

ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐ՝ ԿՕՍ-ԹԱՓՈՆՆԵՐԻ
ՈՉԼՉԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ

ԱՐՆԻԿԱ - Ի և ՀԿՀԱԱՇՄ
Ի ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ԹԵՐԹԻԿ



Աշխարհի շատ մասերում ժառանգությունն փասցած կայուն օրգանական աղտոտիչների (ԿՕՍ-ներ), օրինակ, պոլիքլորացված բիֆենիլների (ՊՔԲ-ներ), քլորօրգանական պեստիցիդների, բրոմ պարունակող անտիպիրենների, ֆտոր պարունակող քիմիկատների կուտակումները սպառնալիք են մարդու առողջության և շրջակա միջավայրի համար: ԿՕՍ- թափոնները կամ պետք է ոչնչացվեն կամ անդառնալիորեն կերպափոխվեն այնպիսի կայուն մեթոդներով, որոնք հնարավորինս առավելագույն չափով համապատասխանում են հետևյալ չափանիշներին՝

- ոչնչացման 100% արդյունավետություն՝ հաշվի առնելով տրամադրված թափոնների ծավալը և էլքային արդյունքները (գազային, հեղուկ և կարծր),
- ողջ գործընթացի արդյունքում առաջացած փացորդային քանակների տարածման զսպում, որպեսզի, հնարավոր լինի կատարել սկրինինգ, իսկ անհրաժեշտության դեպքում, նաև վերամշակում՝ 100% ոչնչացման արդյունավետություն ապահովելու համար,
- գործընթացի արդյունքում անվերահսկելի արտանետումների առաջացման բացառում:

Վտանգավոր թափոնների այրման համակարգեր

Անցած չորս տասնամյակների ընթացքում օրգանական աղտոտիչների ոչնչացումն հիմնականում իրականացվել է այրման մեթոդի կիրառմամբ: Սակայն, այս տեխնոլոգիայի հետ կապված, գոյություն ունեն մի շարք խնդիրներ: Օրգանական միացությունների այրումը 850°C-ից ավել ջերմաստիճանում, երբ ապահովված է բավարար տուրբուլենտություն և թթվածնի ավելցուկ, հանգեցնում է ոչ թունավոր վերջնական արդյունքների, օրինակի համար, ածխածնի երկօքսիդի (CO2) և ջրի (H2O) առաջացմանը: Սակայն, կողմնակի ռեակցիաները, որոնք հանգեցնում են թունավոր կողմնակի արգասիքների առաջացմանը, անխուսափելիորեն ծագում են հատկապես այնպիսի թափոնների այրման ժամանակ, որոնք պարունակում են հալոգեններ և պոլիքլորացված դիօքսինների և ֆուրանների (PCDD/FS) հիմնական նյութեր (հատկապես



Ministry of Foreign Affairs
of the Czech Republic



CZECH REPUBLIC
DEVELOPMENT COOPERATION

Չեխիայի Հանրապետության արտաքին գործերի նախարարություն

Չեխիայի Հանրապետության Զարգացման համագործակցություն

Սույն տեղեկատվական թերթիկը տպագրվել է Եվրամիության, Չեխիայի Զարգացման գործակալության և Չեխիայի Հանրապետության արտաքին գործերի նախարարության ֆինանսական աջակցությամբ: Սույնի բովանդակությունը պատկանում է Արևիկա ասոցիացիային և «Հայ կանայք հանուն առողջության և առողջ շրջակա միջավայրի» հասարակական կազմակերպությանը և չի կարող դիտարկվել որպես Եվրամիության կամ Չեխիայի Հանրապետության դիրքորոշման արտացոլում:

ՊԲԲ-ներ, քլորֆենոլներ, քլորբենզոլներ և այլ քլորացված արոմատիկ միացություններ) (Blumenstock et al., 2000, Huang and Buekens, 2001; Jiang et al., 1997, McKay, 2002), իսկ նմանատիպ բրոմ պարունակող միացությունները հանգեցնում են պոլիբրոմացված դիօքսինների և ֆուրանների (PBDD/Fs) և պոլիհալոգենացված դիօքսինների և ֆուրանների (PXDD/Fs) ձևավորմանը (Weber and Kuch, 2003; Schüler and Jager, 2004): Օրեցօր ավելի խստացող կանոնակարգերի կիրառման արդյունքում, ըստ որոնց պահանջվում է ավելի արդյունավետ պայքար՝ օդի աղտոտման դեմ և մշտադիտարկում (մոնիթորինգ)` գազային արտանետուժների նկատմամբ, զգալիորեն կրճատվել են մթնոլորտային օդ դիօքսինների և ֆուրանների արտանետուժերը, սակայն, այդպիսի արդյունքներ գրանցվել են ոչ բոլոր դեպքերում: Այնուամենայնիվ, արտանետուժերը, որոնք գոյանում են թափոնների մշակման, ինչպես նաև չկանխատեսված ձևով թերի այրման արդյունքում, կաձված օգտագործված տեխնոլոգիայից, աշխատանքային պայմաններից և կոշտ թափոնների կառավարումից, արտանետվելով մթնոլորտ, կարող են հանգեցնել կողմնակի նյութերով աղբայրիչ գործարանի շրջակայքի և ջրային ավազանների աղտոտմանը (Weber et al., 2008): Արտանետված թունավոր կողմնակի նյութերը, օրինակ, դիօքսինները և ֆուրանները, որոնք հայտնի են որպես մարդու համար քաղցկեղածիններ, կարող են թափանցել սննդային շղթա (Malisch et al., 1999): Գիտական գրականությունում տրված են մի շարք այդպիսի դեպքերի նկարագրություններ (Goovaerts et al., 2008; Holmes et al., 1994, 1998; Kim et al. 2006; Lovett et al., 1998): Այրման մեթոդի կիրառությունը սահմանափակող գործոններից է համեմատաբար բարձր զինը (DOE, 1999; Haglund, 2007), հատկապես, այրման այնպիսի համակարգերի (ինսիներատոր) շահագործման համար, որոնք հազեցած են աղտոտվածությունը վերահսկող սարքերով և ունեն մոնիթորինգի իրականացման ու փագորդային քանակների մշակման հնարավորություններ: Օախսերն ավելանում են` կապված նաև այրման գործարան վտանգավոր թափոնների փոխադրման հետ: Ցեմենտի վառարանները գործում են 1450°C կամ ավելի բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում, սակայն դրանցից միայն մի քանիսն են բավարարում v ԿՕՍ-ների այրման համար անհրաժեշտ տեխնիկական պահանջները: Այրման գործարաններն երբեք չեն ապահովել ոչնչացման բարձր արդյունավետություն: Ավելին, դրանց արդյունավետ շահագործման համար պահանջվում են թանկ սարքավորուժներ՝ թափոնների խառնման, տրամադրման և մոնիթորինգի իրականացման համար (Rahuman et al., 2000): Այրման միջոցով թափոնների ոչնչացման արդյունավետության վերաբերյալ առ այսօր չի տրվել որևէ համապարփակ գնահատական (վտանգավոր թափոնների այրում, ցեմենտի վառարաններ) (Weber, 2007): Այնուամենայնիվ, որոշ փորձարկուժների աղյունքում պարզվել է, որ թափոնների ոչնչացման այրման սարքավորուժների արդյունավետությունը, համեմատած ոչ այրման տեխնոլոգիաների հետ, ավելի ցածր է (Rahuman et al., 2000):

