауіп төндіреді. Жыл сайын орта есеппен 9 500 000 тонна пластик мұхитқа түсіп, мұхиттағы тіршілік иелері зардап шегетін қоқыс аралдарын құрайды. Сонымен, WWF сарапшыларының пікірінше, мұхиттың ластануына байланысты ірі балық популяциясының 90% - ы бұрынғы санына ешқашан қалпына келмейді. Пластикалық бұйымдар әлемдік мұхитты ластайтын қалдықтардың 80% - ын құрайды.

Пластикті тұтынудың жыл сайынғы өсімі жылына 8% - ға дейін құрайды. Еуропалық Одақ елдерінде пластиктің тек 25-30% — ы ғана өңделеді, АҚШ-та-8 %, ал дамушы елдерде қайта өңдеу іс жүзінде жүзеге асырылмайды. Жалпы, әлемде тұтынылатын материалдың шамамен 14% - ы өңделеді, көп бөлігі полигондарда көміледі. Бүкіл әлемде пластмасса өндірісінің тек 9% - ы қайта өңделді. Пластикалық қалдықтардың көпшілігі полигондарда жиналады немесе табиғатта ыдырайды. Болжамдарға сәйкес, егер қазіргі жағдай өзгеріссіз қалса, 2050 жылға қарай полигондарда шамамен 12 миллиард тонна пластик сақталады. Қалдықтардың жалпы салмағы Эмпайр-стейт-билдинг ғимаратына қарағанда 35000 есе ауыр болады [19-21].

Қайта өңдеу пластикалық ластану мәселесін шешудің негізгі жолы болып табылады. Қайта өңдеу процестерінің нәтижесінде басқа салалар үшін қосымша өнімдер пайда болады, ал табиғат аз мөлшерде ластанады. Сонымен қатар, қайталама қалдықтарды пайдалану мұнай, газ және электр энергиясы сияқты бастапқы шикізатты пайдалануды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді (кесте 1).

Кесте 1 – Пластик қалдықтарының жіктелуі мен пайда болу көздері

Сыныбы	Кодталуы	Шығу тегі
1	Полиэтилентерефталат(лавсан) (PET(E); ПЭТ)	Бөтелкелер, полиэстер, сусымалы тамақ орамалары, бір рет қолданылатын тамақ контейнерлері, мөлдір сусабын бөтелкелері
2	Тығыздығыжоғары Полиэтилен (төменқысымды) (HDPE; ПНД)	Буып-түю пакеттері, канистрлер, косметика мен тұрмыстық химияға арналған құтылар, өнімдерге арналған контейнерлер
3	Поливинилхлорид(PVC; ПВХ)	Еден жабындары, тағамдық май банкалары, терезелер мен есіктер, ойыншықтар, таблетка қаптамалары
4	Тығыздығытөмен Полиэтилен (жоғарықысым) (LDPE; ПВД)	Пакеттер, тамақ пленкасы, құбырлар, қақпақтар, икемді пластикалық орамалар
5	Полипропилен (PP; ПП)	Біррет қолданылатын шприцтер, бөтелке қақпақтары, автомобиль бөлшектері, мұздатылған контейнерлер, йогурт шыны аяқтары, линзаларға арналған қаптамалар
6	Полистирол (PS; ПС)	Біррет қолданылатын ыдыс-аяқ, дәрі-дәрмектерге арналған банкалар, азық-түлікке арналған қаптамалар, гүл құмыралары. Көбік полистиролынан көбік, жұмыртқа контейнерлері жасалады
7	Басқалары	Жоғарыда аталған топтарға кірмейтін әртүрлі пластмассалар немесе полимерлер қоспасы. Санатқа ірімшік, кофе, мал азығына арналған қаптамалар кіреді.

Күйдіру, құрамына, пластикалық шикізатты дұрыс жинамауына және сақталмауына немесе пластикті қайта пайдалану салдарынан қайта өңдеуге жарамсыз пластиктерді кәдеге жаратудың кең таралған және тиімді әдістерінің бірі. Пластикалық қоқысты энергетикалық кәдеге жарату өнімі электр, жылу және күл болып табылады, оны құрылыста қолдануға болады. Еуропалық Парламенттің қаулысына сәйкес, пластикалық қалдықтарды жағу басқа жою әдістерін қолдану мүмкін болмаған кезде ғана қолданылуы керек.

