



www.jpis.az

13 (1)
2022

Elektron tullantıların və onların sağlamlığa ziyanlı təsirlərinin sistemləşdirilməsi və təsnifatı

Bikəs S. Ağayev¹, Sayıl B. Ağayev²

^{1,2} Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, B.Vahabzadə küç., 9A, AZ1141, Bakı, Azərbaycan

¹bikies418@gmail.com, ²agayev_sayil@mail.ru

MƏQALƏ HAQQINDA

<http://doi.org/10.25045/jpis.v13.i1.09>

Məqalənin tarixi:
Təqdim olunub 28 avqust 2021
Rəy formasının alınması
30 oktyabr 2021
Qəbul olunub 13 yanvar 2022

Açar sözlər:

Təhlükəli elektron tullantıları
Təhlükəli maddələr
Sağlamlığa ziyanlı təsir
Sistemləşdirmə və təsnifat
Elektron avadanlıqlar
Tullantıların təsnifatı

X Ü L A S Ə

Hal-hazırda elektrik və elektron avadanlıqların tullantıları bir sıra qlobal problemlər yaratmışdır və onların həlli digər ekoloji problemlər kimi aktualdır. Məqalədə elektron tullantıların insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükə ilə bağlı məsələlər araşdırılmışdır. Bu məqsədlə bir sıra beynəlxalq normativ aktlardan və nüfuzlu jurnallardan bu qrup tullantıların yaratdığı təhlükələr haqqında məlumatlar toplanmış və analiz edilmişdir. Analiz, elektron tullantılar və onların insan sağlamlığı üçün yaratdığı ziyanlı amili arasındakı səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsi istiqamətində aparılmışdır. Toplanmış məlumatlar sistemləşdirilmiş və təhlükəlilik meyarı üzrə təsnif edilmişdir. Təsnifatın "ziyanlı-ziyansız" prinsipi üzrə aparılmasının məqsədəuyğunluğu əsaslandırılmışdır. Zıyanın mahiyyətinin aşkarlanması məqsədilə elektron tullantıların tərkibindəki element və birləşmələr, onların yaratdığı təsir mühiti və sağlamlıqla bağlı yaranan patoloji halların qarşılıqlı əlaqələri tədqiq edilmişdir.

Systematization and classification of e-waste and its harmful effects on health

Keywords:

Hazardous electronic waste
Hazardous substances
Harmful effects on health
Systematization and classification
Electronic equipment
Waste classification

Today, the waste of electrical and electronic equipment has created a number of global problems, and their solution is as urgent as other environmental problems. The article explores the issues related to the potential danger of e-waste to human health. For this, the data from a number of international normative documents and authoritative journals is collected, systematized and classified. The feasibility of classifying the waste according to the criterion "hazardous-safe" is substantiated. The main goal of the study is to identify the cause-effect relationship between hazardous waste and their harm. The elements and connections of electronic waste, the harmful environment they create, the relationship of pathological conditions related to human health.

Систематизация и классификация электронных отходов и их вредного воздействия на здоровье

Ключевые слова:

Опасные электронные отходы
Опасные вещества
Вредное воздействие на здоровье
Систематизация и классификация
Электронное оборудование
Классификация отходов

В настоящее время отходы электрического и электронного оборудования породили ряд глобальных проблем, и их решение столь же актуально, как и решение других экологических проблем. В статье исследуются вопросы, связанные с потенциальной опасностью электронных отходов для здоровья человека. Для этого собрана, систематизирована и классифицирована информация из ряда нормативно-правовых документов и авторитетных журналов. Обоснована целесообразность проведения классификации отходов по критерию «опасный-безопасный». Основная цель исследования – выявление причинно-следственной связи между опасными отходами и их вредом. Изучены элементы и соединения в электронных отходах, среда, в которой они образуются, и взаимосвязь патологических состояний, связанных со здоровьем.

1. Giriş

Azərbaycan qanunvericiliyində “elektrik və elektron avadanlıqların tullantıları” (qısaca, elektron tullantılar – ET, Waste Electrical and Electronic Equipment–WEEE) anlayışı təsbit edilməyi üçün məqalədə Avropa Birliyinin (AB) ET ilə bağlı məsələlərin tənzimlənməsi sahəsində beynəlxalq standart kimi qəbul olunmuş 2012/19/EU [1], 2008/98/EC Direktivləri [2] ilə müəyyənləşdirilmiş terminlərindən istifadə edilir. İşdə tədqiqat obyektinə aid bir neçə əsas terminin izahınınun qeyd edilməsini məqsəduyğun hesab edirik:

– **Elektrik və elektron avadanlıqlar (EEA)** – gərginliyi 1500 voltadək olan elektrik cərəyanından istifadə edilməsi üçün layihələndirilmiş və ya elektromaqnit sahəsindən asılı olan, eləcə də cərəyan və elektromaqnit sahəsi istehsal edən, ötürən və ölçən qurğular.

– **Elektron tullantılar (ET)** – istifadə olunmuş və istismardan çıxarılma anında, avadanlığın tərkibində olan bütün hissələr, qovşaqlar, çıxdax materiallar daxil olmaqla, sahibinin (mülkiyyətçinin) atdığı (tulladığı) və ya atmaq üçün nəzərdə tutduğu və ya atmalı olduğu EEA.

– **Təhlükəli tullantılar** – tərkibində insan orqanizmi ilə kontaktda olduqda, istər iş prosesində, istərsə də həyatının sonrakı dövrlərində və ya gələcək nəsillərində müasir metodlarla aşkarlanabilən ziyan və xəstəliklər yarada bilən maddələr olan tullantılar.

