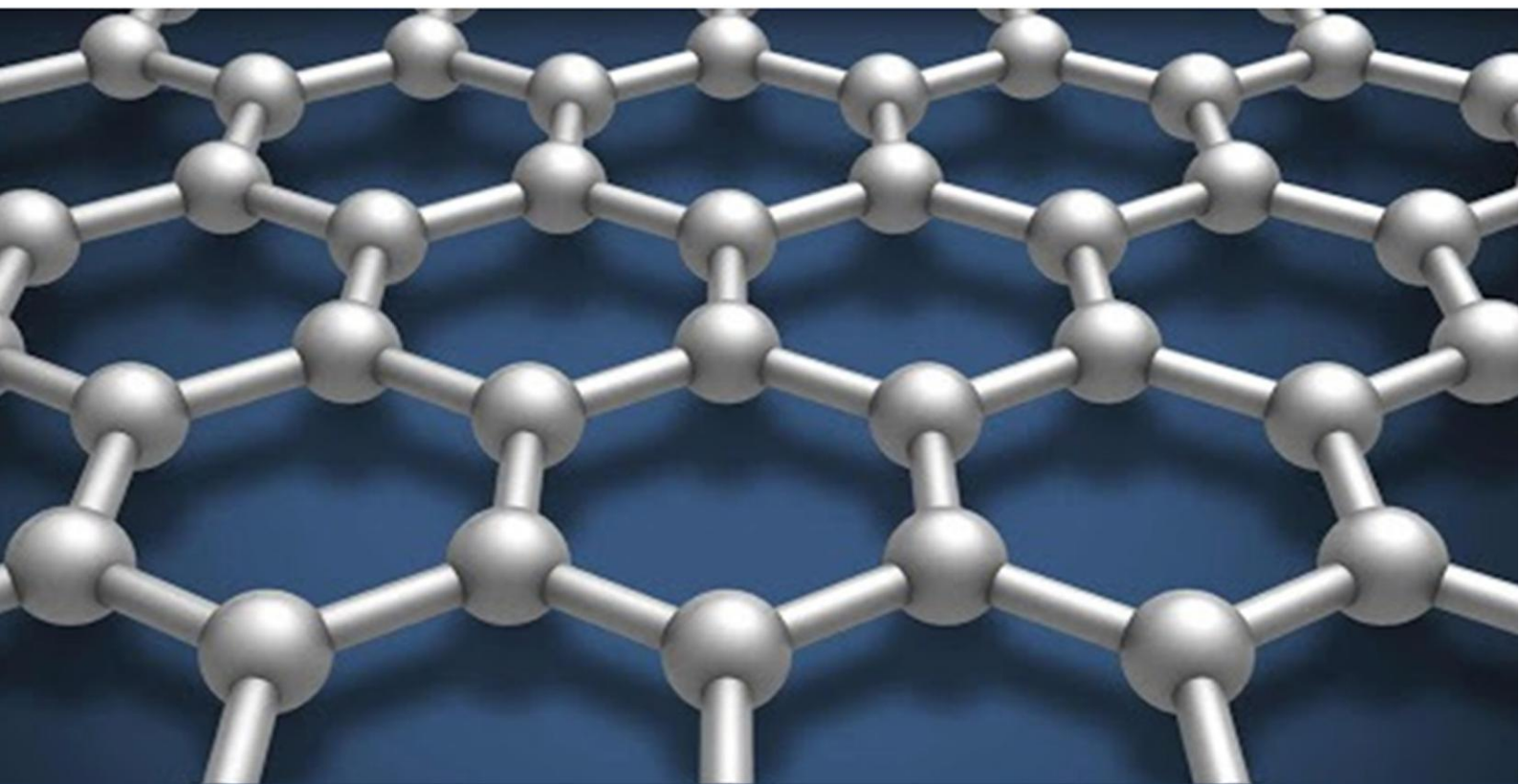


ISSN 2091-5527
№ 4/2025

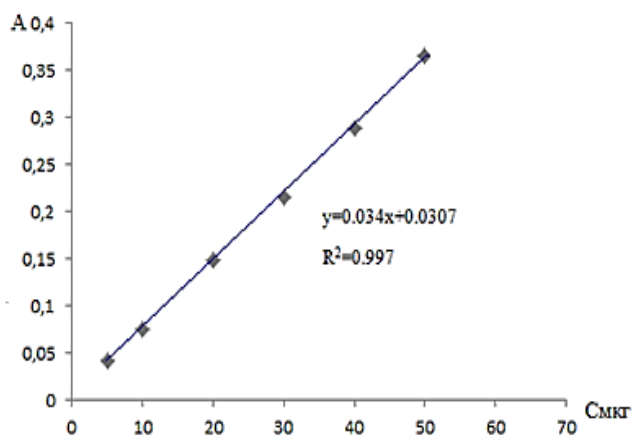
Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы



1-рasm. Cr(III) ni xromoamperometrik usulda aniqlash uchun kalibrovka egri chizig'i.

Kalibrovka egri chizig'idagi tok va Cr(III) konsentratsiyasi o'rtasidagi chiziqchilik yuqori R^2 koeffitsienti bilan tasdiqlanadi. Aniqlash va miqdoriy aniqlash chegarasi standart og'ish va kalibrovka egri chizig'ining burchak koeffitsienti orqali hisoblangan.

Usul konservalangan mahsulot namunalari bo'yicha sinovdan o'tkazilgan. Olingan Cr(III) konsentratsiyalari belgilangan me'yoriy chegaralarni oshirmagan.

Xulosa. Rivojlantirilgan xromoamperometrik usul sezgir, takrorlanadigan va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, konservalangan mahsulotlarda Cr(III) ionlarini aniqlash uchun tavsiya etiladi. Ushbu metod laboratoriya nazorat amaliyotida qo'llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADBIYOTLAR

1. I.Alibekov. Sovremennye podxody k sorbtsii mikroelementov iz pishевых ob'ektov. Jurnal analiticheskoy khimii. 2011. 134-141.
2. Madatov O', Raximov S., Sayfiev M., Smanova Z. Marganec (II) ionini sorbtsion-spektrofotometrik aniqlash // O'zMU xabarlarlari 2021 3/1/1 son
3. Rakhimov S.B., Khalilova L.M., Zhumaeva E.Sh., Gafurova D.A., Smanova Z.A. Determination Of Tungsten By Solid Phase Spectroscopy Using Immobilized Reagents. // American Journal of Applied Sciences, V.2 №09. 2020. <https://usajournalshub.com/index.php/tajas/article/view/1060>
