

Полипропилен мен полистиролды жағу кезінде атмосфераға шығарылатын қатты тұрмыстық қалдықтардың қоршаған ортаға зиянды әсерін зерттеу

¹*БАТЕСОВА Фируза Кайсарбековна, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, firuza_78@mail.ru,

¹ШЕВЦОВА Владлена Степановна, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, sh_vladlena@mail.ru,

²ӨМІРБАЙ Роза Сүлейменқызы, т.ғ.д., профессор, koki_92@bk.ru,

²МУРАТОВА Самал Каримбаевна, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, muratova_s.k@mail.ru,

²ОМИРЗАКОВА Эльмира Женисовна, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, eomirzakova@mail.ru,

¹«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

²«Каспий қоғамдық университеті» ОО, Қазақстан, Алматы, Достық даңғылы, 85а,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты – қоршаған ортаға полипропилен мен полистиролды жағу кезінде атмосфераға шығарылатын зиянды қосылыстарды анықтау. Тұрмыстық қатты қалдықтарды кәдеге жарату және толық кәдеге жарату күрделі гигиеналық мәселе болып табылады, ол әсіресе урбанизацияның өсуі жағдайында күрделене түсуде. Көптеген жағдайларда қаңылтыр және орауыш пластмассалар пайдаланылғаннан кейін қайта өңделеді, дегенмен олардың беріктігіне байланысты бұл пластиктер барлық жерде және қоршаған ортада тұрақты болып табылады. Пластикалық қалдықтардың мониторингі мен әсеріне қатысты зерттеулер әлі бастапқы сатысында және үлкен экологиялық мәселе болып табылады. Мысалы, тамақ пен пластмасса қалдықтарын бір уақытта жанғанда улы зат диоксин түзіледі. Мақалада тұрмыстық қалдықтардың көлемін ұлғайту, қатты тұрмыстық қалдықтарды бөлек жинау, өңдеудің шетелдік тәжірибесін зерделеу және қалдықтарды қауіпсіз өңдеу технологиясын әзірлеу, соңғы өнімнің қоршаған ортаға зиянды әсерін бағалау мәселелері қарастырылған. Зерттеуде пластиктің екі түрі қарастырылды. Тәжірибенің бірінші бөлімінде үлгілерді жағу арқылы ауа үлгілері алынды. Тәжірибенің екінші бөлімінде газ хроматографының көмегімен ауа үлгісінің құрамы анықталды.

Кілт сөздер: экологиялық қауіпсіздік, пластик қалдықтары, қатты тұрмыстық қалдықтарды жою, ауру, еңбек жағдайлары, бөлек жинауды ұйымдастыру, соңғы өнімнің адамға әсері.

Кіріспе. ҚР Статистика комитетінің 2021 жылғы мәліметтері бойынша еліміздегі қалдықтардың пайда болуының негізгі көзі тау-кен өнеркәсібі жылына 449,8 млн тонна. Электр, газ және бумен қамтамасыз ету кәсіпорындары 20,5 млн тонна, өңдеу өнеркәсібінің үлесіне жылдық қалдық көлемінің 31,5 млн тоннасы келеді. Қатты тұрмыстық қалдықтар 5 млн тоннаны құрады, басқа да 2021 жылғы қалдықтардың түзілу көлемі 1-суретте көрсетілді [1]. Өндіріс қалдықтарынан бөлінетін зиянды заттар кәсіптік аурулармен қатар адамның жүйке жүйесінің, өкпенің, бауырдың, қанның органикалық ауруларын тудырады. Азот диоксиді өте улы зат болып табылады, тіпті шағын концентрацияда ол жоғарғы тыныс жолдарын тітіркендіреді, айтарлықтай концентрацияда өкпе ісінуін тудыруы мүмкін және қан құрамы-