İstənilən ET-nin tərkibində insan sağlamlığı üçün ziyanlı olan bir çox təhlükəli və təhlükəsiz maddələr (kimyəvi element və birləşmələr, materiallar) mövcuddur. Layihə sənədlərində nəzərdə tutulan istismar qaydalarına düzgün əməl edilmədikdə, eləcə də istehlak xüsusiyyətlərini itirib tullantı halına keçdikdən sonra lazımi qaydada utilizasiya edilmədikdə, EEA insan sağlamlığı və ətraf mühit üçün ciddi təhlükə mənbəyinə çevrilir. Məqalədə müəlliflər xeyli sayda mənbələrin məlumatlarını ümumiləşdirərək “lazımi qaydada təkrar emal edilmədikdə” ifadəsi altında əsasən üç halı fərqləndirərək ayrıca izahlarınınun verilməsini məqsəduyğun hesab edirlər:

1. ET bərk məişət və ya istehsalat tullantıları kimi tullantı poliqonlarına atılır və açıq səma altında qalır. Bu halda günəş şüaları, yağıntı, külək və s. kimi təbii təsirlər nəticəsində avadanlıqlar aşınır, tərkibində olan hissələrdəki maddə və materiallar atmosfer havası, yağıntı və s. təsiri ilə, eləcə də öz aralarında qarşılıqlı kimyəvi reaksiyaya girərək qaz, maye və bərk aqreqat halında olan ziyanlı birləşmələr yaradır, atmosferi, torpağı çirkləndirir. Tullantı kütləsinin alt səthində, torpağın üzərində, qatı maye kütləsi halında yaranan

və tərkibində hidrogen sulfid, indol, skitol və s. toksiki maddələr olan filtrat qatı yağıntılar nəticəsində ətrafa yayılıb torpağı, səth sularını, torpaqdan keçərək qrunt suları vasitəsilə içməli su hövzələrini çirkləndirə bilər. Bu su resursları lazımi qaydada emal edilməyib (zərərsizləşdirilməyib) içmə, suvarma və digər məqsədlərlə istifadə edildikdə, insan sağlamlığı üçün təhlükə törədə bilər. Eyni zamanda qrunt sularının içməli su təchizatı şəbəkəsinə sızma halları da mümkündür. Poliqondakı qalıq qida məhsullarından və ətrafdakı yaşıllıqdan istifadə edən heyvanlara aid məhsullar da ziyanlı hala düşə bilər. Tullantı kütləsinin daxilində yaranan müsbət temperatur şəraitində bir çox mikroorqanizmlərin intensiv inkişafı üçün münbit şərait yaranır və onlar ətrafa yayılaraq bir sıra infeksiya xəstəliklərinin yayılmasına səbəb ola bilər. Eynilə də generasiya edilən zəhərli qazlar külək vasitəsilə ətrafa yayılaraq atmosfer havasını çirkləndirir.

2. Digər tullantılarla birlikdə yandırılır. Bu halda tullantıların açıq havada öz-özünə alışması və ya yandırılması da (tullantı kütləsini və tutduğu sahəni azaltmaq məqsədilə mütəmadi olaraq yandırılır) ziyanlı nəticələrə səbəb ola bilər. Yanma zamanı yaranan zəhərli qazlar, məsələn, naqıl və kabellərin izolyasiya qatının tərkibindəki polivinilkloridlər (PVX) yandıqda, təsiri fəvqəladə təhlükəlilik dərəcəsinə malik kanserogen dioksinlər, furanlar yaranır və ətraf mühiti çirkləndirir. Avadanlıqların germetikliyi pozulduğu üçün tərkibindəki təhlükəli maddələr xaric olub, yuxarıda qeyd olunan bəzi halların yaranmasına səbəb olur.

3. Basdırılmaqla zərərsizləşdirilir. Bu halda, yəni utilizasiya metodu kimi basdırmadan istifadə etdikdə də tullantılar gec-tez aşınır və eyni qaydada yaranan zəhərli maddələr torpaq qatından atmosfərə və qrunt sularına nüfuz edərək atmosferi, torpağı və su axarlarını çirkləndirir.

Əlavə olaraq qeyd edək ki, bu xüsusiyyətlərdən başqa ET, tərkibində ən çox material/xammal ehtiyatları olan tullantı qrupu kimi, yeni məhsul istehsalı üçün mühüm resursdur (eləcə də, yanacaq-enerji resursu).

Məqalədə ET-nin tərkibində olan təhlükəli maddə və materialların insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükə ilə bağlı məsələlər araşdırılır.

2. Elektrik və elektron avadanlıqların və onların tullantılarının təsnifatı

Hal-hazırda elektron sənayesi ən sürətlə inkişaf edən istehsal sahəsi hesab edilir. Bu, ilk növbədə EEA-nın təkmilləşmə texnologiyalarının sürətli inkişafı ilə əlaqədar olaraq daha qısa zaman dövründə

onların mənəvi aşınması və bu avadanlıqlara olan tələbatın artması ilə əlaqədardır. Nəticədə ET-nin həcmi ildən-ilə kəskin artır.