4. Usmanova X.U., Raximov S.B., Ermatova O.A., Ziyev D.A., Smanova Z.A. Opredelenie volframa metodom tverdogaznoy spektroskopii s primeneniem immobilizovannogo morina. // Uzbek kimie jurnali. №3 2020.
5. Raximov C.B, Inatova M.S, Turambetova A.K., Smanova Z.A., Gafurova D.A. 3-Gidroksi-4-nitrozo-2-naftoy kislotada erdamida temir (II) ionlarini sorbtsion fotometrik aniqlash // Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. №2. 2019.
6. Madusmanova N. K., Smanova Z.A. Juraev I. I. Svoystva novogo analiticheskogo reagenta 2-gidroksi-3-nitrozonaftaldegida // jurn. analit. khimii, 2020.
7. B. Salomova. Mikroelementlarni spektrofotometrik tahlil qilishning zamonaviy tendentsiyalari. O'zbek kimyo jurnali. 2021. 58-64 b.
8. V. Ivanov. Ion-exchange sorbents in trace metal preconcentration. Journal of Solid Phase Extraction.
9. K. Lee, H. Kim. Combined spectroelectrochemical methods in metal ion detection. Electroanalysis. 2001. 31s.
10. P. Roberts. Analytical methods for chromium speciation in foods. Food Chemistry. 1998. 237 rr.
11. S. Jiang, et al. Microwave digestion methods in trace element analysis of food samples. Analytical Methods.
12. T. Zhang, Y. Wang. Interference effects in simultaneous spectrophotometry of multiple metal ions. Talanta.
13. R. Brown. Analytical calibration and validation in trace analysis. Analytical Chemistry Education.