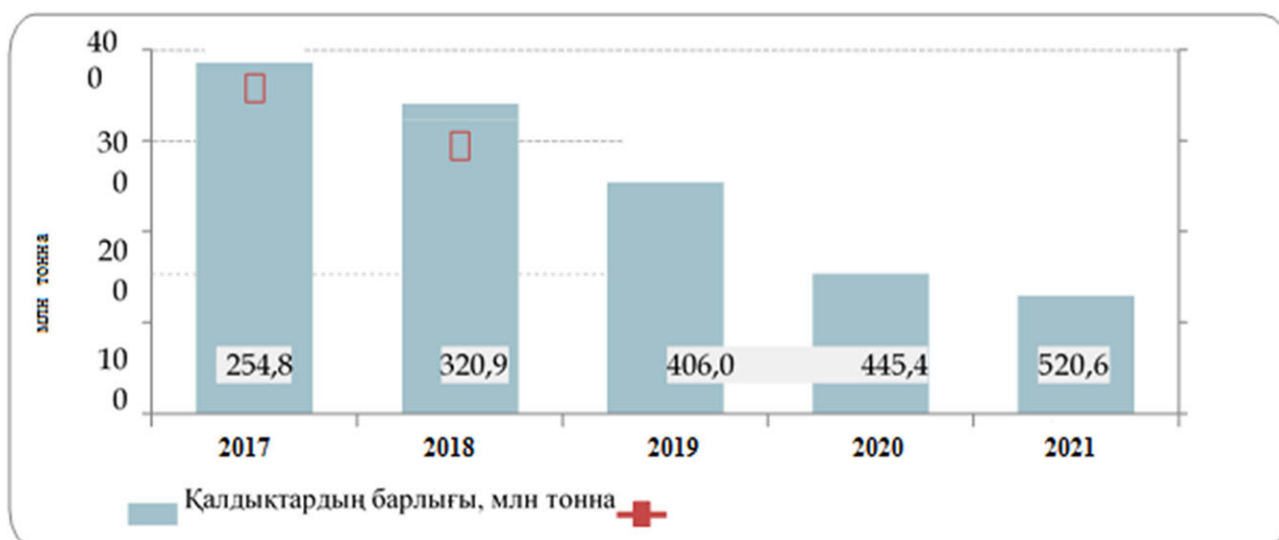
ның өзгеруіне, гемоглобиннің төмендеуіне ықпал етуі мүмкін [2].

2-суретке қарап, 2017-2021 жылдар аралығындағы қалдықтардың түзілу көлемінің жыл сайынғы өсуін байқаймыз.

ҚР Экономика министрлігінің деректері бойынша, 2017-2019 жылдары 24,2 мың тонна пайдаланылған майлар, 27,5 мың тонна аккумуляторлар, 39,6 мың тонна тозған шина, 40,2 мың тонна орама, 4,6 мың тонна электр жабдықтары жиналды. Бұдан басқа, 2017-2018 жылдары ӨКМ шеңберінде жеке және заңды тұлғалардан 5,9 млрд теңге сомасына автокөлік сатып алынды. Ескі автокөліктерді кәдеге жаратуға, автокөліктік паркті жаңартуға, аймақтардағы экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік берді. Жиналған ескі автокөлік құралдары Қарағанды қаласында 2017



1-сурет – 2021 жылдың қорытындылары бойынша қалдықтардың түзілу көздері



2-сурет – 2017-2021 жылдар аралығындағы қалдықтардың түзілу көлемінің динамикасы [1]

жылы іске қосылған автокөліктерді кәдеге жарату зауытына бағытталды. Зауыт қуаты жылына 50 мың т автокөлік [1].

2021 жылы еліміздің 3,2 мың полигонына 125 млн тонна қатты тұрмыстық қалдықтар жинақталған. Жыл сайын 5 млн тоннадан астам ҚТҚ қалыптасады. ҚТҚ жыл сайынғы өсуі 5% құрайды.

ҚТҚ өңдеу үлесі 2017-2019 жылдар аралығында 6 есеге-2,6-дан 15%-ға дейін артты. Алайда, бұл жеткіліксіз. Салыстырып қарасақ, дамыған елдерде бұл көрсеткіш 30%-дан асады. Қайта өңдеудің жоғары үлесі Маңғыстау (33%), Алматы облыстарында (23,3%) және Шымкент қаласында (22,7%) байқалады, ал төмен үлесі Шығыс Қазақстан (3,3%).