Birləşmiş Millətlər Təşkilatı (BMT) Universitetinin (United Nations University-UNU), Cenevrə Milli Tədris və Tədqiqatlar İnstitutunun və Ümumdünya Telekomunikasiya İttifaqının birgə araşdırmalarının nəticələrinə görə, 2014-cü ildə dünya üzrə 36 mln ton, 2019-cu ildə 53.6 mln ton ET əmələ gəlmişdir. Onların proqnozuna görə, 2030-cu ildə bu rəqəm 74.5 mln tona çatacaq, yəni 16 il ərzində ET kütləsinin iki dəfə artması gözlənilir [3, 4]. ET qrupu digər tullantı qruplarından (tibbi, hərbi, kənd təsərrüfatı tullantıları və s.) tərkibində olan maddə və birləşmələrin müxtəlifliyi ilə fərqlənir. Hesablanmışdır ki, EEA-nın hazırlanmasında Mendeleev cədvəlindəki 70-dən çox elementdən və bir çox materiallardan istifadə olunur. Adətən bu maddələr bir sıra oxşar fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə görə metallar (Fe, Cu, Al və s.), nəcib metallar (Au, Ag, Pt qrupu elementləri və s.), ağır metallar (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Sn, Xn, və s.), nadir torpaq metalları (Eu, Y, Pm, Ti və s.), polibrom 1.2 fenil, PVX, kadmium, berilium və onların birləşmələri qruplarına ayrılırlar. Digər tərəfdən, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, ET kütləsi açıq havada və ya xüsusi avadanlıqlarda, lakin istismar qaydaları pozulmaqla yandırıldıqda, tərkibindəki maddələrin öz aralarında və hava ilə gedən kimyəvi reaksiyalardan yeni maddə və birləşmələr yaranır ki, bunların bir çoxu (dioksinlər və furanlar, aromatik karbohidratlar, ftolatlar qrupları və s.) yüksək dərəcədə toksiki maddələr olmaqla, insan sağlamlığı üçün ciddi təhlükə yaradır [3, 5].

ET-ni insan sağlamlığı üçün təhlükəlilik amilinə görə təsnif etmək üçün ilk növbədə EEA-nın təsnif edilməsi məqsədəuyğundur. Texniki ədəbiyyatda bu məsələyə müxtəlif yanaşmalar var. Ümumi halda EEA istifadə sahəsindən asılı olaraq qruplara bölünür: məişət, istehsalat, tibbi, hərbi, kənd təsərrüfatı avadanlıqları və s. Lakin qruplar üzrə təsnifat tullantıların tərkibində olan konstruktiv hissələr, hazırlanmasında istifadə edilən elektrik və elektron hissələr, maddə və materiallar haqqında aydın təsəvvür yaratmır. Çünki, eyni elektrik və elektron hissələr və s. qeyd olunan tullantı qruplarının hər birində istifadə oluna bilər, lakin bu sahələr üzrə xarakterik olan tullantıların xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək üçün əlverişlidir.

M.A.İvanova öz məqaləsində [5] təmsil etdiyi afinaj müəssisəsinin sahə maraqlarından çıxış edərək, EEA-nı tərkibindəki material/xammal resurslarına görə təsnif edir və ilk qrupa tərkibində qızıl, gümüş və platin qrupu daha çox olan avadanlıqları daxil edir.

Digər müəlliflər qrupu ET-nin tərkibindəki material/xammal resurslarının çıxarılması və təkrar istehsal dövryyəsinə qaytarılması üçün istifadə edilən texnologiyaların həlledici amil olduğuna əsaslanaraq təsnifatın bu texnologiyalar üzrə aparılmasını təklif edirlər. Onlar ET-nin tərkibinin əsas komponentinin qara metallardan ibarət olduğunu nəzərə alaraq seperasiya, pirometallurgiya və hidrometallurgiya metodlarını əsas qrup kimi qəbul edirlər [6].

Hindistandan olan bir qrup alimin apardığı geniş tədqiqatların nəticələrinə həsr edilmiş icmalda sağlamlıq amilinin həyatı əhəmiyyətini nəzərə alaraq, EEA və tullantıların tərkibində olan element və maddələr insan orqanizmi üçün yaratdığı potensial təhlükələrdən yarana biləcək patoloji hallara (təsir nəticələrinə) görə təsnif edilir: mərkəzi əsəb və ürək-damar sistemi xəstəlikləri yaradan tərkiblərə malik avadanlıqlar və onların tullantılarına eyni qruplarda yer verilir [7].

Tibbi avadanlıqların daha geniş təsnifatı [8]-də verilmişdir. Burada avadanlıqlar radiodalğalar, elektromaqnit dalğaları, infraqırmızı, ultrabənövşəyi, ionlaşdırıcı şüalar, akustik küy generasiya edən, işıqlandırma sistemləri və s. qrupları kimi, eləcə də element və birləşmələrinin təhlükəlilik xüsusiyyətlərinin oxşarlığına görə təsnif edilir.

UNU-nun bir qrup mütəxəssisi dünya və ölkələr üzrə toplanmış və illik istehsal olunan ET-nin statistikasına aid illik məcmularında EEA və ET-lərlə bağlı öz təşkilatlarının – BMT yanında E-tullantılar problemlərinin Həlli Təşəbbüsü Elmi Tədqiqat qrupunun (STEP UNU –Solving the E-Waste Problems) təklif etdiyi, 2012/19/EU Direktivi və Bazel Konvensiyası beynəlxalq sənədlərində qəbul edilmiş təsnifat variantlarının müqayisəli analizini vermiş və hər birinin müsbət və çatışmayan cəhətlərini müqayisə etmişlər. Göstərilmişdir ki, hər bir ölkə ET haqqında milli qanunvericilik sənədlərinin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq bu təsnifatlardan münasib hesab etdiyi variantdan istifadə edə bilər [9].