УДК 628.543.34

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО АДСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДРЕВЕСНОГО ВОЛОКНА И РОТОРНОГО ШЛАКА

Нуруллаев Ш.П., Рузметов И., Саидмирзаева Д.Б., Турдимуродова М.М., Маматов А.М.

*Ташкентский химико-технологический институт,
Джиззакский политехнический институт,
Джиззакский филиал Казанского Федерального Университета*

Аннотация. В работе проведен математический анализ модели получения композиционного адсорбента с магнитными свойствами с применением отходов древесного волокна (ДВ) и роторного шлака (РШ) аккумуляторного завода, оксидов железа и госсиполовой смолы в лопастных и инерционных смесителях и выявлен кинетические параметры идентификации параметров модели. Схема получения при последовательном вводе компонентов представлен в следующем виде: $A+B \rightarrow$ смесь $AB+C \rightarrow$ смесь ABC или отходы ДВ или РШ+оксиды железа (ОЖ) \rightarrow смесь ДВ или РШ+ОЖ \rightarrow смесь ДВ или РШ+оксиды железа+ГС.

Ключевые слова. Композиционный адсорбент, древесные волокна, роторный шлак, перемешивание, математический модель, лопастной и инерционный смеситель, метод Рунге-Кутта, идентификация, адекватность, агрегатное состояние, тройная смесь.

Введение. Математическую модель процесса получения композиционного адсорбента в присутствии отхода древесного

волокна и роторного шлака [1-4], снабженной лопастной и инерционной смесителями, можно представить ниже приведенном виде:

$$\begin{aligned} \frac{d\sqrt{\sigma_1^2}}{\sqrt{nl} dt} &= -k_1 \frac{\lambda_1 + 1}{\lambda_1} \left[\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_2^2} + \sqrt{\sigma_1^2 \sigma_3^2} \right] + \frac{k_1}{\lambda_1}; \\ \frac{d\sqrt{\sigma_2^2}}{\sqrt{nl} dt} &= -k_2 \frac{\lambda_2 + 1}{\lambda_2} \left[\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_2^2} + \sqrt{\sigma_2^2 \sigma_3^2} \right] + \frac{k_2}{\lambda_2}; \\ \frac{d\sqrt{\sigma_3^2}}{\sqrt{nl} dt} &= -k_3 \frac{\lambda_3 + 1}{\lambda_3} \left[\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_3^2} + \sqrt{\sigma_2^2 \sigma_3^2} \right] + \frac{k_3}{\lambda_3}; \\ \lambda_1 &= \frac{1 - \sigma_{p1}^2}{\sigma_{p1}^2}; \quad \lambda_2 = \frac{1 - \sigma_{p2}^2}{\sigma_{p2}^2}; \quad \lambda_3 = \frac{1 - \sigma_{p3}^2}{\sigma_{p3}^2}; \\ t = 0, \quad \sigma_i^2 &= 1, \quad t = \infty, \quad \sigma_i^2 = \sigma_{pi}^2, \end{aligned} \tag{1}$$

где: $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$ дисперсии концентрации 1,2и3-го компонентов смеси; k_1, k_2, k_3 – константы скорости перемешивания 1,2 и 3-го компонентов; $\sigma_{p1}^2, \sigma_{p2}^2, \sigma_{p3}^2$ – равновесные (предельные) дисперсии концентрации 1, 2 и 3-го компонентов; $i = 1, 2, 3$.

Модель (1) решается численно методом Рунге-Кутта. Однако при проведении идентификации параметров модели, то есть констант скоростей процесса перемешивания k_1, k_2, k_3 и равновесных дисперсий концентрации компонентов $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$ – необходимо решать систему уравнений относительно констант скоростей

перемешивания k_1, k_2, k_3 при известных экспериментальных значениях дисперсий компонентов на смеси $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2$. В этом случае надо знать значения производных в те времена, в которые определены значения дисперсий. Для этого представляется целесообразным сначала найти аппроксимирующую зависимость $\sigma_i^2 = f(t)$ ($i = 1, 2, 3$) и по ней вычислять значения производных. Так, в рассматриваемом случае для трехкомпонентной смеси (отходы ДВ или РШ+оксиды железа+госсиполовая смола-ГС) наилучшая (в смысле среднеквадратичной погрешности) аппроксимирующая зависимость имеет вид