Այս բարդությունները, ինչպես նաև ԿՕՍ-ների և վտանգավոր թափոնների այրման նկատմամբ հասարակության ընդդիմությունը հանգեցրել են այլընտրանքային և ոչ այրման մեթոդների հետազոտմանը:

Թափոնների ոչնչացման այրում չենթադրող մեթոդներ

Այս տեխնոլոգիաների ժամանակ օգտագործվում են ֆիզիկական և քիմիական այնպիսի գործընթացներ, որոնց միջոցով ԿՕՍ պարունակող թափոնները վեր են ածվում ավելի պակաս ֆասսակար նյութերի: Որոշ երկրներում գոյություն ունեն ոչ այրման, բարձր ջերմաստիճանային արդյունաբերական տեխնոլոգիաներ, որոնք ունեն ԿՕՍ-ների կուտակուժների ոչնչացման թույլտվություն (լիցենզիա): Ստորև ներկայացված են այդ տեխնոլոգիաներից չորսը, ինչպես նաև տրված է այն տեխնոլոգիայի նկարագիրը, որը կիրառվում է ռեակցիայի մեղմ պայմաններում (սենյակային ջերմաստիճան և ճնշում):

Քիմիական վերականգնում գազային փուլում

Այս տեխնոլոգիայի կիրառության ժամանակ, գազային փուլում 850°C կամ ավել ջերմաստիճանում, ցածր ճնշման և թթվածնի բացակայության պայմաններում ջրածինը ռեակցիայի մեջ է մտնում օրգանական միացությունների հետ, դրանք հիժմականում տարրալուծելով մեթանի, աղաթթվի (որն ավելի ուշ չեզոքացվում է), և որոշ քանակի ցածր մոլեկուլային կշռով ածխաջրածինների: Հաշվի առնելով այն, որ ջրածնի հետ ռեակցիան տեղի է ունենում գազային փուլում, անհրաժեշտ է նախնական մշակման ենթարկել բարձր խտությամբ ԴՂՏ, հեքսաքլորբենզոլ, պոլիքլորացված դիբենզոդիօքսիններ և դիբենզոֆուրաններ պարունակող հեղուկ և կոշտ թափոնները, ինչպես նաև տրանսֆորմատորների և կոնդենսատորների յուղերում պարունակվող պոլիքլորացված բիֆենիլները: Այս տեխնոլոգիան կարող է լինել անշարժ (ստացիոնար), ինչպես նաև` շարժական:

Բոլոր արտանետուժները և փագորդային քանակները հնարավոր է որսալ և վերամշակել, եթե դրա անհրաժեշտությունը կա: Դիօքսիններ և ֆուրաններ չեն հայտնաբերվել գործընթացի արդյունքում առաջացած գազում, սակայն ցածր մակարդակներով հայտնաբերվել են բնական գազայրիչում, որն օգտագործվում է ռեակտորը տաքացնելու համար (UNEP, 2004): Կարծր նստվածքներն առաջանում են կոշտ թափոններից, սակայն սրանք պետք է հարմար լինեն աղբավայրում թավելու տեմպ, չնայած Միացյալ ազգերի շրջակա միջավայրի պաշտպանության գործակալությունը (UNEP, 2003) նշում է, որ կարծր նստվածքներում ԿՕՍ-ների հետքերը կարող են պահպանվել:

Համաձայն Ավստրալիայում և Կանադայում գործող օբյեկտների վերաբերյալ <<Էկո Լոջիկ>> ընկերության զեկույցում ներկայացված տվյալների, պոլիքլորացված բիֆենիլների, ԴՂՏ-ի և հեքսաքլորբենզոլի ոչնչացման արդյունավետությունը` DE-ն մեծ է 99,9999%-ից, իսկ դիօքսինների և ֆուրանների համար DE > 99,9995% (“Eco Logic, 2002): Այս տեխնոլոգիայի արտադրողականությունն ամսական կազմում է 150, իսկ տարեկան` 1800 տոննա: Մակայն, մոդուլային ծրագրերի մշակման շնորհիվ, արտադրողականությունը կարող է կրկնակի անգամ մեծանալ (IHPA, 2002): ԱՄՆ Շրջակա միջավայրի պաշտպանության գործակալությունը 2005թ.-ին հայտարարել է, որ այս տեխնոլոգիան տնտեսապես արդյունավետ չի կարող համարվել, սակայն վերջերս հանդես է եկել մի հայտարարությամբ, ուր ասվում է, որ ներկայումս

« տնտեսական արդյունավետության բարելավման նպատակով, մեթոդը ձևափոխվում է» (EPA., 2010):