Qeyd edək ki, göstərilən təsnifat yanaşmalarının hər biri müəyyən müsbət və çatışmayan cəhətlərə malikdir. Müəlliflərin fikrincə, ümumi yanaşma aspektindən EEA-nın təyinat göstəricilərinə (istehlak sahəsinə) görə 2012/19 EC/EP Direktivinin (Directive 2012/19/EU) təsbit etdiyi təsnifat istifadə üçün daha məqsədəuyğundur. ET ilə bağlı məsələlərin tənzimlənməsi sahəsində beynəlxalq standart kimi qəbul olunmuş bu Direktivin təsnifatına görə, aşağıda qeyd olunan və 10 qrupda birləşən 600 adda EEA-nın tullantıları ET hesab edilir:

1. Böyükölçülü məişət cihazları.
2. Kiçikölçülü məişət cihazları.

3. İnformasiya və telekommunikasiya avadanlıqları.
4. Məişət aparatları və fotoelektrik panellər.
5. İşıqlandırma cihazları.
6. Elektrik və elektron alətlər (iri stasionar sənaye dəzgahları istisna olmaqla).
7. Oyuncaqlar, idman malları və istirahət üçün avadanlıqlar.
8. Tibbi cihazlar (bütün implantasiya və yoluxmuş məhsullar istisna olmaqla).
9. Nəzarət və monitorinq alətləri.
10. Vending avadanlıqları.

AB-yə üzv ölkələr milli qanunvericilik sənədlərində EEA-nın bu təsnifatından istifadə edirlər.

3. Elektron tullantıların insan sağlamlığı üçün təhlükəlilik amilinə görə təsnifatı

EEA-nın hazırlanmasında istifadə olunan kimyəvi elementlərin, onların birləşmələrinin və konstruktiv materialların bir çoxu təsir mexanizmlərinə görə toksiki, radioaktiv, qıcıqlandırıcı, kanserojen, infeksiya, teratogen, mutagen və s. Xüsusiyyətlərdən birinə və ya bir neçəsinə malik ola bilər. Tullantı kateqoriyasına keçmiş EEA lazımı qaydada təkrar emal prosesinə uğradılmadan tullantı poliqlonlarına atıldıqda, yuxarıda qeyd olunmuş hallar baş verir və insan sağlamlığı üçün müxtəlif dərəcəli ziyanlı təsir mənbəyinə çevrildiyi üçün təhlükəli tullantılar hesab edilir. Ümumi halda ET-in ziyanlı təsir dərəcəsi bu avadanlıqların tərkibində olan maddələrin təhlükəlilik siniflərindən (dərəcəsi), tullantı kütləsi və çeşidindən, utilizasiya metodlarından, poliqlonlardan yaşayış yerlərinə, su hövzələrinə və yer səthindən qurunt sularınadək olan məsafədən, coğrafi şəraitdən (temperatur dərəcəsi, yağıntının miqdarı, xarakterik səmt küləklərinin gücü və istiqaməti və s.), təsirə məruz qalan insanların sağlamlıq vəziyyətindən, yaşından, cinsindən və s. amillərdən asılıdır. Lakin ziyanlı təsirin xüsusiyyətləri əsasən tərkibindəki element və birləşmələrin təhlükəlilik sinifləri ilə müəyyənəşdirilir. Ona görə də bu tərkiblərin təhlükəlilik siniflərinə təsnif edilməsi əhəmiyyətli məsələ hesab edilir. ET idarəçiliyi ilə məşğul olan bir sıra beynəlxalq təşkilatların tövsiyələrinə görə, təsnifat elə aparılmalıdır ki, sonradan ölkələr və regionlar üzrə statistik məlumatların toplanması və analizi prosesini çətinləşdirməmək üçün eyni kateqoriyadan olan EEA müxtəlif təsnifat qruplarına daxil edilməsin [10]. Bu tövsiyələrə görə, təsnifat qruplarının sayı çox böyük və ya çox az olmamalı və təsnifat əsas xüsusiyyətləri əks etdirən konkret amillər üzrə aparılmalıdır. Bu məqsədlə sağlamlıq/ətraf mühit üçün təhlükəlilyin,

avadanlıqların iş funksiyalarının, onların tərkibindəki maddə/ materialların, çəkilərinin oxşarlığının və əlavə olaraq istismar müddətinin, tipik sıradançuxma səbəblərinin və s. təsnifat üçün əsas kimi qəbul edilməsi tövsiyə edilir.

İşin məqsədinə uyğun olaraq ET-lərin təhlükəlilik amilinə görə təsnifatı aparılmış bir neçə məqalə və normativ aktı nəzərdən keçirək.

Hindistanın bir neçə elmi-tədqiqat mərkəzlərinin əməkdaşlarının uzun illər birgə araşdırmalarının nəticələrinə əsas edilmiş məqalədə [7], həmçinin ET-nin tərkibindəki bəzi təhlükəli elementlərin: civə, xrom və 6 valentli xrom, kadmium, berillium, arsen, qurğuşun və qalay elementlərinin, eləcə də nikel, mis, dəmir və alüminium birləşmələrinin sağlamlıq üçün yaratdığı ziyanlar tədqiq edilmişdir. Tədqiqat obyektini kimi müşahidələr uşaqlar və hamilə qadınlar üzərində aparılmış və patoloji hallar müəyyənəşdirilmişdir.

Digər bir məqalədə Avropanın bir neçə ölkəsinin tədqiqatçılarından formalaşmış qrup son 32 il ərzində yüksək dərəcədə təhlükəli olan dioksin və furan birləşmələri ailəsinə daxil olan bir sıra maddələrin (bromlaşmış antipirenlər, polibrom difenil efirləri, bifenillər, dibenzodioksinlər və dibenzofuranlar, poliaromatik karbohidratlar və s.) insanların a) fiziki sağlamlığına; b) psixi vəziyyətinə; c) təhsilinə; d) cinayət əməllərinə meyilliyinə təsirini araşdırmışdır. Bu məqsədlə onlar tədqiqat mövzusunə aid dərc edilmiş 2274 məqaləni araşdırmışlar. Araşdırılan məqalələr Çinin Quyi, Taycou və Luyi şəhərlərinin poliqlonlarında tullantıların: a) qeyri-formal utilizasiyası ilə məşğul olanların ("qara utilizatorların"); b) rəsmi emal müəssisələrinin işçilərinin; c) poliqlonun yaxınlığında yaşayan sakinlərin sağlamlığına göstərdiyi təsirlərə əsas edilmişdir [11].