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{(1 + a_i t^{b_i})^{1/2}} \quad i = 1, 2, 3. \tag{2}$$

Дифференцируя выражение (2) по t, получим

$$\frac{d\sqrt{\sigma_i^2}}{dt} = -\frac{a_i b_i t^{b_i - 1}}{2(1 + a_i t^{b_i})^{3/2}} \quad i = 1, 2, 3, \tag{3}$$

где: $a_i b_i$ – соответствующие аппроксимирующие коэффициенты.

Подставляя выражения (3) в (1) и выражая их относительно k_i ($i = 1, 2, 3$) получим

$$k_1 = \frac{a_1 b_1 t^{b_1 - 1}}{2\sqrt{nl} (1 + a_1 t^{b_1})^{3/2}} \times \left[\frac{\lambda_1 + 1}{\lambda_1} \left(\sqrt{\sigma_{1эксп}^2 \sigma_{2эксп}^2} + \sqrt{\sigma_{1эксп}^2 \sigma_{3эксп}^2} \right) - \frac{1}{\lambda_1} \right]^{-1} \tag{4}$$

$$k_2 = \frac{a_2 b_2 t^{b_2 - 1}}{2\sqrt{nl} (1 + a_2 t^{b_2})^{3/2}} \times \left[\frac{\lambda_2 + 1}{\lambda_2} \left(\sqrt{\sigma_{1эксп}^2 \sigma_{2эксп}^2} + \sqrt{\sigma_{2эксп}^2 \sigma_{3эксп}^2} \right) - \frac{1}{\lambda_2} \right]^{-1} \tag{5}$$

$$k_3 = \frac{a_3 b_3 t^{b_3 - 1}}{2\sqrt{nl} (1 + a_3 t^{b_3})^{3/2}} \times \left[\frac{\lambda_3 + 1}{\lambda_3} \left(\sqrt{\sigma_{1эксп}^2 \sigma_{3эксп}^2} + \sqrt{\sigma_{2эксп}^2 \sigma_{3эксп}^2} \right) - \frac{1}{\lambda_3} \right]^{-1} \tag{6}$$

Для идентификации параметров и проверки адекватности математической модели (1) проводили экспериментальное исследование кинетики перемешивания тройных композиций, содержащих твердую фазу, в лопастном двухвальном и инерционном смесителях. При этом определялись концентрации каждого компонента в пробе, рассчитывались дисперсии и построили кинематические кривые, характеризующие распределение компонента при формировании тройной смеси. В опытах смешивались отходы ДВ или РШ, оксиды

железа и ГС, взятые в весовом отношении 1:1:1. Объем смешиваемых компонентов составлял 1500 см³, а число оборотов вала смесителя равнялся 40 об/мин. Экспериментальные и расчетные данные опытов приведены в таблице 1. С использованием выражения (4)-(6) рассчитывали оптимальные значения константы скорости смешения $k_{iопт}$ ($i = 1, 2, 3$). Среднеквадратичный критерий соответствия экспериментальных и рассчитанных по модели (1) значений дисперсий концентрации компонентов смеси не превышает 15%.

Таблица 1.

Экспериментальные и расчётные данные для трехкомпонентной смеси, состоящей из отходов ДВ или РШ, оксидов железа и ГС, в лопастном двухвальном смесителе

№ проб	t, с	$\sigma_{1эксп}^2$	$\sigma_{2эксп}^2$	$\sigma_{3эксп}^2$	$k_1, 1/с$	$k_{1опт}, 1/с$	$k_2, 1/с$	$k_{2опт}, 1/с$	$k_3, 1/с$	$k_{3опт}, 1/с$	$\sigma_{1расч}^2$	$\sigma_{2расч}^2$	$\sigma_{3расч}^2$
1	15	0,1771	0,0629	0,0971	0,0141	0,0076	0,0188	0,0088	0,0160	0,0087	0,2391	0,0801	0,0815
2	75	0,0242	0,0098	0,0247	0,0106		0,0087		0,0085		0,0610	0,0310	0,0313
3	215	0,0156	0,0013	0,0136	0,0047		0,0049		0,0034		0,0166	0,0036	0,0042
4	515	0,0026	0,0002	0,0012	0,0095		0,0078		0,0068		0,0078	0,0003	0,0005
5	1115	0,0021	0,0001	0,0005	0,0047		0,0036		0,0034		0,0066	0,0001	0,0002
		$\sigma_{p1}^2 = 0,002$			$\sigma_{p2}^2 = 0,001$		$\sigma_{p3}^2 = 0,0004$						