Կատալիտիկ քայքայում

Այս տեխնոլոգիան համարվում է ԱՄՆ Շրջակա միջավայրի պաշտպանության գործակալության կողմից նախկինում մշակված կատալիտիկ ապաքլորացման գործընթացի կատարելագործված տարբերակը: Գործընթացը բաղկացած է մշակման երկու առանձին քայլից: Առաջինն անուղղակիորեն 200 - 400°C ջերմաստիճանում տաքացվող ջերմային դետրբուժն է (կլանվածքագատում), որն օգտագործվում է մշակվող միջավայրի ֆասսազերծման համար, այնուհետև ԿՕՍ-ները մաքուր քիմիական նյութերի կամ խտանյութերի տեսքով, որոնք ստացվում են դետրբման արդյունքում, քայքայվում են քիմիական ռեակցիայի միջոցով: Ապահալոգենավորումը տեղի է ունենում, երբ ընտրված քիմիկատներն, այդ թվում նատրիումի հիդրօքսիդը (հիմք) խառնվում են խտացված աղտոտիչների հետ և տաքացվում են ռեակտորում` 236°C ջերմաստիճանում: Եթե կրող յուղը չի համապատասխանում ոչնչացման չափանիշներին, այն վերադարձվում է ռեակտոր և կրկին տաքացվում: Այս տեխնոլոգիայի միջոցով հնարավոր է մշակել հատկապես, պոլիքլորացված բիֆենիլներով, դիօքսիններով և ֆուրաններով աղտոտված հեղուկները, հողերը, տիղմերը և նստվածքները: Մշակված հողը կարող է օգտագործվել որպես լցվածք: Տեխնոլոգիան կարող է լինել անշարժ կամ շարժական (EPA, 2005; Rahuman et al., 2002, UNEP, 2004):

Ավելի հին կառույցների համեմատ, այսօրվա գործարանները հազեցած են վերջնական պրոդուկտ գազից խառնուրդները կամ անցանկալի նյութերը հեռացնող և զտող հարմարանքներով: Արտանետուժները լինում են ցածր խտություններով և արտանետված պրոդուկտ գազի ընդհանուր ծավալն ավելի փոքր է լինում, քան դա լինում է այրման վառարաններում (UNEP, 2004):

Կատալիտիկ ռեակտորը կարող է օրական մշակել 2-12 տոննա ԿՕՍ- թափոն, մոդուլների թվի ավելացմամբ կարելի է հասնել ավելի բարձր արտադրողականության: Ոչնչացման բարձր արդյունավետություն է գրանցվել պոլիքլորացված բիֆենիլների, դիօքսինների ու ֆուրանների մշակման ժամանակ (UNEP, 2004): Այս տեխնոլոգիայով մշակման համար պահանջվում է կարճ ժամանակ, քիչ էներգիա, շահագործման և պահպանման համեմատաբար ցածր ծախսեր: Համակարգի լայնածավալ աշխատանքի համար պահանջվող ծախսերն, այրման տեխնոլոգիայի շահագործման ծախսերի համեմատ, պակաս են 25%-ով (Rahuman et al., 2000):

Օքսիդացում գերտաք ջրում.

Քիմիական ոչնչացման շատ տեխնոլոգիաների հիմքում ընկած է օրգանական միացությունների և հիդրօքսիլ ռադիկալների միջև տեղի ունեցող ռեակցիան: Գերտաք ջրում, որն օժտված է կատալիզատորի հատկություններով, օրգանական աղտոտիչները դառնում են խիստ լուծելի և արագ ռեակցիայի մեջ են մտնում օքսիդիչների հետ: Վերջնական քայքայման արդյունքում առաջանում են ածխածնի երկօքսիդ, ջրային ու հանքային թթուներ և աղեր: Ջրի գերտաք փուլն առաջանում է բարձր ջերմաստիճանի (374°C) և ճնշման (24-28 մեգապասկալ) պայմաններում

(EPA, 2005; Rahuman et al., 2000; Veriansyah et Kim, 2007): Արտանետվող գազերը չեն պարունակում ազոտի օքսիդներ, թթու գազեր կամ մասնիկներ և պարունակում են 10 ppm-ից պակաս ածխածնի մոնօքսիդ (Environment, Australia, 1997): Այս տեխնոլոգիան հարմար է հողերի, նստվածքների և հեղուկ թափոնների վերամշակման համար, որոնք աղտոտված են, օրինակ պոլիքլորացված բիֆենիլներով և թունաքիմիկատներով: Մեթոդը հարմար է նաև ցածր կամ բարձր խտություններով վտանգավոր ռազմական թափոնների մշակման համար: Տեխնոլոգիան շարժական է (IHPA, 2008; Marulanda, 2010):

Նախկին համակարգերում մշտապես առաջանում էր սարքավորուժների կոռոզիայի խնդիր: Ներկայումս այս տեխնոլոգիան շահագործող գործարաններն օգտագործում են հակակոռոզիոն կայուն նյութեր և հատուկ կառուցվածքների սարքավորուժներ: Անհրաժեշտության դեպքում, վերամշակման նպատակով հնարավոր է սպահովել բոլոր արտանետուժների և նստվածքների որսումը (UNEP, 2004):

Շրջակա միջավայրի պաշտպանության գործակալությունը (EPA, 2005), ինչպես նաև Ռահումանը (Rahuman et al..2000) ոչնչացման արդյունավետության վերաբերյալ ոչ մի տվյալ չեն ներկայացրել, սակայն, ՄՄԿ-ի Շրջակա միջավայրի ծրագրի (UNEP) 2004թ.-ի հաշվետվությունում այս տեխնոլոգիայի արդյունավետությանը տրված է բարձր գնահատական: Հեքսաքլորցիկլոհեքսանի և պետսիցիդների միջազգային ասոցիացիայի (IHPA) 2008թ.-ի զեկույցում ցածր խտություններով թունաքիմիկատների ոչնչացման արդյունավետությունը գնահատվում է մոտ DE > 99,99995% : Այն թափոնների համար, որոնք պարունակում են առավելագույնը 20% օրգանական ածխածին, այս տեխնոլոգիան համարվում է շատ ավելի քիչ ծախսատար, քան այրման մեթոդը (Boock, 1996): Շահագործման որոշ խնդիրների պատճառով այս տեխնոլոգիայի արդյունաբերական կիրառությունը ներկայումս սահմանափակ է, սակայն գիտնականներ Վերիանզիահը և Կիմը (Veriansyah and Kim, 2007) պնդում են, որ նոր տեխնոլոգիաներում ավելի շատ ներդրուժներ կատարելով, հնարավոր կլինի վերացնել տեխնոլոգիայի ներկայիս տեխնիկական սահմանափակուժները: Վերջերս Մարուլանդան (Marulanda, 2010) հայտարարել է, որ գերտաք ջրում օքսիդացման տեխնոլոգիան Հարավային Ամերիկայի երկրների համար կարող է դառնալ այրման մեթոդի տնտեսապես կենսունակ այլընտրանք:

Վերականգնում նատրիումով

Այս շարժական կամ անշարժ տեխնոլոգիան լայնորեն կիրառվել է արտադրական տեղամասերում` տրանսֆորմատորների յուղերից ցածր կամ բարձր խտություններով պոլիքլորացված բիֆենիլների հեռացման համար: Հիմսական սկզբունքն այն է, որ հանքային յուղերում մետաղական նատրիումի դիսպերսիայի ժամանակ, հիժմային մետաղով վերականգնելու ճանապարհով քլորն անջատվում է պոլիքլորացված բիֆենիլներից, որի արդյունքում առաջանում են հալոգենացված բիֆենիլներ, նատրիումի քլորիդ, նավթի հիմքով յուղ և ջուր: Տրանսֆորմատորային յուղերի մշակման արտադրողականությունը օրական 15 հազ. լիտր է: Այս տեխնոլոգիայի արդյունավետության

վերաբերյալ չկա որևե գնահատական։
Չկա նաև բավարար, մատչելի տեղեկատվություն`
ժաացորդային քանակների բնութագրերի մասին։
Ինչպես ցանկացած գործընթաց, այս գործընթացում
ևս կա մտահոգություն` կապված այն բանի հետ, որ
պոլիքլորացված բիֆենիլների ժաացորդային քանակությունները կարող են պահպանվել տրանսֆորմատորների ծակոտկեն նյութերում, եթե տրանսֆորմատորների յուղերը մշակվեն արտադրական տեղամասում։ Այնուամենայնիվ, այս մոտեցումը լայն կիրառություն ունի ավելի քան 2 տասնամյակ (UNEP, 2004)։

Գնդիկավոր աղացում (մեխանիկաքիմիական ապահալոզենավորում)

Գնդիկավոր աղացները մեխանիկաքիմիական ապահալոզենավորման ռեակտորներ են, որոնք օգտագործվում են պոլիքլորացված բիֆենիլների և այլ քլորօրգանական աղտոտիչների ապահալոզենավորման համար։ Ապահալոզենավորումը տեղի է ունենում ավկալիական մետաղի և ցածր թթվայնության ջրածնի աղբյուրի ներկայությամբ։ Այն կարող է կիրառվել աղտոտված նյութերի, ինչպես նաև բարձր խտությամբ կամ մաքուր քիմիական նյութերի քայքայման համար` անկախ դրանց ֆիզիկական վիճակից։ Աղտոտիչները վերացվում են ուղղակիորեն աղտոտված նյութի ներսում (Birke et al., 2004, UNEP, 2004)։ Թեև մեխանիկաքիմիական քայքայուժն իրականացվում է ցածր ջերմաստիճանում, աղացված նյութի ներսում ջերմաստիճանը հասնում է մինչև Ցելսիուսի մի քանի հազար աստիճան, երբ հատիկները բարձր արագության տակ բախվում են ամուր մակերևույթին (Heinicke, 1984)։ Վերջնական արդյունքում ստացվում է փոշի, որը հնարավոր է հետագա մշակման կարիք ունենա (IHPA, 2008)։

Գնդիկավոր աղացները լինում են տարբեր չափերի և կառուցվածքների։ Այս տեխնոլոգիայի միջոցով հնարավոր է մշակել մինչև մի քանի տոննա թափոն։ Մեխանիկաքիմիական քայքայումը տնտեսապես արդյունավետ է և էներգիայի ցածր սպառման շնորհիվ նաև անվտանգ է շրջակա միջավայրի համար։ Շնորհիվ այն հանգամանքի, որ ռեակցիան տեղի է ունենում մեղմ պայմաններում և փակ համակարգում, ակնկալվում է, որ շրջակա միջավայր ոչ մի ժսասակար արտանետում տեղի չի ունենում (Birke et al., 2004, UNEP, 2004)։

IHPA-ն (2008թ.) գնդիկավոր աղացի միջոցով ոչնչացման արդյունավետությունը գնահատում է որպես DE > 99,999%։ Բիրկեն և այլոք (Birke et al., 2004) նշում են, որ կարծր կամ հեղուկ մատրիցաներում ՊՔԲ -ները մի քանի բոպեից մինչև մի քանի ժամ ժամանակահատվածում հնարավոր է քայքայել մինչև ոչ հայտնաբերելի խտությունների մակարդակներ (հիժսված լաբորատոր ուսուժսասիրությունների վրա)։ Մակայն, քանի որ ներկայումս այս տեխնոլոգիայի արդյունաբերական կիրառությունը խիստ սահմանափակ է, արդյունաբերական շահագործման պայմաններում արտանետուժների, արդյունավետության, արտադրանքի և քայքայման միջանկյալ արդյունքների և այլ կարևոր պարամետրերի մասին տեղեկատվությունը նույնպես սահմանափակ է։ Հարցեր կան նաև` կապված ոչնչացման արդյունավետության, գործընթացի համար անհրաժեշտ ազենտների ծավալի և թունավորության հետ (IHPA, 2008)։ Նոր Զելանդիայում թունաքիմիկատներով աղտոտված

հողերի մշակման համար այս տեխնոլոգիայի կիրառման արդյունքում, թունաքիմիկատների խտությունները կրճատվել են մոտ 90%-ով։ Մտահոգություններ եղել են` կապված դիօքսինների և ֆուրանների մթնոլորտային օղ հնարավոր արտանետուժների (PCE, 2010; PCE, 2008) և գործընթացում օգտագործված նյութերի այն պոտենցիալ մակարդակների հետ, որոնք ժսացել են մշակված հողում։