Қорытынды. Қазіргі заманғы қоқыс жағатын зауыттарға жоғары температурада (шамамен 850 °С) газдарды жағуға және оны кейіннен тазартуға жоғары талаптар қойылады, бұл диоксиндердің түзілуі мен шығарылуын азайтуға мүмкіндік береді. Осының арқасында мұндай зауыттар көбінесе қалалардың өзінде, қалдықтардың пайда болу орнына жақын орналасқан. Сонымен, Амагер Баккев Копенгаген және Венадағы Шпиттлау зауыты қалалық желілерді электр және ыстық сумен қамтамасыз етеді. 1992 жылдан бастап дамыған елдердің көпшілігі пластмассаны Қытайға өңдеуге жіберді. Нәтижесінде, бүкіл әлемдегі пластикалық қалдықтардың жартысына жуығы елде өңделді. Алайда, 2018 қаңтарында Қытай үкіметі пластиктің кейбір түрлерін және 0,5% - дан астам ластанған материалдарды импорттауға тыйым салуды жариялады. Қытай шенеуніктері бұл шешімді пластикалық қалдықтардың қоршаған ортаға теріс әсерімен негіздеді. 2018 жылға қарай Қытай экономикасының даму деңгейі ел Жергілікті қайта өңдеу кәсіпорындарының қажеттіліктерін толығымен өтейтін қалдықтардың мөлшерін шығаратын деңгейге жетті.

Қытай енгізген шектеулерден кейін Батыс Еуропа мен АҚШ-тағы қайта өңдеу саласы дағдарыс жағдайында. АҚШ-тағы тыйымға байланысты кейбір Штаттар полигондарға пластикалық материалдың шығарылуына шектеулерді алып тастай бастады. Көптеген елдердің бастапқы шешімі қалдықтарды Оңтүстік-Шығыс Азия елдеріне экспорттау болды, бірақ Қытайдан кейін Таиланд пен Малайзия, содан кейін Үндістан мен Вьетнам пластикті әкелуге тыйым салды. Сонымен қатар, Индонезияда өңделмеген қалдықтардың импорты

шектеулі болды. Сонымен қатар, 2019 жылдың шілдесінде Индонезия 49 қоқыс контейнерінің Австралия, Франция, Германия, Гонконг және АҚШ-қа оралғанын мәлімдеді, өйткені мазмұны қауіпті және улы қалдықтарды импорттау туралы заңды бұзады.

Әдетте, қалдықтардан алынған отын жану процесін қолдау үшін қолданылады және бөлек мөлшерлеу жүйесі арқылы беріледі. Цемент пештерінде бірлесіп өңдеудің артықшылығы бар, клинкер реакциясы 1450 °С кезінде күлді толығымен қосуға мүмкіндік береді, атап айтқанда металды клинкер материалына химиялық байланыстыруға мүмкіндік береді. Уытты органикалық қосылыстар жалында 2000 °С-тан жоғары температурада толығымен жойылады. Өндіріс процесінде бастапқы отынды тікелей алмастыру басқа РЕ технологияларына қарағанда энергияны едәуір тиімді қалпына келтіруді білдіреді, әдетте қалдықтардың сипаттамаларына байланысты 85-95% жетеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Urban Recycling and the Search for Sustainable Community Development / Eds. Pellow D. N., Weinberg A., Schnaiberg A. Princeton: Princeton University Press, 2000, 232 p.
2. Бузова О.В., Новикова В.О. Переработка пластиковых отходов // Агентство международных исследований, 2017, № 3, С. 134—136.
3. Производство упаковки из ПЭТ/Под ред. Брукс Д., Джайлз Д.: ЦОП Профессия: Санкт-Петербург, 2010, 368 с.
4. Ишалина О.В., Лакеев С. Н., Миннигулов Р. З., Майданова И. О. Анализ методов переработки отходов полиэтилентерефталата //Промышленное производство и использование эластомеров, 2015, № 8, С. 39—48.
5. Мануленко А.Ф., Прокопчук Н.Р., Евсей А.В. Некоторые особенности рециклинга и регулирование свойств вторичного поливинилхлорида // Труды БГТУ.Москва, Сер.4. Вып.18, 2010, С 58-62.
6. Пипия Л. К., Елкин А. Г. Переработка пластмасс: оценка рынка и перспективы // Наука за рубежом, 2018, №75, С. 1-33.
7. Greenpeace Россия. Будущее в мусорной корзине: как бизнес принимает неверные решения по проблеме пластикового загрязнения. Greenpeace, 2019, 140 с.
8. Plastics properties for packaging materials / Eds. Emblem A. UK: Woodhead Publishing Limited, 2012, 600p..
9. Fox J.A., Stacey N.T. Process targeting: An energy based comparison of waste plastic processing technologies // Energy, 2018, V.24, № 7, P. 1-28.
10. Mehdi Sadat-Shojai, Gholam-Reza Bakhshandeh. Recycling of PVC wastes // Polymer Degradation and Stability, 2011, V.96, № 4 P. 404-415.
11. Hazrat M. A., Rasul M. G, Khan M. M. K. A study on Thermo-Catalytic Degradation for Production of Clean Transport Fuel and Reducing Plastic Wastes // Procedia Engineering, 2015, № 105, P. 865-876.
12. Ragart K, Delva L., Kevin V.G. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste // Waste Management, 2017, V. 69., P. 24-58.
13. Welle F., Franz R. Migration of antimony from PET bottles into beverages // Determination of the activation energy of diffusion and migration modelling compared with literature data, 2011, V. 28, № 1, P. 115-126.
14. Kurbaniyazov, S.K., Shalabayeva, G.S., Abdimutalip, N.A., Toichibekova, G.B., Aripzhan, G.Z. Main properties of zeolites and their multipurpose application // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2017, V.5(425), P. 244–248
15. Salybekova, N.N., Kuzhantaeva, Z.Z., Basim, E., Issayev, G.I., Abdimutalipuly, A.N. Daucus Carota L. biological features of the excitant fungi specie // Indian Journal of Science and Technology, 2015, V.8(29), P. 669-676.
16. Akbasova, A.D., Sainova, G.A., Beisembaeva, L.S., Toychibekova, G.B., Sunakbaeva, D.K. Impact assessment of environmental natural-climatic and anthropogenic factors on state of