Рұқсат етілмеген үйінділер санының көбеюі мәселесі де назар аударуды қажет етеді. 2019 жылы ғарыш мониторингі аясында 9 мыңнан

астам үйінділер анықталды. Бірқатар өңірлерде кәдеге жарату көрсеткіші өте төмен. Атап айтқанда, Ақтөбе және Ақмола облыстарында кәдеге жарату үлесі 3%-ды құрайды [2]. 1-кестеде 2018-2021 жылдар аралығындағы ҚР түзілген қатты тұрмыстық қалдықтар көлемі (мың. т) берілген.

2021 жылы қағаз және картон қалдықтары орама материалдар қалдықтарының негізгі үлесін құрады. Ірі көлемді қалдықтардың ішінде жиһаз басым. 2018-2021 жылдар аралығындағы қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және қайта пайдалану көрсеткіші 2-кестеде көрсетілген.

Жыл сайын Қазақстанда 4,5-5 млн тонна қатты тұрмыстық қалдықтар түзіледі. ҚТҚ Астана, Шымкент қалаларындағы зауыттарда сұрыпталып, сондай-ақ, негізінен, шағын және орта кәсіпорындарында қайта өңделіп қолданысқа түседі [1].

Бүкіл әлемде пластмассаның 79%-ы полигон-

1-кесте – 2018-2021 жылдар аралығындағы ҚР түзілген қатты тұрмыстық қалдықтар көлемі (мың. т) [3]			
№	Қалдықтар	2020	2021
1	Орама материалдары	37,1	82,6
2	Макулатура	211,3	227,7
3	Пластик қалдықтары	13,3	68,84
4	Электрондық және электр жабдықтарының қалдықтары	4,0	1,32
5	Ірі көлемді қалдықтар	3,8	73,7
6	Құрылыс материалдарының қалдықтары	69,0	486,1
7	Өзге де қалдықтар	294495,3	334511

2-кесте – ҚР Статистика комитетінің жылдық есебі бойынша қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу және қайта пайдалану көрсеткіші			
		2020	2021
Түзілген ҚТҚ	(мың. т)	4319,2	4736,6
ҚТҚ қайта өңдеу, қайта пайдалану	(мың. т)	497,1	705,2
Қайта өңделген, қайта пайдаланған ҚТҚ	(проценттік көрсеткіш)	11,5	15

дарға түсіп, қоршаған ортаны ластауда. Пластик қалдықтарды қайта өңдеу өте маңызды, себебі, қалдықтарды кәдеге жарату жаһандық проблема болып табылады. Пластикалық қоқысты қайта өңдеу арқылы келетін шығындарды және зиянды азайтуға болады. Бірақ әзірге пластиктің тек 9% ғана қайта өңделеді [4].

Пластикті қайта өңдеу оның түзілу ағынын азайтуы мүмкін, бірақ мұнда да қиындықтар бар. Біріншіден, пластикалық қалдықтардың кейбір түрлері қайта өңделмейді. Екіншіден, пластик қайта өңделсе де, сайып келгенде, ол бәрібір қоқыс алаңдарына қайтып түседі. Әлемде қайта өңдеудің жаңа, қауіпсіз технологиялары пайда болып жатқанымен, пластикті механикалық қайта өңдеу әдісі қазіргі уақытта көп қолданысқа ие болып қала беруде.

Бұл әдіс өзінің шектеулеріне ие: қайта балқыту полимерлердің тозуына әкеледі, бұл қайта өңдеу циклдерінің санын шектейді. Осы себептерге байланысты механикалық жолмен өңделген пластик бастапқы пластмассалар сияқты кенің қолдануға жарамайды. Сонымен қатар, пластик қалдықтарын механикалық жолмен қайта өңдеудегі ең басты мәселе ол-пластиктің дұрыс, қауіпсіз өңделмеуі болып табылады. Егер пластик нашар өңделсе, бұл адамдардың денсаулығына зиян тигізуі мүмкін. Өнімнің сапасы нашар екенін иіс арқылы анықтауға болады-бұл өткір және жағымсыз иіс. Пластик қалдықтарды өңдеу процесінде әр түрлі қоспалар қосылуы мүмкін түсін өзгерту, беріктігін арттыру мақсатта. Мұның салдары әртүрлі болуы мүмкін – аллергиядан қатерлі ісікке дейін [5].