Հարցեր, որոնք պահանջում են պատասխաններ

ԿՕՄ- թափոնների ոչնչացման տեխնոլոգիաների գնահատման կարևոր չափանիշներից է գործընթացի ժամանակ նոր ԿՕՄ-ների և այլ թունավոր կողժսակի արգասիքների հնարավոր առաջացումը։ Դիօքսինները և ֆուրանները կարող են ձևավորվել վտանգավոր թափոնների այրման ընթացքում (տես վերևում)։ Մակայն, շահագործման պայմանները մի շարք ոչ այրման տեխնոլոգիաների դեպքում նույնպես կարող են նպաստել դիօքսինների և ֆուրանների առաջացմանը, եթե առկա են համապատասխան հիժսական նյութերը (Weber, 2007)։ Դրա վրա օրինակ է գազային փուլում քիմիական վերականգնման տեխնոլոգիան, որտեղ, եթե կամ պրոդուկտ գազը կամ այրման համար օգտագործված օդը պարունակում է քլորացված միացություններ, կարող են գոյանալ դիօքսիններ և ֆուրաններ։ ԿՕՄ-ների ոչնչացման հիժսարար տեխնիկական չափանիշներին համապատասխանելու համար, և´ պրոդուկտ գազը և´ օդը, որտեղ կատարվում է այրումը, պետք է համապատասխան ձևով մշակվեն (Ra-human et al., 2000)։ Կատալիտիկ քայքայման գործընթացը նույնպես կարող է հանգեցնել քլոր միացությունների խտությունների ավելացմանը, որի դեպքում պոտենցիալ մտավախություն է առաջանում` կապված դիօքսինների և ֆուրանների հետ, քանի որ այդ նյութերի ավելի ցածր կոնգեներներն զգալիորեն ավելի թունավոր են, քան ավելի բարձրերը։ Ուստի կարևոր է, որպեսզի գործընթացի նկատմամբ ապահովվի պատշաճ մոնիթորինգ` երաշխավորելու համար, որ ռեակցիան կշարունակվի մինչև վերջնական ավարտը (Rahuman et al., 2000)։ Գերտաք ջրում օքսիդացման մեթոդով ՊՔԲ-ների ոչնչացման լաբորբատոր ուսուժսասիրությունը ցույց է տվել, որ ցածր ջերմաստիճանում տեղի ունեցող գործընթացի ժամանակ, կարող են ձևավորվել զգալի քանակի դիօքսիններ և ֆուրաններ (Weber, 2004)։ Շահագործողները պետք է սպահովեն, որպեսզի բոլոր գործընթացները տեղի ունենան այնպիսի պայմաններում, որոնք բացառում են նման նյութերի գոյացումը։ Այնուամենայնիվ, շատ դեպքերում ոչ այրման տեխնոլոգիաների վերաբերյալ մանրամասն գնահատականները բացակայում են, հատկապես, երբ խոսքը վերաբերում է դիօքսինների և ֆուրանների առաջացմանը (Weber, 2004, 2007)։

Ինչպես ընտրել ամենից հարմար տեխնոլոգիան

Կարելի է ասել, որ թերևս գոյություն չունի ԿՕՄ-ների ոչնչացման կատարյալ տեխնոլոգիա։ Գոյություն ունեն մի շարք չափանիշներ, որոնք կարևոր դեր են կատարում յուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքի համար տեխնոլոգիայի ընտրության հարցում։ ԿՕՄ-ների ոչնչացման գործընթացի հիժսական չափանիշը ԿՕՄ-ների ոչնչացման արդյունավետությունն է (DE)։ Ոչնչացման արդյունավետությունը մշակման համար

տրամադրված կոնկրետ ԿՕՄ- թափոնի ծավալի և գործընթացի արդյունքում ստացված ժսացորդային քանակների (գազային, հեղուկ, կոշտ) ընդհանուր քանակի համեմատությունն է։ Մեկ այլ չափանիշ է ոչնչացման և հեռացման գործակիցը (DRE), որի գնահատման համար հաշվի է առնվում միայն մթնոլորտ արտանետված կոնկրետ ԿՕՄ-ի քանակը։ Դժբախտաբար, շատ զեկույցներում արձանագրվում են միայն DRE գործակիցները, և երբեժս DRE գործակիցները սխալմամբ ներկայացվում են որպես DE գործակից (Costner, 2004)։ Երկու չափանիշներն էլ պետք է գնահատվեն ԿՕՄ-ների ոչ հայտնաբերելի խտությունների տեսակետից։ Այս խտությունները ներկայացվում են իբբև <<ավելի պակաս, քան հայտնաբերման սահմանային մեծություններն են>> և ոչ որպես գրոյական մակարդակի խտություն։ Որպես հետևանք, հաշվարկված DE և DRE արժեքները մոտենում են, բայց երբեք չեն հասնում 100%-ի։ Հետևաբար ոչնչացման արդյունավետությունը` DE > 99,9999% կարելի է դիտարկել որպես 100 % արդյունավետություն (Rahu-man et al., 2000)։ Թեև բոլոր քիմիական և թունաբանական անալիզները ծախսատար են, դրանք պետք է իրականացվեն բավարար հաճախակիությունությամբ, որպեսզի շահագործման բոլոր փուլերում ապահովվի տեխնոլոգիայի համապատասխանությունը DE> 99,9999% ոչնչացման արդյունավետության հիժսական չափանիշին (Rahuma et al., 2000)։ Ըստ Վեբերի (Weber, 2007) հայտարարության, ոչնչացման արդյունավետության գործակիցները պետք է սահմանվեն մինչև մի քանի ամիս տևողությամբ մոնիթորինգի արդյունքում` ԿՕՄ-ների ոչնչացման նախագծերի իրականացման ողջ ընթացքում։ Տեխնոլոգիայի արժեքը կարևոր սահմանափակող գործոն է։ Ծախսերը կարող են լինել տարբեր` կախված այն բանից, թե ինչ ԿՕՄ-ներ են պարունակվում մշակվող նյութում, ինչպիսին է տվյալ նյութի ծավալը և փոխադրման հեռավորությունը (եթե տվյալ տեխնոլոգիան կիրառվում է տեղում)։ Սկզբնական ներդրուժները կարող են լինել բարձր, սակայն, վերջերս մշակված և պակաս օպտիմալացված տեխնոլոգիաներով մշակման ծախսերը կարող են նվազել, ինչը հնարավոր չէ ակնկալել այրման տեխնոլոգիաների պարագայում (Haglund, 2007)։

- Ոչնչացման տեխնոլոգիայի ընտրության հարցում այլ տնտեսական, սոցիալական, բնապահպանական և տեխնիկական չափանիշներ նույնպես պետք է հաշվի առնվեն։ Ի թիվս այլոց, նշվում են հետևյալ չափանիշները (Environment Australia, 1997; IHPA, 2008; Lodolo, 2002; Rahu-man et al., 2000, Veriansyah and Kim 2007, Weber, 2007).
- Տեխնոլոգիայի հնարավորությունը` մշակելու թափոններն իրենց ֆիզիկական վիճակում (հեղուկ, պինդ, հատիկավոր), երբ որոշված է օրգանական աժխածնի պարունակությունը և կա թափոնների վերամշակման անհրաժեշտություն
- Տեղադրման հնարավորությունը
- Տեղում կիրառելիությունը
- Թափոնների տեղափոխման հնարավորությունը և սարքավորումների շարժական լինելը Հուսալիությունը և տեխնիկական սպասարկումը
- Երկրորդային թափոնների հոսքերի ծավալները և ռեակցիայի թունավոր կողժսակի արգասիքների պարունակությունը շահագործման բոլոր փուլերում,