На основе приведённых данных видно, что распределение каждого компонента характеризуется своей кинетической кривой с присущими ей значениями k и σ_p^2 . Поэтому, как было отмечено, нет оснований оценивать состояние смеси по распределению одного так называемого "ключевого" компонента. В инерционном смесителе для идентификации параметров и проверки адекватности модели (1) проводилось анализ тройной композиции, состоящей из отходов ДВ или РШ, оксидов железа и других видов наполнителей на пример, с применением параформа. При проведении эксперимента при переменной температуре смесь подогревалась за счет помещения

большого смесительного барабана в воздушный термостат, при этом пара-форм начал менять свое агрегатное состояние.

При смешении с изменением агрегатного состояния одного из компонентов имеет место резкое повышение дисперсии концентраций всех компонентов, что происходит вследствие неравномерности появления и распределения жидкой фазы. На основе таких анализов можно утверждать, что такой процесс смешения не может быть адекватно описан моделью (1), поскольку в момент времени t_1-t_2 возникают дополнительные источники дисперсии для всех компонентов смеси, которые должны быть введены в кинетические уравнения модели (1). Тогда модель (1) примет вид

$$\frac{d\sqrt{\sigma_1^2}}{\sqrt{nl} dt} = -k_1 \frac{\lambda_1 + 1}{\lambda_1} \left[\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_2^2} + \sqrt{\sigma_1^2 \sigma_3^2} \right] + \frac{k_1}{\lambda_1} + \int_{t_1}^{t_2} f_1(t) dt;$$

$$\frac{d\sqrt{\sigma_2^2}}{\sqrt{nl} dt} = -k_2 \frac{\lambda_2 + 1}{\lambda_2} \left[\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_2^2} + \sqrt{\sigma_2^2 \sigma_3^2} \right] + \frac{k_2}{\lambda_2} + \int_{t_1}^{t_2} f_2(t) dt; \quad (7)$$

$$\frac{d\sqrt{\sigma_3^2}}{\sqrt{nl} dt} = -k_3 \frac{\lambda_3 + 1}{\lambda_3} \left[\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_3^2} + \sqrt{\sigma_2^2 \sigma_3^2} \right] + \frac{k_3}{\lambda_3} + \int_{t_1}^{t_2} f_3(t) dt,$$

где: $f_1(t)$, $f_2(t)$, $f_3(t)$ – функции, характеризующие дополнительные источники для 1-го, 2-го и 3-го компонентов смеси за счет изменения агрегатного состояния одного из компонентов.

Заключение. На основе математической модели можно указать, что изменение агрегатного состояния можно рассматривать как смешение, когда в смесь в определённый

момент времени вводится дополнительно еще один компонент, приводящий к всплеску на кинетической кривой. Поэтому схему получения тройной смеси в инерционном смесителе при последовательном вводе компонентов можно представить в следующем виде: А+В→ смесь АВ+С→ смесь АВС или Отходы ДВ+оксиды железа (ОЖ) → смесь ДВ+ОЖ → смесь ДВ+оксиды железа+ГС.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А.Исмаилов, Ш.П.Нуруллаев, И.Рузметов, З.С.Алиханова. Очистка сточных и природных вод от нефтепродуктов композиционными сорбционными материалами на основе отходов древесного волокна. Сборник материалов научно-технической конференции (с участием иностранных ученых), Т., 2023, с.184.

2. А.А.Исмаилов. Получение сорбционных материалов на основе деревообрабатывающих производств и применение для очистки ионов тяжелых металлов сточных вод. Там же, стр.80-86.