Жоғарыда айтылғандай, бірінші ретті пластик және қайта өңделген пластикте соңында, қоқыс алаңдарына қайтып оралады. Елімізде экологи-

ялық талаптар мен санитарлық нормаларға сәйкес келетін полигондардың саны 601 құрайды (18,2%), ал қалған 79% қоқыс алаңдарында қалдықтар қоршаған ортаны ластап, көп жағдайда өздігіне тұтанып, қоршаған ортаны әртүрлі зиянды қосылыстармен ластайды [7]. Тамақ пен пластик қалдақтарының бірге жануы әсерінең ауаға улы қосылыстар бөлінеді.

Эксперименттік бөлім және талқылау нәтижелері.

Эксперимент мақсаты: «Қазақ соқырлар қоғамы» қоғамдық бірлестігінің Жамбыл оқу-өндірістік кәсіпорны» ЖШС-дегі соңғы өнімі болып табылатын киім қыстырғыш пен ілгіштің жану процесінде атмосфераға бөлінген зиянды қосылыстарды анықтап, олардың адам денсаулығы мен қоршаған ортаға әсерін анықтау.

Эксперимент Алматы қаласы, Павлодар көшесі-11 бойынша орналасқан, физика, инженерия саласындағы зерттеулер мен әзірлемелер жасайтын «Жалын» жауапкершілігі шектеулі серіктестігіндегі ғылыми аккредиттелген сынақ зертханасында жүргізілді.

Зерттеу барысында екі түрлі пластик түлері қолданылды. Олар:

- Киім қыстырғыш – Полипропилен (3-сурет);
- Киім ілгіш – Полистирол (4-сурет).

Эксперимент екі бөлімнен тұрды. Бірінші бөлімде үлгілерді жандырып ауа үлгісі алынды. Екінші бөлімде «Хроматэк-Газохром 2000» деп аталатын газ хроматограф көмегімен алынған ауа үлгісінің құрамы анықталды.

Бірінші бөлімде үлгілер алдын ала дайындалды, яғни жануға ынғайлы етіп ұсақталды, өнімдер дайын болған сон жеке полипропилен мен полистиролды жандырып ауа үлгісі алынды (5-сурет).

Эксперименттің екінші бөлімінде газ хроматограф көмегімен ауа үлгісінің құрамы анықталды.

Зерттеу барысында бірінші үлгі «Киім қыстырғыш-Полипропилен» және «Киім ілгіш-Полистирол» екінші үлгінің ауа пробасы тексерілді. Талдау уақыты әр ауа пробасына 10 минутты құрады. Зерттеу нәтижелері 8, 9-суретте көрсетілген.

Қорытынды.

Үлгі 1 – «Киім қыстырғыш-Полипропилен» жану өнімдері және олардың пайыздық көрсеткіштеріне тоқталсақ олар: Көмірқышқыл газы (CO_2) – 6,214%, сутегі (H_2) – 0,004%, оттегі (O_2) – 14,909%, азот (N) – 69,386%, улы газ (CO) – 3,56%, метан (CH_4) – 5,11%, азот оксиді (N_2O) – 0,817%



3-сурет – Полипропилен



4-сурет – Полистирол



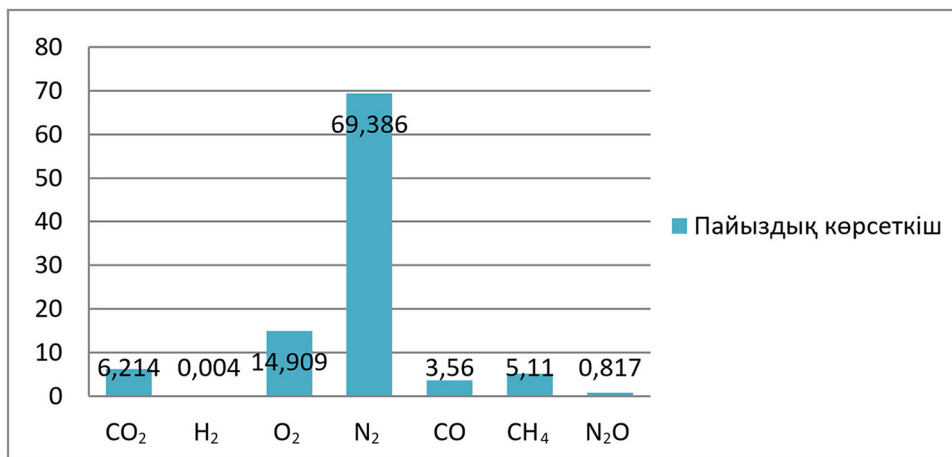
5-сурет – Үлгілерді алдын ала дайындау процесі