ներառյալ անկայուն ժամանակաշրջանները, փակ համակարգի դիզայնը Ռիսկերը` կապված տեխնոլոգիայի շահագործման հետ (բեռնման ճկունություն, անցողիկ վերահսկողություն, արտակարգ իրավիճակների կառավարում, օբյեկտի կազմաքանդում)։

• Հասարակության համաձայնությունը

<<Կանաչ քիմիայի>> սկզբունքները քննարկելիս , նախապատվությունը պետք է տալ այն գործընթացներին, որոնք ընթանում են սենյակային ջերմաստիճանի և մթնոլորտային ճնշման պայմաններում։ Նման գործընթացներն ապահովում են ավելի քիչ էներգիայի սպառում և սարքավորուժների փոխադրման հնարավորությունների ընդլայնում։ Ավելին, ռեակտիվիները կամ մեկնարկային նյութերը պետք է լինեն էժսն, ոչ թունավոր և հեշտ պահպանվող, ինչպես նաև պետք է բացառվի կողժսակի թունավոր արգասիքների առաջացումը, և վերջին, բայց ոչ պակաս կարևոր չափանիշ է ոչնչացման բարձր արդյունավետությունը (Laine and Cheng, 2007)։ Վերջինս հաստատում է նոր ռեակտորների նախագծման և հետագա հետազոտությունների կատարման անհրաժեշտությունը։

Եզրահանգումներ

Թեև այրման մեթոդը ԿՕՄ-ների ոչնչացման տեխնոլոգիաների մեջ համարվում է ամենից շատ օգտագործվող տեխնոլոգիան, այն չի կարող համարվել «մաքուր»։ Մտահոգություններ կան` կապված մեծ ծախսերի, ոչնչացման արդյունավետության մասին սպառիչ տեղեկատվության և շարժական տեխնոլոգիայի բացակայության հետ։ Քիմիական նյութերի ոչնչացման ոլորտում բեկուժսային կարող է համարվել այնպիսի տեխնոլոգիայի մշակումը, որը կլինի շարժական, տեղում կիրառելի, կայուն և կկարողանա ժամկետանց ԿՕՄ-ներն ոչնչացնել ողջամիտ գնի սահմաններում (IHPA, 2008)։ Այդպիսի տեխնոլոգիա դառնալու համար, նորարական այրում չեթթաղող տեխնոլոգիաներն ունեն բավարար ներուժ, սակայն, դրա համար պետք է ապահովված լինեն որոշակի պայմաններ`

- երկարաժամկետ ռեսուրսների առկայություն,
- բնապահպանական բարձր իրազեկվածության մակարդակ,
- խորը գիտական հետազոտություն, որը կստանա կայուն քաղաքական աջակցություն և համապատասխան ֆինանսավորում, որպեսզի երաշխավորվի շարունակական տեխնոլոգիական առաջընթացը։ Պայմանավորված այն բանով, որ ներկայումս գրեթե բացառապես տեխնոլոգիաներ մշակող և վաճառող ընկերություններն են տրամադրում անհրաժեշտ տեղեկատվությունը (օրինակ` թափոնների ոչնչացման ժամանակ պոտենցիալ դիօքսինների և ֆուրանների գոյացումը) (Weber, 2007), անկախ փորձագետները նույնպես պետք է կատարեն տեխնոլոգիաների գնահատուժներ և ապահովեն տվյալների հասանելիությունը հասարակության համար։ Այն երկրներում կամ տարածաշրջաններում, որտեղ ենթակառուցվածքները սահմանափակ են, և կա մատակարարման անհրաժեշտ ծառայությունների պակաս,

սեխնոլոգիաների իրագործելիությունը և կայունությունը պետք է սպասցուցվի դաշտային ցուցադրության թեստերով (IHPA, 2008):