Daha bir məqalədə poliqlonlara atılmış müasir mobil telefonların və onların aksesuarlarının tərkibindəki metal hissələrin (Fe, Al, Cu və s.) qeyri-formal işçilər tərəfindən kустar üsullarla tədarükündən sonra qalan kütlənin yandırılması zamanı yaranan təhlükəli maddələrin rentgen spektroskopiyaya, optik emissiya spektroskopiyaya və digər üsullarla aparılan analizlərinin nəticələri və işçilərin sağlamlığına təsiri tədqiq edilir [12].

Müstəqil Dövlətlər Birliyi (MDB) məkanında insan sağlamlığı üçün ziyanlı maddələrin təhlükəlilik dərəcələri ГОСТ 12.1.007-76* standartı ilə müəyyənəşdirilir və 5 təhlükəlilik sinfinə bölünür [13]:

- fəvqəli təhlükəli maddələr;
- yüksək dərəcəli təhlükəli maddələr;
- orta dərəcəli təhlükəli maddələr;
- az təhlükəli maddələr;

- təhlükəsiz maddələr.

Burada hər bir sinfə daxil olan təhlükəli maddələrin siyahısı verilmir, ancaq onların sinfini təyin edən aşağıdakı əsas norma və göstəricilər qeyd edilir:

- iş zonasının havasında konsentrasiyasının yol verilən həddi;
- mədəyə daxil edildikdə, ölümlə nəticələnən orta doza həddi;
- dəri ilə təmasda ölümlə nəticələnən orta doza həddi;
- havada ölümlə nəticələnən konsentrasiyası.

Bu norma və göstəricilərin müəyyənləşdirilməsi isə C12.1.7.1386-03 sanitar qaydaları ilə tənzimlənir, hesablama və ya eksperimental üsullardan biri ilə tapılır: birinci halda tullantıların tərkibindəki təhlükəli maddələrin hər birinin kütlə nisbəti və təhlükəlilik sinfi nəzərə alınmaqla, yekun təhlükəlilik sinfi düsturla hesablanır, ikinci halda isə tərkibindəki hissələrin təcrübə heyvanlarına və müəyyən bitkilərin inkişafına təsiri yoxlanılır. Sənəddə təhlükəlilik siniflərinin bu qaydalarla təyin edilməsi tullantı istehsalçılarının məsuliyyətinə aid edilir. Standartın tələblərinin məcburi olmasına baxmayaraq, bu proses çox mürəkkəb və yorucu olduğundan, demək olar ki, praktikada istifadə edilmir [14].

Göründüyü kimi, ET-nin təhlükəlilik amilinə görə təsnifatı məsələsinə müxtəlif yanaşmalar mövcuddur. Məqalə müəlliflərinin fikrincə, bu məsələdə ən müfəssəl və sadə təsnifat Bazel Konvensiyasında verilmişdir [15]. Beynəlxalq standart kimi qəbul olunmuş bu sənəddə, ET-nin tərkibində olan bütün təhlükəli element və birləşmələrin siyahısı ayrıca və ya qrup halında verilir. Burada element və birləşmələrin "təhlükəliliyi" onların "toksik (zəhərli)", "infeksion", "toksik (uzunmüddətli və ya xroniki xəstəliklər yaradan)", "korroziya yaradan", "ekotoksiki" və s. xüsusiyyətlərdən birinə malik olması ilə əlaqələndirilir (hər birinin tərfi verilir). Sonradan insan sağlamlığı və ətraf mühit üçün təhlükəsi sübut olunmuş digər element və birləşmələr sənədi qəbul etmiş ölkələrlə razılaşdırmaq şərti ilə siyahıya əlavə edilir. Sənəddə maddələr təhlükəlilik siniflərinə bölünür, zişansız maddələrin siyahısı (məsələn, qruplar şəklində) verilmir. Bu halı ET-nin tərkibində olan və bu siyahıya düşməyən element və birləşmələrin "zişansız" kimi qəbul edilməsi kimi başa düşmək olar. Ona görə də müəlliflər ET-nin "təhlükəli" və "təhlükəsiz" kimi iki sinfə təsnif edilməsini daha məqsədəuyğun hesab edirlər. Bu təsnifat xüsusilə təkrar emal prosesində avadanlığın demontajından sonra tərkibində olan hissələrin ilkin zərərsizləşdirilməsi haqqında qərar qəbul etməyə imkan yaradır. Digər tərəfdən, beynəlxalq standartların EEA istehsalı ilə bağlı bir sıra tələbləri də ET-

nin təhlükəsinin müəyyənləşdirilməsinə xidmət edir. Məsələn, 2011/65/EU Direktivində [16] qeyd olunur ki, avadanlıqların konstruktiv vahidlərində istifadə edilən təhlükəli element və birləşmələrin maksimal kütləsi bu vahidlərin kütləsinə nisbətdə aşağıda göstərilən həddən artıq olmamalıdır (2016-cı ildən qüvvədədir):

- qalay – 0.1;
- civə – 0.1;
- kadmium – 0.01;
- 6 valentli xrom – 0.1;
- polibrom bifenilləri – 0.1;
- polibrom difenillərinin efrilləri – 0.1.

