



SILIKAGEL ASOSIDAGI OLINGAN SORBENTNING TERMIK BARQARORLIGINI TERMOGRAVIMETRIK TAHLIL QILISH

**Yodgorov Ravshan Abdimalik o'g'li¹, Abduqodirova Rohila Turg'un qizi²
Soatmurodova Madina Ro'zi qizi³**

¹Termiz davlat universiteti o'qituvchisi

Termiz davlat universiteti talabalari

²ORCID: 0009-0004-4965-1768

Email: y.ravshan1991@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu tadqiqotda azot va oltingugurt tutuvchi ligand sifatida difeniltiokarbazon qo'llanildi. Olingan sorbentlar hamda ularning metall ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining termik barqarorligi differensial-termik (DTA) va termogravimetrik (TG) usullar yordamida o'rganildi. Tadqiqotlar Paulik–Paulik–Erdey tizimidagi derivatografda 10 °C/min qizdirish tezligida, T–900, TG–200, DTA–1/10 va DTG–1/10 galvanometr sezgirligi sharoitida olib borildi. Derivatogrammalar fotoqog'ozga avtomatik qayd etildi va olingan natijalar asosida sorbentlar hamda ularning kompleks birikmalarining termik turg'unligi baholandi.

Kalit so'zlar: DTG–1/10, TG–200, difeniltiokarbazon, silikagel, SG-DT markali sorbent, Cu va Co ionlari.

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СОРБЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ СИЛИКАГЕЛЯ

В данном исследовании в качестве лиганда, содержащего атомы азота и серы, был использован дифенилтиокарбазон. Термическая стабильность полученных сорбентов, а также их комплексных соединений с ионами металлов была изучена методами дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГ) анализа. Исследования проводились на дериватографе системы Паулика–Паулика–Эрдея при скорости нагрева 10 °C/мин, в условиях чувствительности гальванометров: Т–900, TG–200, DTA–1/10 и DTG–1/10. Дериватограммы автоматически регистрировались на фотобумаге, а на основании полученных результатов была оценена термическая устойчивость сорбентов и их комплексных соединений.



Ключевые слова: ДТГ-1/10, ТГ-200, дифенилтиокарбазон, силикагель, сорбент марки СГ-ДТ, ион Cu и Co.

THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF THE THERMAL STABILITY OF A SILICA GEL-BASED SORBENT

In this study, diphenylthiocarbazone was used as a nitrogen- and sulfur-containing ligand. The thermal stability of the obtained sorbents and their metal-ion complex compounds was investigated using differential thermal analysis (DTA) and thermogravimetric analysis (TG). The experiments were carried out on a Paulik–Paulik–Erdey derivatograph at a heating rate of 10 °C/min under galvanometer sensitivity conditions of T–900, TG–200, DTA–1/10, and DTG–1/10. Derivatograms were automatically recorded on photographic paper, and the thermal stability of the sorbents and their complex compounds was evaluated based on the obtained results.

Key words: DTG–1/10, TG–200, diphenylthiocarbazone, silica gel, SG-DT sorbent, Cu and Co ion.

KIRISH

Tadqiqot obyekti sifatida sorbsion xossalarga ega silikagel hamda difeniltiokarbazon (DT) ishtirokida sintez qilingan azot va oltingugurt tutuvchi sorbent tanlandi. Tadqiqot davomida olingan SG-DT markali sorbentning termik xossalari LABSYS EVO STA markali termogravimetrik analizator yordamida o'rganildi. Buning uchun sorbentdan 7 mg miqdorda kukunsimon namuna olinib, alyuminiy oksidi va platina aralashmasidan tayyorlangan issiqlikka chidamli tigelga joylashtirildi. Namuna 20–600 °C harorat oralig'ida qizdirilib, uning termik barqarorligi baholandi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI

Jahon miqyosida yuqori tanlovchanlik va samaradorlikka ega kompleks hosil qiluvchi sorbentlar yaratish maqsadida tarkibida azot, fosfor va oltingugurt atomlari mavjud bo'lgan ligandlarni organik polimerlar hamda mineral matritsalariga immobilizatsiya qilishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar keng olib borilmoqda [1]. Xususan, silikagelni kimyoviy modifikatsiyalash orqali tanlovchan sorbentlar sintez qilish usullariga alohida e'tibor qaratilmoqda [2]. So'nggi yillarda sintetik sorbentlar ishlab chiqarish hajmi dunyo bo'yicha sezilarli darajada ortib, o'tgan o'n yilga nisbatan qariyb ikki baravar ko'paygan [3].