Literature

- Birke V., Mattik J., Runne D., 2004. Mechanochemical reductive dehalogenation of hazardous polyhalogenated contaminants. *Journal of Materials Science* 39, 5111-5116.
- Blumenstock M., Zimmermann R., Schramm K.W., Kettrup A., 2000. Influence of combustion conditions on the PCDD/F-, PCB-, PCBz- and PAH-concentrations in the post-combustion chamber of a waste incineration pilot plant. *Chemosphere* 40,987-993.
- Boock L. T., 1996. A quantitative analysis of reactions in supercritical water: experimental kinetics and mechanistic modeling. Ph.D. Dissertation. The University of Delaware.
- Costner P., 2004. Non-combustion technologies for the destruction of PCBs and other POPs wastes: Civil society, international conventions and technological choices. Greenpeace International, Amsterdam, June 2004.
- Creacycle, undated. The CreaSolv® Process, <http://www.creacycle.de/DerCreaSolvProzessQQjd-20-38QQlang-english>.
- DOE, 1999. Waste Incineration at the Savannah River Site, U.S. Department of Energy Audit Report. DOE/IG-0453. (1999).
- Eco Logic, 2002. Contaminated Soil and Sediment Treatment Using the GPCRTM/TORBED® Combination. October 2002, <http://www.torftech.com/start.htm>
- EPA, 2005. Reference Guide to Non-combustion Technologies for Remediation of Persistent Organic Pollutants in Stockpiles and Soil, EPA-542-R-05-006, December 2005, Washington DC, <http://www.clu-in.org/POPs>
- EPA (2010). Reference guide to non-combustion technologies for remediation of persistent organic pollutants in soil, EPA 542-R-09-007 second edition – 2010. United States Environmental Protection Agency.
- Environment Australia, 1997. Appropriate technologies for the treatment of scheduled wastes. Review Report No 4, November 1997,
- Freer, E., 2005. Life cycle assessment Study: SUMMARY REPORT - Selected Treatment Processes for WEEE Plastics Containing Brominated Flame Retardants. For Axion Recycling on behalf of Waste Resources Action Programme (WRAP) Project Ref: E4833, August 2005. http://www.creacycle.de/images/stories/e5c-2006.11._wrap_final_report-appendix_5-_environmental_impact_analysis.pdf
- Goovaerts P., Trinh H.T., Demond A.H., Towey T., Chang S.C., Gwinn D., Hong B., Franzblau A., Garabrant D., Gillespie B.W., Lepkowski J., Adriaens P., 2008. Geostatistical modeling of the spatial distribution of soil dioxin in the vicinity of an incinerator. 2. Verification and calibration study. *Environmental Science and Technology* 42, 3655-3661.
- Haglund P., 2007. Methods for treating soils contaminated with polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and other polychlorinated aromatic compounds. *Ambio* 36, 467-474.
- Heinicke G., 1984. *Tribochemistry*. Akademie-Verlag, Berlin.
- Holmes S.J., Jones K.C., Miller C.E., 1994. PCDD/PCDF contamination of the environment at Bolsover UK. *Organohalogen Compounds* 24, 373-377.
- Holmes S.J., Green N., Lohmann R., Jones K.C., 1998. Concentrations of PCDD/PCDFs in soil around a point source. *Organohalogen Compounds* 39, 257-260.
- Huang H., Buekens A., 2001. Chemical kinetic modeling of De novo synthesis of PCDD/F in municipal waste incinerators. *Chemosphere* 44, 1505-1510.
- International HCH and Pesticides Association (IHPA), 2002. NATO/CCMS pilot study fellowship report. Evaluation of demonstrated and emerging remedial action technologies for the treatment of contaminated land and groundwater (Phase III). Retrieved July 10, 2006, from <http://clu-in.org/download/partner/vijgen/vijgentext.pdf>
- International HCH and Pesticides Association (IHPA), 2008. Obsolete pesticides. A „burning“ question. Conference report, Utrecht, The Netherlands, September 2008.
- Jiang K., Li L., Chen Y., Jin J., 1997. Determination of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in Chinese commercial PCBs and emissions from a testing PCB incinerator. *Chemosphere* 34, 941-950.
- Kim K.S., Kim J.G., Shin S.K., Chung I.R., Kim K.S., Song B.J., Jeong M.J., 2006. Levels and congener profiles of PCDD/Fs in the environmental media in the vicinity of the waste incinerator, South Korea. *Organohalogen Compounds* 68, 2264-2267.
- Laine D.F., Cheng I.F., 2007. The destruction of organic pollutants under mild reaction conditions: A review. *Microchemical Journal* 85, 183-193.
- Lodolo A., 2002. Training workshop „Initial National POPs Inventory – INPOPsI“, 16-17 May 2002 Brno, Czech Republic.
- Lovett A.A., Foxall C.D., Ball D.J., Creaser C.S., 1998. The Panteg monitoring project: comparing PCB and dioxin concentrations in the vicinity of industrial facilities. *Journal of Hazardous Materials*, 61, 175-185.
- McKay G., 2002. Dioxin characterisation, formation and minimisation during municipal solid waste. (MSW) incineration: review. *Chemical Engineering Journal* 86, 343-368.
- Malcolm Richard, G., Mario, M., Javier, T., & Susana, T. (2011). Optimization of the recovery of plastics for recycling by density media separation cyclones. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(4), 472-482.
- Malisch R., Gleadle A., Wright C., 1999. PCDD/F in meat samples from domestic farm animals and game. *Organohalogen Compounds* 43, 265-268.
- Marulanda, V. & Bolaños, G. (2010). Supercritical water oxidation of a heavily pcb-contaminated mineral transformer oil: Laboratory-Scale data and economic assessment. *The Journal of Supercritical Fluids*, 54(2), 258-265.
- Mäurer, A.; Knauf, U., 2005. Recycling of EPS-waste to expandable polystyrene. FAKUMA Forum 2005. Friedrichshafen, 20. October 2005. http://www.creacycle.de/images/stories/2005.10.20_fakuma_eps-loop.pdf?phpMyAdmin=3YWg3TY3Fw5szw4jy1vC6g8tf&phpMyAdmin=168fc401cb4cc955191a9e0c52e0d626
- Mäurer, A.; Schlummer, M., 2004. Good as new. *Waste Management World*, May-June (2004), pp 33-43.
- Nnorom, I.; Osibanjo, O., 2008. Sound management of brominated flame retarded (BFR) plastics from electronic wastes: State of the art and options in Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling* 52: 1362-1372
- Parliamentary Commissioner for the Environment (PCE), 2010. Investigation into the remediation of the contaminated site at Mapua – Update Report. <http://www.pce.parliament.nz/publications/all-publications/investigation-into-the-remediation-of-the-contaminated-site-at-mapua-4>
- Parliamentary Commissioner for the Environment (PCE), 2008. Investigation into the remediation of the contaminated site at Mapua. <http://www.pce.parliament.nz/publications/all-publications/investigation-into-the-remediation-of-the-contaminated-site-at-mapua-4>
- Rahuman M.M.S.M., Pistone L., Trifiro F., Miertus S., 2000. Destruction technologies for polychlorinated biphenyls (PCBs). ICS-UNIDO PUBLICATIONS. Nov. 2000
- Schlummer, M., et al., 2008. Using the Creasolv® process to recycle polymers from Canadian waste plastics containing brominated flame retardants. *Organohalogen compounds* 70: 2139-2142.
- Schüler, D.; Jager, J., 2004. Formation of chlorinated and brominated dioxins and other organohalogen compounds at the pilot incineration plant VERONA. *Chemosphere* 54: 49-59
- UNEP, 2003. Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Persistent Organic Pollutants as Wastes. UNEP/CHW/OEWG/1/INF/6 25, March 2003.
- UNEP, 2005. Ridding the World of POPs: A Guide to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. http://www.pops.int/documents/guidance/beg_guide.pdf
- UNEP, 2004. STAP of the GEF. Review of Emerging, Innovative Technologies for the Destruction and Decontamination of POPs and the Identification of Promising Technologies for Use in Developing Countries.”GF/8000-02-02-2205, January 2004, <http://www.unep.org/stagef/home/index.htm>
- Veriansyah B., Kim J.D., 2007. Supercritical water oxidation for the destruction of toxic organic wastewaters: A review. *Journal of Environmental Sciences* 19, 513-522.
- Weber, R.; Kuch, B., 2003. Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. *Environ. Int.* 29: 699-710
- Weber, 2004. Relevance of PCDD/Fs formation for the evaluation of POPs destruction technologies – PCB destruction by supercritical water oxidation (SCWO). *Organohalogen Compounds* 66, 1263-1269.
- Weber R., 2007. Relevance of PCDD/PCDF formation for the evaluation of POPs destruction technologies – Review on current status and assessment gaps. *Chemosphere* 67, 109-117.
- Weber R., Gaus C., Tysklind M., Johnston P., Forter M., Hollert H., Heinisch E., Holoubek I., Lloyd-Smith M., Masunaga S., Maccarelli P., Santillo D., Seike N., Symons R., Machado Torres J.P., Verta M., Varbelow G., Vijgen J., Watson A., Costner P., Woelz J., Wycisk P., Zenneg M., 2008. Dioxin- and POP-contaminated sites – contemporary and future relevances and challenges. *Environmental Science and Pollution Research* 15, 363-393.