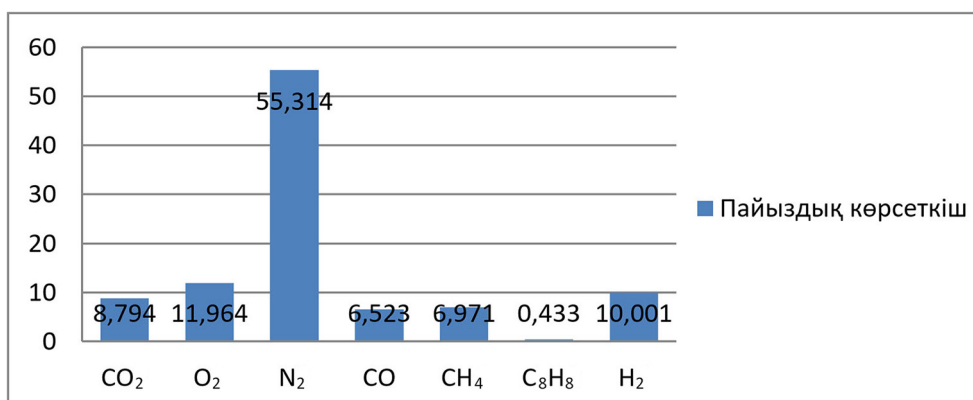
6-сурет – Хроматэк-Газохром 2000



7-сурет – Газ хроматографпен жұмыс істеу барысы



8-сурет – «Киім қыстырғыш-Полипропилен» ауа құрамының көрсеткіші



9-сурет – «Киім ілгіш-Полистиролдың» ауа құрамының көрсеткіші

құрады.

Үлгі 2 – «Киім ілгіш-Полистиролдың» жану өнімдері және олардың пайыздық көрсеткіштеріне тоқталсақ олар: көмірқышқыл газы (CO₂) – 8,794%, сутегі (H₂) – 10,001%, оттегі (O₂) – 11,964%, азот (N) – 55,314%, СО – 6,523%, метан (CH₄) – 6,971%, стирол (C₈H₈) – 0,433% құрады.

Өндіріс қалдықтарынан ластану шекті рұқсат

етілген концентрациялар деңгейінен асып түседі кәсіпорынның санитарлық-қорғау аймағының граниттерінің артындағы ластаушы заттар [6]. Ла-стаушы заттардың адам денсаулығына кері әсерін болдырмау қажет: өндіріс қалдықтарын өңдеу арқылы ластаушы заттардың деңгейін төмендету, қалдықсыз өнім шығару және жою, өндірістік ре-сурсын таусылған жабдықты пайдалану.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Батесова Ф.К., Хаким А.А. Қатты тұрмыстық қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы шетелдік және Қазақстандық тәжіри-беге салыстырмалы талдау // Международная научно-практическая конференция «Аспекты и инновации биотехнологии окружающей среды и биоэнергетики», посвященная 60-летию академика Национальной Академии Наук Республики Ка-захстан, декана факультета биологии и биотехнологии КазНУ имени аль-Фараби, доктора биологических наук, профессора Заядана Болатхана Казыхановича. Алматы, 2021. С. 111-115.
2. Omirbay R.S., Malgazhdarova M.K., Batesova F.K., Shevtsova V.S. – Standard of the Republic of Kazakhstan «occupational health and safety management systems» and analysis of traumatism and occupational (job-related) diseases at the enterprises // ACM International Conference Proceeding Series 14 September 2020, Номер статьи 34107516th International Conference on Engineering and MIS, ICEMIS 2020; International Information Technology University (IITU) Manas Street 34/1 Almaty; Kazakhstan; 14 September 2020 до 16 September 2020; <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090920349&origin=AuthorNamesList&txGid=1e548e96824de08b98c45a51f0df3f50>.
3. Вторая жизнь пластика в Казахстане – как повысить долю его переработки// https://baigenews.kz/news/vtoraya_zhizn_plastika_v_kazakhstan_e_-kak_povysit_dolyu_ego_pererabotki/
4. Batessova F.K., Pirmanova A.M., Pirzhanova G.I. The analysis of data on recycling of waste in Kazakhstan // Materialy XI

Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa mysl informacyjnej powieki – 2015», 07-15 marca 2015 roku – Volume 14 Matematyka. Fizyka. Budownictwo I architektura. Techniczne nauki: Przemysl. Nauka I Studia, pp. 103-107.