Qeyd olunan və digər mənbələrə əsaslanaraq ET-nin tərkibində olan təhlükəli element və birləşmələr haqqında məlumatlar toplanıb sistemləşdirilmiş, istifadə edildiyi əsas EEA, təsir mənbəyi (vasitəsi), mənbədən insana ötürülmə yolu və sağlamlığa əsas təsiredici əlamətlərinə görə təsnif edilərək aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir.

4. Müzakirə və təkliflər

Göründüyü kimi, ET-nin tərkibində bir sıra təhlükəli element və birləşmələr var ki, onlar lazımi qaydada təkrar emal yolu ilə kənarlaşdırılmadıqda, müəyyən şəraitdə insan sağlamlığı üçün potensial təhlükə mənbəyinə çevrilə bilər. Ona görə də hal-hazırda tullantılar problemlərinin həlli hər bir ölkə qarşısında duran aktual və əhəmiyyətli ekoloji problemlərdən biridir.

Bu isə ET-nin effektiv idarəetmə sisteminin yaradılmasını tələb edir. Məlumdur ki, bir sıra inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələrdə tullantıların, ö cümlədən təhlükəli ET-nin belə bir idarəetmə sistemi yaradılmış və inkişaf etməkdədir [6]. Azərbaycanda da təhlükəli tullantıların idarə edilməsi istiqamətində müəyyən işlər görülüb. Məsələn, 1996-cı ildə Azərbaycan Bazel Konvensiyasını (Basel Convention) imzalayıb və 2001-ci ildə Konvensiyaya qoşulub (BMT 1989-cu ildə qəbul edib). "İstehsalat və məişət tullantıları haqqında" Azərbaycan Respublikasının (AR) Qanunu (1998) – çərçivə qanunu qəbul edilib [18]. (2007-ci ildə ikinci redaksiyası qəbul edilib). "Tibbi tullantıların idarə olunmasına dair tələblər" haqqında AR Nazirlər Kabinetinin Qərarı (2007), "Təhlükəli tullantıların pasportlaşdırılması Qaydası" haqqında AR Nazirlər Kabinetinin Qərarı (2003), AR-də təhlükəli tullantıların idarə olunmasının Dövlət Strategiyası (2004) və s. normativ aktlar da bu qəbil-dəndir. Lakin bu sənədlər müasir tələblərə tam cavab vermir və bəzi müddəaları beynəlxalq normalarla ziddiyyət yaradır [19].

Cədvəl 1. ET-nin tərkibində olan təhlükəli element və birləşmələrin sağlamlığa təsiri.

| Element və birləşmələr | İstifadə olunan bəzi elektrik və elektron avadanlıqlar | Təsir mənbəyi (vasitəsi) | Təsir yolu | Sağlamlığa əsas təsiri |
|--|--|---|---|--|
| 1. Davamlı üzvü çirkləndiricilər | | | | |
| Bromlaşmış antipirenlər, polibromlaşmış difenil efirləri | Naqıl, kabel, yanğınadavamlı korpus və örtüklər | Hava, toz, qida məhsulları, su və torpaq | Nəfəs yolu, udma, bətdaxili | Kanserojen, sitotoksin, koqnitiv fəaliyyət pozğunluğu (KFP) |
| Polixlorlaşmış bifenillər | Generator, transformator, kondensator, lüminessent lamp, elektrik mühərriki, elektrik məişət avadanlıqları | Hava, toz, torpaq, su və qida məhsulları (xüsusilə balıq və dəniz məhsullarında bioakkumlyasiya) | Nəfəs yolu, udma, dəri ilə təmas, bətdaxili | Kanserojen, sitotoksin, ağ ciyər xəstəlikləri, o cümlədən ağ ciyər xərçəngi (ACX), uşaqsalma |
| 2. Dioksinlər və furanlar | | | | |
| Polixlorlaşmış dibenzodioksinlər və dibenzofuranlar | Generator, transformator, kondensator, lüminessent lamp, elektrik mühərriki, elektrik məişət avadanlıqları | Hava, qida məhsulları, torpaq, toz, su | Nəfəs yolu, dəri ilə təmas, udma, bətdaxili | İmmun sistemli xəstəliklər, mərkəzi sinir sistemi xəstəlikləri (MSSX), qara ciyər, böyrək, dəri örtüyü pozğunluqları |
| Dioksinəbənzər polixlorlaşmış bifenillər | Generator, transformator, kondensator, lüminessent lamp, elektrik mühərriki, məişət avadanlıqları | Qida məhsulları, hava, torpaq, toz, su (xüsusilə balıq və dəniz məhsullarında bioakkumlyasiya olunur) | Udma, nəfəs yolu, dəri ilə təmas | Diabet, hipertoniya, ürək-damar xəstəlikləri (ÜDX) |
| Poliaromatik karbohidratlar | Naqıl, kabel, radiyelektron cihazların korpusu | Hava, toz, torpaq, qida məhsulları | Nəfəs yolu, dəri ilə təmas, udma | Kanserojen, sitotoksin, ACX, uşaqsalma |
| 3. Elementlər | | | | |
| Qalay və birləşmələri | Çap platalar, elektron şüa borusu (EŞB), lamp, televizor, batareya, mobil telefon | Hava, toz, su, torpaq | Nəfəs yolu, udma, dəri ilə təmas | Diabet, hipertoniya, ÜDX, parkinson xəstəliyi |
| Altı valentli xrom | EEA-nın üzvlənməsi, yaddaş elementləri | Hava, toz, su, torpaq | Nəfəs yolu, udma, dəri ilə təmas | Kanserojen, sitotoksin, ACX |
| Kadmium və birləşmələri | Kontakt çeviriciləri, razyom, çap plata, batareya, yarımkeçirici çip, sürətçıxarma aparatı, elektron şüa borusu, mobil telefon | Hava, toz, torpaq, su, qida məhsulları (xüsusilə düyü və meyvələr) | Nəfəs yolu, dəri ilə təmas, udma | Diabet, hipertoniya, ÜDX, ACX |
| Civə və birləşmələri | Termostat, vericilər, çap plataların elementləri, lüminessent lamp | Hava, civə buxarı, su, torpaq, qida məhsulları (xüsusilə balıqlarda bioakumlyasiya olunur) | Nəfəs yolu, dəri ilə təmas, udma | KFP, psixi sağlamlıq pozğunluğu, görmə pozğunluğu |
| Sink və birləşmələri | EŞB (elektron şüa borusu), lehimləyici, radiotexniki məmulatların metallik üzvlənməsi | Hava, su, torpaq | Nəfəs yolu, udma, dəri ilə təmas | Sarılıq (Botkin xəstəliyi), BXŞ (bədxassəli sislər), sonsuzluq, konyuktivit, sümük osteoporozu |
| Nikel birləşmələri | Batareya və akkumlyator, ferromaqnetik, radiotexnik məmulatların metallik üzvlənməsi | Hava, torpaq, su, bitkilər, qida məhsulları | Nəfəs yolu, udma, dəri ilə təmas, udma, bətdaxili | Kanserojen, genotoksin, ACX |
| Litium birləşmələri | Batareya və akkumlyator, termoelektrokimya çeviriciləri | Hava, torpaq, su, bitki məşəli qida məhsulları | Nəfəs yolu, dəri ilə təmas, udma | ACX |