notes

Եվրամիությունը բաղկացած է 27 անդամ պետությունից

<<Եվրամիությունը բաղկացած է 27 անդամ պետությունից, որոնք կայացրել են որոշում՝ աստիճանաբար միավորել իրենց գիտելիքները, ռեսուրսները և ճակատագրերը: Համատեղ ուժերով 50 տարիների ընթացքում նրանք ստեղծել են կայունության, ժողովրդավարության և կայուն զարգացման գոտի՝ միաժամանակ պահպանելով մշակութային բազմազանությունը, հանդուրժողականությունը և անհատական ազատությունները: Եվրամիությունը պարտավորություն է ստանձնել իր սահմաններից դուրս գտնվող երկրների և ժողովուրդների հետ կիսել իր նվաճումներն ու արժեքները>>: Եվրահանձնաժողովը Եվրամիության գործադիր մարմինն է:

Համառոտ՝ Արնիկա - ՀԿՀԱՇՄ համատեղ ծրագրի մասին

<<Հայաստանի գյուղական համայնքներում աղքատության կրճատմանը նպաստելու նպատակով բնակչության քիմիական անվտանգության բարելավման ոլորտում ձեռք բերված փորձի տարածում>> ծրագրի ուշադրության կենտրոնում, ի թիվս այլ հարցերի, եղել է ժամկետանց թունաքիմիկատների կուտակման վայրերում առողջությանն առնչվող թունավոր թափոնների ռիսկերի նվազեցման հարցը: Հայաստանում կայուն օրգանական աղտոտիչների (ԿՕՍ-ներ) հիմնախնդիրը գոյություն է ունեցել 1980-ականներից, երբ գյուղատնտեսությունում տարեկան օգտագործվում էր 4500-5000 տոննա թունաքիմիկատ: Առանձին տարիներին թունաքիմիկատների օգտագործման բեռը 20 անգամ գերազանցել է նախկին միութենական միջին մակարդակը՝ մեկ հեկտարի հաշվով կազմելով 9կգ: Թունաքիմիկատների բեռի առումով ամենախոցելի տարածքներ են համարվել Արարատ (Արտաշատ, Վեդի, Մասիս), Արմավիր (Արմավիր, Էջմիածին), Կոտայք (Կոտայք, Նաիրի, Հրազդան), Տավուշ (Իջևան, Տավուշ, Նոյեմբեյան), Արագածոտն (Աշտարակ), Սյունիք (Կապան, Մեղրի) և Վայոց Ձոր (Վայք, Եղեգնաձոր) մարզերը: Հայաստանում ԿՕՍ-ների հիմնախնդիրը

կապված է քլորօրգանական միացությունների լայն կիրառության, ինչպես նաև ժամկետանց թունաքիմիկատների կուտակումների հետ, որոնց հիմնական մասը կամ մասցել է պահեստներում կամ թաղվել՝ անկազմակերպ ձևով: 1982թ.-ին կառուցվել է ժամկետանց թունաքիմիկատների միակ գերեզմանոցը, որտեղ թաղված է տարբեր խմբերի պատկանող 500 տոննայից ավել ժամկետանց թունաքիմիկատ, որոնց 60 տոկոսը կայուն միացություններ են՝ ԴՂՏ, ՀՔՑՀ և այլն: Թունաքիմիկատների թունավորության և առողջության ու շրջակա միջավայրի համար դրանց վտանգավորության մասին տեղեկատվության պակասը բացատրվում է նրանով, որ նախկին Խորհրդային Միության փլուզումից հետո, գյուղացին մասցել է մեն-մենակ՝ իր խնդիրների հետ: Ներկայումս տեղական մակարդակում չկան համակարգված մեխանիզմներ, չկա նաև համապատասխան տեղեկատվություն, իսկ գոյություն ունեցող տեղեկատվական նյութերն էլ մատչելի չեն:

Առավել մանրամասն տեղեկատվություն կարելի է գտնել հետևյալ կայքերում՝ <http://www.awhhe.am> <http://english.awhhe.am>

Սույն տեղեկատվական թերթիկը տպագրվել է որպես Եվրամիության ֆինանսավորմամբ և Չեխիայի Հանրապետության արտաքին զարգացման օժանդակության ծրագրի շրջանակներում Չեխիայի Զարգացման գործակալության և Չեխիայի Հանրապետության արտաքին գործերի նախարարության համաֆինանսավորմամբ իրականացվող <<Հայաստանի գյուղական համայնքներում աղքատության կրճատմանը նպաստելու նպատակով բնակչության քիմիական անվտանգության բարելավման ոլորտում ձեռք բերված փորձի տարածում>> ծրագրի մի մաս: Օրագիրն իրականացնող կազմակերպություններն են՝



Արնիկա – <<Թույներ և թափոններ>> ծրագիր

<<Հայ կանայք հանուն առողջության և առողջ շրջակա միջավայրի>> ՀԿ (ՀԿՀԱԱՇՄ)

Չեխիայի Հանրապետություն, 130 00 Պրահա 3, Խլումովա 17

Հայաստան, 0019 Երևան, Բաղրամյան 24դ, սենյակ 609

Հեռ.՝/ֆաքս՝ +420.222 781 471

Հեռ.՝/ֆաքս՝ +374.105 236 04

Էլ.փոստ՝ toxic@arnika.org

Էլ.փոստ՝ office@awhhe.am

Վեբկայք՝ <http://english.arnika.org>

Վեբկայք՝ <http://www.awhhe.am>