5. Батесова Ф.К., Хаким А.А. Анализ данных по образованию и вторичному использованию отходов в Казахстане // Труды Сатпаевских чтений «Сатпаевские чтения – 2020». Том 2. Алматы: КазННТУ имени Сатпаева, 2020. С. 516-520.
6. Батесова Ф.К., Хаким А.А., Алиаскарова А.Ж. Анализ зарубежного опыта и Казахстана в сфере обращения с отходами производства и потребления // Там же. Том 2. Алматы: КазННТУ имени Сатпаева, 2021. С. 385-389.
7. Anna Twarog, Magdalena Mamak, Henryk Sechman, Piotr Rusiniak, Ewelina Kasprzak, Krzysztof Stanek Impact of the landfill of ashes from the smelter on the soil environment: case study from the South Poland, Europe Environ Geochem Health (2020) 42:1453-1467. [https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y\(0123456789\(\),-volV\)\(01234567](https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y(0123456789(),-volV)(01234567)

Исследование вредного воздействия твердых бытовых отходов, выделяемых в атмосферу в процессе горения полипропилена и полистирола, на окружающую среду

¹*БАТЕСОВА Фируза Кайсарбековна, к.т.н., ассоциированный профессор, firuz_78@mail.ru,

¹ШЕВЦОВА Владлена Степановна, к.т.н., ассоциированный профессор, sh_vladlena@mail.ru,

²ӨМІРБАЙ Роза Сүлейменқызы, д.т.н., профессор, koki_92@bk.ru,

²МУРАТОВА Самал Каримбаевна, к.т.н., ассоциированный профессор, muratova_s.k@mail.ru,

²ОМИРЗАКОВА Эльмира Женисовна, к.т.н., ассоциированный профессор, eomirzakova@mail.ru,

¹НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», Казахстан, Алматы, ул. Сатпаева, 22а,

²УО «Каспийский общественный университет», Казахстан, Алматы, пр. Достык, 85а,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель исследования – выявить вредные соединения, выбрасываемые в атмосферу в процессе горения полипропилена и полистирола. Утилизация и полное обезвреживание твердых бытовых отходов является сложной гигиенической проблемой, особенно в условиях растущей урбанизации. Во многих случаях листовая и упаковочный пластик утилизируется после его использования. Между тем из-за своей долговечности такие пластики находятся повсюду и устойчивы в окружающей среде. Исследования по мониторингу и воздействию пластиковых отходов все еще находятся на начальной стадии и для обеспечения экологии представляют серьезную проблему. Например при одновременном сжигании пищевых и пластиковых отходов образуется токсичное вещество – диоксин. В статье рассмотрены проблемы увеличения количества бытовых отходов, раздельный сбор твердых бытовых отходов, изучение зарубежного опыта переработки и разработка безопасной технологии переработки отходов, оценка вредного воздействия конечного продукта на окружающую среду. В ходе исследования изучались два разных вида пластика. В первой части эксперимента пробы воздуха отбирали путем сжигания образцов. Во второй части эксперимента состав пробы воздуха определяли с помощью газового хроматографа.

Ключевые слова: экологическая безопасность, пластиковые отходы, утилизация твердых бытовых отходов, заболевание, условия труда, организация раздельного сбора, влияние конечного продукта на человека.

