

Հ.Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ՀՈՍՔԱԶԻԲԵՐԸ ՖՈՍՖՈՐՈՐԳԱՆԱԿԱՆ ՊԵՍՏԻԳԻՂՆԵՐԻՑ ՄԱՔՐԵԼՈՒ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՈՒՄԸ

Հաստատվել է, որ ֆոսֆորոզանական պեստիցիդներից հոսքաջրերը մաքրելու հարմարավետ մեթոդ է ադսորբումը: Գործընթացի իրականացման համար որպես ադսորբենտ առաջարկվել է նռան կեղևից ստացված ակտիվացված ածուխը: Յուրյ է տրվել, որ սորբման գործընթացում օպտիմալ է ադսորբենտի մինչև 3-5 մմ մանրացված մասնիկների օգտագործումը: Ջրային լուծույթներից մալաթիոնի ադսորբման օրինակով առաջարկվել է գործընթացի իրականացման տեխնոլոգիական սխեման՝ տեխնոլոգիայի մոդելավորմամբ և օպտիմալացմամբ:

Առանցքային բառեր. ֆոսֆորոզանական պեստիցիդներ, մալաթիոն, նռան կեղևից ստացված ակտիվացված ածուխ, ադսորբում, տեխնոլոգիայի մոդելավորում և օպտիմալացում:

Խնդրի դրվածքը և փորձնական մեթոդը. Հետազոտողների կողմից ադսորբման ջրամաքման սարքա-տեխնոլոգիական առաջարկված տարբերակում (ֆենոլի և անիլինի ջրային լուծույթների օրինակով) օգտագործվել է խառնիչ-ապարատների բլոկ, որտեղ ադսորբենտի (ցեոլիտի) կախույթը մաքրված ջրում խառնվել է մինչև ադսորբման հավասարակշռության ձեռքբերումը, և նստեցուցիչ, որում մշակված ադսորբենտը առանձնացվել է մաքրված ջրից [1,2]: Սույն աշխատանքում բերված են ֆոսֆորոզանական պեստիցիդից՝ մալաթիոնից, հոսքաջրերի մաքրման տեխնոլոգիայի մոդելավորման և օպտիմալացման արդյունքները:

Փորձարարական մաս. Նախնական փորձերն իրականացվել են ստատիկ պայմաններում հայտնի եղանակով՝ 1գ ադսորբենտի վրա ավելացնելով մալաթիոնի լուծույթ [3]: Խառնուրդը 3 ժամ թափահարվել է մագնիսական խառնիչով: Ադսորբման հնարավոր գործընթացն ուսումնասիրվել է 24 ժամվա ընթացքում, ապա լուծույթն առանձնացվել է սորբենտից և ենթարկվել անալիզի: Լուծույթի մեջ սորբատի մնացած քանակությունները որոշվել են հեղուկային քրոմատոգրաման անալիզով:

Արդյունքների քննարկում. Ուսումնասիրվել է ջրային լուծույթների զանազան կոնցենտրացիաներով մալաթիոնի սորբման ունակությունը (աղ.1): Արդյունքները համեմատվել են նույն գործընթացի համար նախկինում ուսումնասիրված սալորի կորիզից ստացված ակտիվացված ածխի (ԱԱ) ադսորբման ակտիվության հետ: Նման օպտիմալացումից հետո հետագա ուսումնասիրություններն իրականացվել են մալաթիոնի 1,25 մգ/լ կոնցենտրացիայի դեպքում:

Աղյուսակ 1

Մալաթիոնի սորբումը ԱԱ-ների վրա

Սորբենտի համարը	Սորբենտ	Սորբման աստիճան, %				
		0,12 մգ/լ	0,25 մգ/լ	1,25 մգ/լ	2,5 մգ/լ	3,75 մգ/լ
1.	Սալորի կորիզի կեղևից ստացված ԱԱ	84,5	75,8	70,5	56,8	41,4
2.	Նոան կեղևից ստացված ԱԱ	81,7	72,5	68,4	54,0	41,5

Աղ.1-ից հետևում է, որ նոան կեղևից ստացված ԱԱ-ի ադսորբման ունակությունը համեմատական է նախկինում նկարագրված առավել ակտիվ նմանակի հետ [3]:

Ուսումնասիրվել է նաև կիրառվող ադսորբենտի չափերի ազդեցությունը սորբման վրա: Այդ նպատակով վերցվել է համապատասխան ԱԱ-ն՝ 3-5 մմ, 10-15 մմ, 50-60 մմ, 80-90 մմ չափերով (աղ.2):

Աղ.2-ից հետևում է, որ լավագույն արդյունքները ստացվում են 3-5 մմ չափի դեպքում:

Աղյուսակ 2

Մալաթիոնի սորբումը նոան կեղևի ԱԱ-ի վրա

Ադսորբենտ	Ադսորբենտի չափերը, մմ			
	3-5	10-15	50-60	80-90
Նոան կեղևից ստացված ԱԱ	81,7	80,5	78,4	79,0

Կատարվել է նաև հաշվարկային աշխատանք՝ գործընթացի մոդելավորման համար:

Կանխավ հաշվարկված է ադսորբենտի ծախսը, որը մաքրված ջրի ծավալի համեմատ (m) կարելի է ներկայացնել հետևյալ բանաձևով.

$$m = (C_0 - C_k) / a_k ,$$

Այստեղ C_0 և C_k -ը համապատասխանաբար մալաթիոնի սկզբնական և վերջնական խտություններն /կոնցենտրացիաներ/ են, a_k -ը՝ ադսորբման գործակիցը:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ ուսումնասիրվող խնդրում ցածր խտություններին համապատասխանում են հավասարակշռային ադսորբման

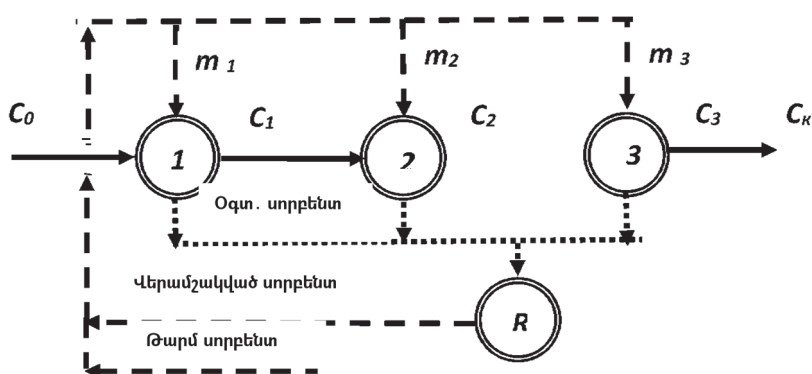
մեծությունները, հետևում է, որ ադսորբենտի ծախսը սովորական նստեցման դեպքում մեծ է: Ձևափոխելով հավասարումը՝ ստացել է հետևյալ տեսքը.

$$m = (C_0 - C_R) / a_R = (C_0 - C_R) / \exp \{ \ln a_s - (RT/E)^2 \cdot [\ln (C_s/C_R)^2] \}:$$

Այս հավասարման մեջ տեղադրելով նախկինում հավասարակշռային համապատասխան արժեքները [3]՝ ստացվում է, որ ջրի շրջանառության փակ համակարգի համար մալաթիոնի՝ մինչև ընդունելի չափով (0,1 մմոլ/լ) խտության նվազման դեպքում, սորբենտի (m) տեսակարար ծախսը բնական կլինոպտիլիտի համար կազմել է 2,27 կգ/լ [3], իսկ այստեղ, նույն կեղևից ստացված ակտիվացված ածխի համար, 0,81 կգ/լ:

Հետագա հաշվարկային ուսումնասիրություններն իրականացվել են վերը նշված ԱԱ-ի վրա: Առաջարկված սխեմաներում ադսորբենտը կարող է համակարգ ներմուծվել հայտնի եղանակով՝ կանխավ պատրաստված ջրաթափանց կաղապարների տեսքով:

Ադսորբենտի զգալի ծախսը թույլ է տալիս կրճատել կատարելագործված սարքավորումային սխեմայի օգտագործումը՝ խաչաձև-աստիճանականից (նկար) և հակահոսքային-աստիճանականին անցնելու պարագայում [2]:



Նկ. Ադսորբման ջրամաքրման խաչաձև-աստիճանական սխեման

Ադսորբման խաչաձև-աստիճանական սխեմայի դեպքում (նկար) ադսորբտիվի / մալաթիոնի / խտության նվազումը C_0 -ից մինչև C_R ստացվում է ադսորբման մի շարք աստիճաններով: Տեսակարար ադսորբման՝ վերևում բերված ադսորբման գործակիցը՝ a_R -ն, աճում է լուծույթի մեջ բոլոր աստիճաններում, բացի վերջինից՝ ադսորբտիվի վերջնական խտության նվազեցման հաշվին: Սառչելուց հետո հեղուկը փոխանցվում է հաջորդ աստիճան, որտեղ հավասարակշռության վիճակի է բերվում ադսորբենտի թարմ չափաբաժնի հետ, իսկ մշակված սորբենտը ուղարկվում է վերականգնման:

Տեխնոլոգիական տեսանկյունից հարմար է օգտագործել ադսորբենտի հավասար չափաբաժիններ յուրաքանչյուր աստիճանում ($m_1 = m_2 = m_3 = m$): Այնուհետև հաշվվում է գործընթացի մաթեմատիկական մոդելը՝ հաշվի առնելով մալաթիոնի եռաստիճան ադսորբումը:

Հայտնի է, որ հակահոսք սխեման օգտագործվում է անընդհատ գործողության բարձր արտադրողականությամբ սարքավորումներում: Առավելությունների հետ մեկտեղ՝ նման սխեման ունի էական թերություն. զգայուն է աղտոտող խառնուրդների կազմի և խտության անփոփոխ լինելու պարագայում:

Հաշվի առնելով նմանօրինակ սորբման աստիճանը, նույն կեղևից ստացված ԱԱ-ի օգտագործման համար առաջարկվում է նույն սարքավորումային սխեման [3]:

Ադսորբենտը խառնիչի մեջ վերջինն է մտցվում, ըստ ջրի ընթացքի՝ աստիճանները (k), որտեղ, կապվելով մասնակիորեն մաքրված ջրի հետ (մալաթիոնի խտությունը՝ C_{k+1}), կլանում է մալաթիոնը մինչև ջրում տեսակարար ադսորբման (a_k) և տրված վերջնական խտության (C_k) հավասարակշռության հաստատումը:

Մինչև C_k մնալուց հետո մաքրված ջուրը հեռանում է սխեմայից, իսկ ադսորբենտը, որն օգտագործել է ադսորբելու կարողության միայն ոչ մեծ մասը, փոխանցվում է $k+1$ աստիճան: Այստեղ ջրային լուծույթը ադսորբման է ենթարկվում մինչև պեստիցիդի C_{k+1} -ի հետ հավասարակշռված վիճակի ձեռքբերումը:

Մալաթիոնի C_{k+1} խտությամբ ջրային լուծույթը գալիս է k աստիճանը, իսկ ադսորբենտը՝ $k+2$ աստիճանը: Նկարագրված գործողությունների կրկնման արդյունքում ադսորբենտը դուրս է բերվում համակարգի վերջում: Այս դեպքում հասցվում է տեսակարար ադսորբման այնպիսի մեծության, որը որոշ չափով ավելի փոքր է, քան ջրում մալաթիոնի սկզբնական խտության հետ C_0 հավասարակշռությունը ($a = \varphi \cdot a_0$, որտեղ $\varphi = 0,75 \div 0,85$ -ը ադսորբման կարողության օգտագործման գործակիցն է):

Գործընթացի մաթեմատիկական նկարագրությունն իրականացված է քայլ առ քայլ մեթոդով («մի աստիճանից մյուսը»):

Անհրաժեշտ է նշել, որ ջրից մալաթիոնի արդյունահանման տրված աստիճանը (սկսած 10 մոլ/մ³ մինչև 0,03 - 0,035 մոլ/մ³) ձեռք է բերվում սորբենտի զգալիորեն փոքր ծախսի դեպքում, քան խաչաձև-աստիճանական սխեմայի դեպքում: Մալաթիոնի լրիվ արդյունահանման համար, ամենայն հավանականությամբ, անհրաժեշտ է մեծացնել աստիճանների քանակությունը:

Եզրակացություն. Ցույց է տրվել նույն կեղևից ստացված ակտիվացված ածխի արդյունավետ օգտագործումը մալաթիոնի ջրային լուծույթների ադսորբման գործընթացում: Ելնելով պահանջվող տեխնոլոգիական առանձնահատկու-

թյուններից՝ նախապատվությունը տրվել է որպես ադսորբենտ մինչև 3-5 մմ մանրացված նռան կեղևից ստացված ակտիվացված մասնիկների օգտագործմանը, իսկ որպես տեխնոլոգիական իրականացում՝ նախկինում մշակված հակահոսքային-աստիճանական սխեմային:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Торосян Г.О., Исаков А.А., Оганесян Д.Н.** Сорбенты для тонкой очистки сточных вод от органических загрязнителей // Вестник МАНЕБ.- СПб., 2006. -Т.11, №8, вып.2.- С. 58-61.
2. **Торосян Г.О., Исаков А.А.** Аппаратурно-технологическое оформление адсорбции фенола из водных растворов //Химическая промышленность сегодня.- 2010. - №7.- С. 36-42.
3. Պեստիցիդների կլանումը ջրային լուծույթներից մալաթիոնի օրինակով /**Վ. Դավթյան, Ա. Ալեքսանյան, Հ. Վասիլյան և ուրիշ.** // ՀՀ Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարան /Պոլիտեխնիկ/- Լրաբեր-75. Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու.- Երևան, 2008.- Մաս 1.- էջ 36-39:

Ա.Ա. СИМОНЯН

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

Установлено, что наиболее удобным методом очистки сточных вод от фосфорорганических пестицидов является адсорбция. С этой целью в качестве сорбента предлагается полученный из кожуры граната активированный уголь. Показано, что наиболее оптимальным является применение частиц сорбента, измельченных до 3...5 мм. На примере адсорбции малатиона предложены технологическая схема осуществления процесса, моделирование технологии и оптимизация.

Ключевые слова: фосфорорганические пестициды, малатион, активированный уголь из кожуры граната, адсорбция, моделирование и оптимизация технологии.

Н.Ա. SIMONYAN

MODELING AND OPTIMIZING OF WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY FROM PHOSPHORORGANIC PESTICIDES

It is shown that the adsorption is a convenient method for wastewater treatment from phosphororganic pesticides. The application of activated carbon from the pomegranate peel was studied for implementing in this process. It is established that the sorbent particles crushed to 3 ... 5 mm are most effective. A technological process diagram for malathion adsorption from wastewater is proposed.

Keywords: phosphororganic pesticides, malathion, activated carbon from the pomegranate peel, adsorption, modeling and optimization of technology.