Polimer matritsaga immobilizatsiyalangan ligandlar gidrometallurgiyada metall ionlarini konsentrlash, shuningdek, og'ir metall ionlari saqlovchi chiqindi eritmalarni tozalash va zararsizlantirishda samarali sorbent sifatida qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda ion-almashinuvchi hamda kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer

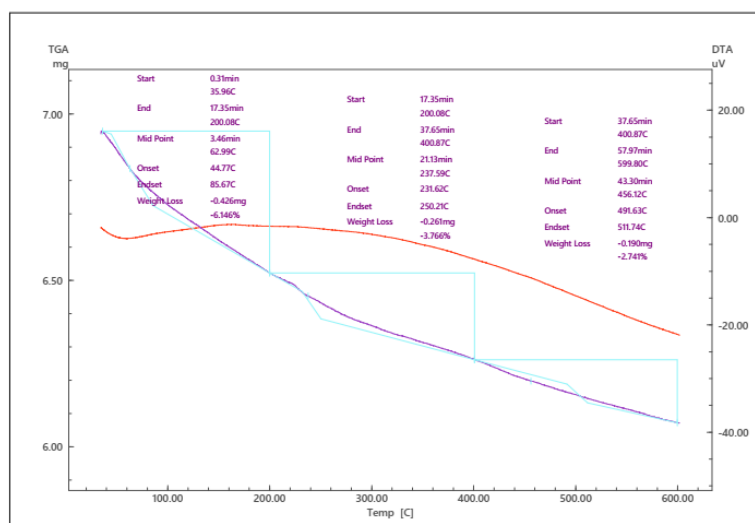
matritsalarining turli turlari ishlab chiqilgan. Bunday polimer ligandlarni olishning asosiy sanoat usullari funksional guruhlar tutuvchi monomerlarni polikondensatsiyalash, polimerlash va sopolimerlash jarayonlariga asoslanadi.

Tarkibida Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} va Zn^{2+} ionlari mavjud bo'lgan ko'p komponentli eritmalardan Cu^{2+} ionlarini tanlab ajratib olishda H-(2-karboksietil)-aminometil-polistiroidan tayyorlangan xelatlovchi sorbentlardan foydalanish mumkinligi aniqlangan [4]. Allilbromid, epixlorgidrin va polietilenimin asosida sintez qilingan anionitlar sulfatli eritmalardan Cu^{2+} va Co^{2+} ionlarini sorbsiyalashda yuqori tanlovchanlikka ega ekanligi qayd etilgan [5]. Shuningdek, anilin, epixlorgidrin va polietilenpoliamin asosidagi anionitlardan Cu^{2+} ionlarini Co^{2+} ionlari ishtirokida selektiv ajratishda samarali foydalanilgan [6].

Turli sorbentlar tarkibiga organik ligandlarni immobilizatsiya qilish usullari analitik kimyo va sanoat amaliyotida keng qo'llaniladi. Biroq, ayrim hollarda bu usullar ekologik xavfsizlik va atrof-muhitning ifloslanishi bilan bog'liq cheklavlarga ega [7]. Shu sababli qattiq fazali ekstragentlar sifatida ligand bilan modifikatsiyalangan sorbentlardan foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi [8].

TAJIRIBAVIY QISM

Sintez qilingan SG-DT markali sorbentning termik xossalari LABSYS EVO STA rusumli termogravimetrik analizator yordamida o'rganildi. Tadqiqot uchun sorbentdan 7 mg miqdorda kukunsimon namuna olinib, alyuminiy oksidi va platina aralashmasidan tayyorlangan issiqlikka chidamli tigelga joylashtirildi. Termik tahlil 1 soat davomida 600 °C haroratigacha olib borildi. Olingan termogravimetrik ma'lumotlar asosida sorbentning termik barqarorligi baholanib, quyidagi natijalar aniqlandi:



1-rasm. SG-DT markali sorbentning differensial-termik analizi

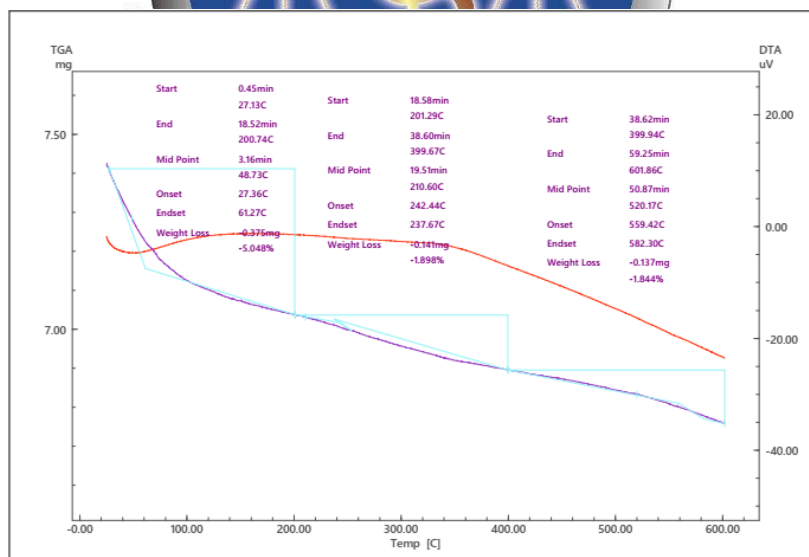
Termogravimetrik tahlil natijalariga ko'ra, jarayonning 3,46-daqiqasida harorat 62,99 °C ga yetganda sorbent massasining kamayishi kuzatildi. Harorat 17,35 daqiqa davomida 200 °C gacha oshirilganda, namuna o'z massasining 6,146 % ini, ya'ni 0,426 mg qismini yo'qotdi.