| | | | | |
|---------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| Barium birləşmələri | Batareya və akkumulyator, rentgenoskopik aparatlar | Hava, torpaq, su, qida məhsulları | Nəfəs yolu, dəri ilə təmas, udma | Mədə-bağırsaq traktı xəstəlikləri, ÜDX, MSSX, göz xəstəlikləri, ürək iflici |
| Berillium və birləşmələri | İnteqral sxem, radioelektronika avadanlıqlarının komponentləri, qida bloku, kompüter, flüoresent lampa | Hava, qida məhsulları, su | Nəfəs yolu, udma, bətibaxılı, | Kanserojen, kəskin və xroniki pnevmonit, sarkoidoz, kəskin berilioz |
| Mis və birləşmələri | İnteqral sxem, avadanlıqların komponentləri, rəzyom, çap plata, naqıl | Hava, su, qida məhsulları | Nəfəs yolu, udma | MSSX, QCX (qara ciyər xəstəlikləri), Alsqeymer xəstəliyi, ateroskleroz |

Eləcə də, bu günədək ET idarəçiliyi ilə bağlı xüsusi qanunvericilik bazası işlənmiş, müvafiq təkrar emal infrastrukturunu yaradılmamışdır. İndiyə-dək ev təsərrüfatlarında, idarə və müəssisələrdə yaranan ET, bir qayda olaraq, qarışıq tullantılar kimi atılır.

Məsələn, AR Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatına görə, 2016-cı ildə, ölkədə toplanmış və tərkibində civə olan 2.0 ton həcmində maddələr, 4.1 ton lüminessent lampalar, 41.6 ton batareya və akkumulyatorlar kimi təhlükəli ET bütövlükdə, yəni heç bir ilkin və təkrar emal prosesini keçmədən tullantı poliqonlarına atılmışdır [20].

Sonrakı illərdə də bu praktika davam etdirilib (daha az kütlə ilə). Əhalidən topladıqları və poliqonlara atılan təhlükəli ET-nin kustar üsullarla təkrar emalını aparan qeyri-formal qrupların fəaliyyəti isə özlərinin və digər-lərinin sağlamlığına daha ciddi təhlükə yaradır.

Ona görə də, müəlliflərin fikrincə, ölkəmizin ekoloji, iqtisadi, texnoloji, sosial, mədəni və s. milli xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, ET-nin effektiv idarəetmə sisteminin yaradılması dövlətimiz qarşısında duran ən aktual məsələlərdən biri olmalıdır.

Bu məqsədlə:

- ET idarəçiliyi sahəsində respublikamızda mövcud vəziyyət və problemlər dərindən analiz edilməli;

- qabaqcıl ölkələrin təcrübəsi öyrənilib ET-nin milli idarəetmə sisteminin yaradılması işinə başlanılmalıdır. Bu sistem xüsusi qanunvericilik bazasının, təşkilati-idarəetmə metod və mexanizmlərinin, maliyyələşdirmə, informasiya təminatı sisteminin və s. tərkiblərin, eləcə də ET-nin yaranma anından başlayaraq ləğv edilməsindən tam həyat dövrünü (selektiv yığım, toplama, saxlama-anbarlama, təkrar istifadə, ilkin və təkrar emal, utilizasiya, ləğvetmə, nəql və s.) əhatə edən infrastrukturun yaradılmasını əhatə etməlidir.