Jalilov Sh.N., Qilichov Z.Z., Rasulova N.F., Rajabboeva M.X. Epixlorgidrin yordamida mochevina-formaldegid smolasini modifikatsiyalash asosida kompozitsion yog'och plita materiallar uchun kley olish texnologiyasi	205
Dustqobilov E.N., Yuldashev T.R. Qayta ishlanadigan tabiiy gazlarini gazsimon va dispers zarrachalardan ajralish samaradorli ko'rsatgichlarini tadqiqotlash	207
Omonov Z.J. Takomillashtirilgan ta'minlagichni mahsulot sifatiga va jin samaradorligiga ta'sirining tadqiqoti..12	
Асадова Х., Абдурахмонова С., Билалова Д. Оптимизация технологии радиального бурения для повышения эффективности разработки обводненных месторождений	218
Jalilov Sh.N., Amonov M.R., Rasulova N.F. Mochevino–formaldegid smolasini epixlorgidrin va melamin asosida modifikatsiyalash orqali olingan yelimlovchi kompozitning sintez va IQ tahlilini o'rganish	221
Qurbonov A.R., Yusupov F.M., Raximov X.Yu. Gaz quvurlari uchun yaratilgan korroziyaga qarshi samarali tarkibni olish texnologiyasini ishlab chiqish	224

7. Вести из лаборатории

Негматов С.С., Холматов Э.А., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Косимов Ш.Б., Халимжанов Т.С. Исследование триботехнических характеристик композиционных полимерных материалов при трении с хлопком-сырцом	227
Abdullayev A.X. Plug lemexining ishchi yuzasiga yeyilishbardosh qoplama qoplash bilan ish unumdorlikni oshirish	228
Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Курбонов У.М., Негматова К.С., Негматов С.С., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю. Исследование структуры, химического состава и физико-химических свойств органо-неорганических ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств для создания химических композиционных флотореагентов–вспенивателей	231
Якубов М.М., Джумаева Х.Ю. Флотационное обогащения руд месторождения Ёшлик I от крупности питания	234
Намозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Саидкулов С.А., Султанов С.У., Жовлиев Ш.Х., Дусмуродов Э.Б. Исследование характеристики отдельных фракций госсиполовой смолы, физико-химические свойства аминспиртов и разработка ингибиторов коррозии на их основе	236
Турахужаева Ш.Н., Шарипов К.А., Мардонакулов Ш.О. Аналитика процесс насыщения сплава алюминия с газовыми включениями	238
Maksudxo'jayeva M.S. Temir metall lomidan temir kuporos ishlab chiqarish	240
Маматов Б.А., Исломов Ш.А., Абед Н.С., Улмасов Т.У., Негматов С.С., Ибодуллаев Т.Н., Туляганова В.С., Бозорбоев Ш.А. Технологические оборудование для изготовления акустических композиционных полимерных материалов, содержащих природные наполнители с открыто-пористой и волокнистой структурой	241
Негматов С.С., Бабаханова М.А., Рахимов Х.Ю., Саидкулов С.А., Намозов С.С. Композицион лок-бўёк ва унинг асосидаги материалнинг иссиқликка чидамлигини ўрганиш	243
Негматова К.С., Негматов С.С., Субанова З.А., Бозоров А.Н. Металлургия саноати техноген чиқиндиларидан ренийни ажратиш олишда ишлаб чиқилган композицион ион алмашувчи сорбентларни саноат миқёсида қўллаш механизми	244
Sadullayeva G.B., Ibragimova M.R. 1,2,4-triazol hosilalarining kompleks birikmalari sintezi va biologik ahamiyati	245
Yaxshieva Z.Z., Sobirova Z.O. Cr(III) ionini 5-metoksi-2-nitrozofenol bilan konservalangan mahsulotlarda xromoamperometrik usul ishlab chiqish	248
Нуруллаев Ш.П., Рузметов И., Саидмирзаева Д.Б., Турдимуродова М.М., Маматов А.М. Математическая модель получения композиционного адсорбента на основе отходов древесного волокна и роторного шлака	250
Jalilov Sh.N., Amonov M.R. Study and analysis of polymeric binders used in wood-based panel production and their limitations	253