КН.А. Yasawi Mausoleum // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2016, V.7(1), P. 2068–2074.

17. Imashev, A., Suimbayeva, A., Zholmagambetov, N. Research of possible zones of inelastic deformation of rock mass // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan-series of geology and technical sciences, V. 2, P.177-184.
18. Kurbaniyazov, S., Abdimutalip, N., Kozhabekova, Z. A comprehensive study of various loam properties of Besarik field to obtain eco friendly building materials // Fresenius environmental bulletin, V. 27 (9), P. 5858-5862.
19. Bostanova, A., Abdimutalip, N., Toychibekova, G. Bioecological studies identifying the reasons of occurrence of fungi species that infect the seeds of leguminous crops in South Kazakhstan // Fresenius environmental bulletin, V. 27 (8), P. 5301-5305.
20. Abdimutalip, N., Duysebekova, A. M., Toychibekova, G. B. Physical and chemical properties of the studied soils of the Turkistan Region // Bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, V.2, P. 39-43.
21. Toychibekova, G.B., Abdimutalip, N.A., Turmetova, G.J. Salinization of construction materials and way prevention of this process // Bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, V.6, P.110-113.

Аннотация

В данной статье представлены технологии преобразования вторичных отходов в энергию и актуальные проблемы утилизации отходов, а также эффективные методы решения ряда других экологических проблем: нехватка электроэнергии, ограниченное пространство полигонов и выбросы парниковых газов. В ходе проведения исследования было установлено, что даже в условиях интенсивной переработки по выявленным обстоятельствам всегда остаются отходы, не имеющие материальной или рыночной стоимости и в некоторых случаях классифицированные как опасные. Установлено, что отходы, которые имеют определенную калорийность, более эффективны для получения энергии вместо ископаемого топлива. Известно, что треть вторичного обрабатываемого пластика используется для изготовления волокон под наполнители, синтетических нитях, одежде. Все вторичные отходы пластика около 70% Европейского ПЭТ используются для производства полиэфирных волокон. В ходе исследования приведена новая низкотемпературная каталитическая конверсия полиолефиновых отходов пластмасс с использованием гетерогенного катализатора и ценных химических веществ, таких как жидкое топливо и парафин.

Abstract

This article presents technologies for converting secondary waste into energy and topical issues of waste disposal, as well as attractive methods for solving a number of other environmental problems: lack of electricity, limited landfill space and greenhouse gas emissions. According to the facts identified during the study, it was found that even in conditions of intensive processing, waste that has no material or market value and is classified as dangerous in some cases always remains. It has become clear that it is more profitable to use waste with a certain caloric value to generate energy instead of fossil fuels. It is known that about a third of the secondary processed plastic is used to make fibers for MATS, synthetic threads, and clothing. Almost 70% of all secondary plastic waste from European pet is used for the production of polyester fibers. The study presents a new low-temperature catalytic conversion of polyolefin plastic residues using a heterogeneous catalyst and valuable chemicals such as liquid fuel and paraffin.