5. Nəticə

Məqalədə EEA tullantılarının yaratdığı ekoloji problemlərə baxılmış və bu problemlərin həllinin aktuallığı əsaslandırılmışdır. Göstərilmişdir ki, ET-nin tərkibində bir sıra kimyəvi elementlər, birləşmələr və materiallar var ki, bu tullantılar lazımi qaydada təkrar emal prosesinə uğradılmadan poliqonlara atıldıqda, işçi heyət və ətrafda yaşayan insanların sağlamlığı üçün potensial təhlükə mənbəyinə çevrilə bilər. Aşkarlanmışdır ki, EEA tullantı kateqoriyasına keçən andan, bir qayda olaraq, üç hala məruz qalır: digər tullantılarla birlikdə qarışıq halda poliqonlara atılır, yandırılır və ya torpağa basdırılır. Hər üç halda yaranan maddə və birləşmələrin hava, torpaq, su hövzələrinə təsir xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilmişdir. Tərkibində təhlükəli element, birləşmələr və materiallar olan ET sistemləşdirilmiş və onların "ziyanlı-ziyansız" prinsipi üzrə təsnif edilməsi təklif edilmişdir. ET-nin insan sağlamlığı üçün yaratdığı əsas xəstəliklərin və digər patoloji halların təsnifatı işlənmişdir. ET-nin təhlükəli tərkiblərinin yaratdığı ziyanlı mühit, insan orqanizminə ötürülmə yolu və sağlamlıqla bağlı yaratdığı hallar arasındakı səbəb-nəticə əlaqələri müəyyənləşdirilmişdir.

Tədqiqatın nəticələrindən EEA tullantılarının problemləri ilə məşğul olan mütəxəssislər və sağlamlığının təhlükəsizliyi ilə maraqlanan və-təndəşlər istifadə edə bilərlər.

Ədəbiyyat

1. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and the Council. (2012). On waste, electrical and electronic equipment. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32012L0019>
2. Directive 2008/98/ec of the European Parliament and of the Council (2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union, 15(034), 99-126.

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
3. Balde, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. (2017). The Global E-waste Monitor. Quantities, Flows, and Resources–2017, Bonn/Geneva/Vienna. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA). https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste-Monitor-2017_electronic_single_pages.pdf
 4. Forti, V., Balde, C.P., Kuehr, R., Bel, G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, Flows and the circular economy potential. Bonn/Geneva/Rotterdam: UNU/UNITAR SCYCLE, ITU & ISWA. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:7737/GEM_2020_def_july1.pdf
 5. Иванова, М.А. (2016). Исследование возможности использования международных практик переработки электронного лома. Красноярск. http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/26962/po_prilozheniyu_2_magisterskaya_dissertaciya_m.a.ivanov_a.pdf?sequence=2
 6. Шубов, Л.Я., Иванков, С.И., Скобелев, К.Д., Доронкина, И.Г., Загорская, Д.А. (2020). Систематизация технологий переработки и утилизации электронного и электротехнического лома. Экологические системы и приборы, 2, 35-48. <https://doi.org/10.25791/esip.02.2020.1138>
 7. Mahipal Singh Sankhla, Mayuri Kumari, Manisha Nandan, Shriyash Mohril, Gaurav Pratap Singh, Bhaskar Chaturvedi, Dr. Rajeev Kumar (2016). Effect of Electronic waste on Environmental & Human health-A. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology, 10(9), 98-104. https://scholar.google.com/scholar?q=Effect+of+Electronic+waste+on+Environmental+%26+Human+health-A&hl=en&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar
 8. Агаев, Б.С., Мехтиева, Ш.А., Алиев, Т.С. (2018). О вредных воздействиях медицинских электронных оборудования и их отходов на здоровье человека и окружающую среду. Москва, Информационное общество, 6, 30-38.
 9. Wang, F., Huisman, J., Balde, K., Stevels, A. (2012). A systematic and compatible classification of WEEE. Berlin: Tudelft publishing house. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ad2185f76-94cf-4c98-a719-cf81ff538ea1>
 10. Forti, V., Balde, C.P., Kuehr, R. (2018). E-waste Statistics. Guidelines on classification, reporting and indicators. Second edition. Bonn: UNU. <https://www.readkong.com/page/e-waste-statistics-guidelines-on-classification-6082715>
 11. Kristen Grant, Fiona C Goldizen, Peter D Sly, Marie-Noel Brune, Maria Neira, Martin van den Berg, Rosana E Norman (2013). Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review. Lancet Glob Health, 1, 350-361. [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(13\)70101-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(13)70101-3/fulltext)
 12. Sonawane, P.M. and Gupta, S.G. (2020). Detailed Quantification of Toxic and Precious Metal Content of Scrap Mobile PCB by FE SEM/EDAX and Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy Method. Applied Ecology and Environmental Sciences, 8(2), 55-63. <http://www.sciepub.com/AEES/abstract/11666>
 13. Гост 12.1.007-76. Вредные вещества. (2007). Классификация и общие требования безопасности Москва: Стандартинформ. <http://docs.cntd.ru/document/5200233>
 14. СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсических отходов производства и потребления (2011). <https://docs.cntd.ru/document/901865875>.
 15. Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. Switzerland: International Environment House (1989). <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>
 16. Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011. On the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS). Official Journal of the European Union, 15(032), 147-169. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2011/65/oj>
 17. Агаев, Б.С., Алиев, Т.С. (2015). О практике управления электронными отходами в Европейском союзе. Проблемы Информационного Общества, 1, 81-88.
 18. İstehsalat və məişət tullantıları haqqında AR Qanunu, 1998. <http://www.e-qanun.az/framework/3186>
 19. Обзор существующего национального и международного законодательства в области контроля трансграничных перемещений опасных отходов и экологически безопасного управления ими в странах СНГ (2015). Москва: Центр международных проектов.
 20. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi. (2016). Təkrar xammalın istifadəsi. Komitənin Statistik İllik Bülleteni. <https://www.stat.gov.az/source/environment/>

¹Bikes S. Agayev, ²Sail B. Agayev

^{1,2} Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Information Technology, B.Vahabzade str., 9A, AZ1141, Baku, Azerbaijan

¹Бикес С. Агаев, ²Саил Б. Агаев

^{1,2} Национальная Академия Наук Азербайджана, Институт Информационных Технологий, ул. Б.Вахабзаде, 9А, AZ1141, Баку, Азербайджан



¹ 0000-0002-5258-7718