Study of the Harmful Effects of Municipal Solid Waste Released into the Atmosphere During the Combustion of Polypropylene and Polystyrene on the Environment

¹*BATESSOVA Firuz, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, firuz_78@mail.ru,

¹SHEVTSOVA Vladlena, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, sh_vladlena@mail.ru,

²OMIRBAY Roza, Dr. of Tech. Sci., Professor, koki_92@bk.ru,

²MURATOVA Samal, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, muratova_s.k@mail.ru,

²OMIRZAKOVA Elmira, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, eomirzakova@mail.ru,

¹NCJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Kazakhstan, Almaty, Satpayev Street, 22a,

²EI «Caspian Public University», Kazakhstan, Almaty, Dostyk Avenue, 85a,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the study is to identify harmful compounds emitted into the atmosphere during the combustion of polypropylene and polystyrene to the environment. Utilization and complete disposal of municipal solid waste is a complex hygienic problem that is becoming more and more difficult, especially in the context of growing urbanization. In many cases, sheet and packaging plastics are recycled after use, yet because of their durability, these plastics are ubiquitous and sustainable in the environment. Research on the monitoring and impact of plastic waste is still in its infancy and is a major environmental challenge. For example, when food and plastic waste are burned at the same time, a toxic substance, dioxin, is formed. The article deals with the problems of increasing the amount of domestic waste, separate collection of solid domestic waste, studying foreign experience in processing and developing a safe waste processing

technology, assessing the harmful effects of the final product on the environment. The study looked at two different types of plastic. In the first part of the experiment, air samples were taken by burning the samples. In the second part of the experiment, the composition of the air sample was determined using a gas chromatograph.

Keywords: *environmental safety, plastic waste, disposal of solid domestic waste, disease, working conditions, organization of separate collection, the impact of the final product on a person.*

REFERENCES

1. Batesova F.K., Hakim A.A. Qatty turmystyq qaldyqtarmen jumys isteý salasyndaǵy sheteldik jáne Qazaqstandyq tájiri bege salystyrmaly taldaý // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Aspekty i innovacii biotekhnologii okruzhayushchej srede i bioenergetiki», posvyashchennaya 60-letiyu akademika Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazahstan, dekana fakul'teta biologii i biotekhnologii KazNU imeni al'-Farabi, doktora biologicheskix nauk, professora Zayadana Bolathana Kazyhanovicha. Almaty, 2021. Pp. 111-115.
2. Omirbay R.S., Malgazhdarova M.K., Batesova F.K., Shevtsova V.S. – Standard of the Republic of Kazakhstan «occupational health and safety management systems» and analysis of traumatism and occupational (job-related) diseases at the enterprises // ACM International Conference Proceeding Series 14 September 2020, Nomer stat'i 34107516th International Conference on Engineering and MIS, ICEMIS 2020; International Information Technology University (IITU) Manas Street 34/1 Almaty; Kazakhstan; 14 September 2020 do 16 September 2020 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090920349&origin=AuthorNamesList&txGid=1e548e96824de08b98c45a51f0df3f50>
3. Vtoraya zhizn' plastika v Kazahstane – kak povysit' dolyu ego pererabotki// https://baignews.kz/news/vtoraya_zhizn_plastika_v_kazahstane_-_kak_povysit_dolyu_ego_pererabotki/
4. Batesova F.K., Pirmanova A.M., Pirzhanova G.I. The analysis of data on recycling of waste in Kazakhstan // Materialy XI Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa mysl informacyjnej powieki – 2015», 07-15 marca 2015 roku – Volume 14 Matematyka. Fizyka. Budownictwo I architektura. Techniczne nauki: Przemysl. Nauka I Studia, pp. 103-107.
5. Batesova F.K., Hakim A.A. Analiz dannyh po obrazovaniyu i vtorichnomu ispol'zovaniyu othodov v Kazahstane // Trudy Satpaevskih chtenij «Satpaevskie chteniya – 2020». Tom 2. Almaty: KazNITU imeni Satpaeva, 2020, pp. 516-520.
6. Batesova F.K., Hakim A.A., Aliaskarova A.ZH. Analiz zarubezhnogo opyta i Kazahstana v sfere obrashcheniya s othodami proizvodstva i potrebleniya // Tam zhe. Tom 2. Almaty: KazNITU imeni Satpaeva, 2021. Pp. 385-389.
7. Anna Twaro'g, Magdalena Mamak, Henryk Sechman, Piotr Rusiniak, Ewelina Kasprzak, Krzysztof Stanek Impact of the landfill of ashes from the smelter on the soil environment: case study from the South Poland, Europe Environ Geochem Health (2020) 42:1453-1467. [https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y\(0123456789\(\),-volV\)\(01234567](https://doi.org/10.1007/s10653-019-00435-y(0123456789(),-volV)(01234567)