Keyingi bosqichda qizdirish davom ettirilib, tahlilning 37,65-daqiqasiga qadar harorat 400 °C ga yetkazildi. Ushbu haroratda sorbent qo'shimcha ravishda 3,766 % massa yo'qotib, bu 0,261 mg ga teng ekanligi aniqlandi.

Termik tahlilning 37,65-daqiqasidan 60-daqiqasigacha bo'lgan davrda harorat 600 °C gacha ko'tarildi. Natijada sorbent yana 2,741 % yoki 0,190 mg massa yo'qotdi.

Umuman olganda, SG-DT sorbenti 20 °C dan 600 °C gacha qizdirilganda dastlabki massasining 12,653 % ini, ya'ni 0,877 mg qismini yo'qotdi. Olingan natijalar sintez qilingan sorbentning yuqori termik barqarorlikka ega ekanligini ko'rsatadi. Buni sorbent tarkibining asosi silikageldan tashkil topganligi bilan izohlash mumkin. Ma'lumki, silikagel yuqori harorat ta'siriga chidamli va issiqbardosh materiallardan biri hisoblanadi.

Shuningdek, SG-DT sorbentining mis (Cu) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasining termik xossalari ham o'rganildi (2-rasm).



2-rasm. Cu-SG-DT kompleksining differensial- termik tahlili

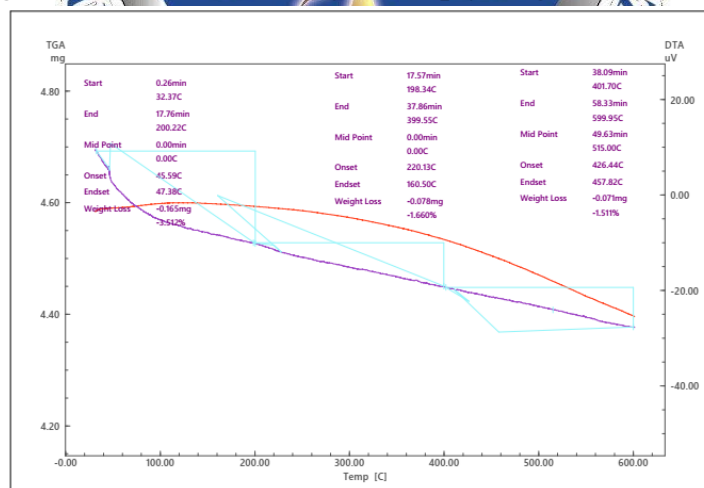
Termik tahlil uchun SG-DT sorbentining mis (Cu) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasidan 7,4 mg miqdorda namuna olindi. Namuna 1 soat davomida 20 °C dan 600 °C gacha qizdirilib, uning termik xossalari o'rganildi. O'tkazilgan differensial-termik va termogravimetrik tahlillar natijasida quyidagi ma'lumotlar olindi:

Cu-SG-DT ning termogravimetrik tahlil natijalari

Vaqt (daqiq)	Harorat (°C)	Kamaydi		Qolgan modda massasi (mg)
		% hisobida	mg miqdorda	
3,16	48,73	0	0	7,4
18,52	200,74	5,048	0,375	7,025
19,51	210,6	1,898	0.141	6,884
59,25	601,86	1,844	0,137	6,747
59,25	601,86	8,79	0,653	6,747

Olingan natijalar asosida shuni ta'kidlash mumkinki, sintez qilingan SG-DT sorbenti yuqori termik barqarorlikka ega. Shuningdek, uning mis (Cu) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasi termik tahlil davomida sorbentning o'ziga nisbatan kamroq massa yo'qotgani kuzatildi. Bu esa metall ionlari bilan kompleks hosil bo'lishi sorbentning termik turg'unligini yanada oshirishini ko'rsatadi. Xususan, silikagel asosidagi sorbentlarning metall komplekslari yuqori harorat ta'siriga nisbatan barqarorroq ekanligi aniqlandi.

Bundan tashqari, SG-DT sorbentining kobalt (Co) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasi ham termogravimetrik tahlil qilindi. Co asosidagi kompleks birikmaning termogravimetrik tahlili natijasida quyidagi diagramma olindi:



3-rasm. Co-SG-DT ning differensial-termik analizi natijalari derivatogrammasi

Termogravimetrik tahlil uchun Co ionlari bilan hosil qilingan kompleks birikmadan 4,7 mg miqdorda namuna olindi. Namuna 1 soat davomida 20 °C dan 600 °C gacha qizdirildi. Tahlil natijalariga ko'ra, dastlabki 17,76 daqiqa davomida harorat 200 °C ga yetkazilganda namuna massasining 3,512 % ga, ya'ni 0,165 mg ga kamaygani aniqlandi. Massa kamayishi harorat 45,59 °C ga yetgan vaqtdan boshlanganligi kuzatildi.

Jarayonning 37,86-daqiqasiga qadar harorat 400 °C ga oshirilganda namuna qo‘shimcha ravishda 1,66 % yoki 0,078 mg massa yo‘qotdi. Tahlil 58,33 daqiqa davom etib, harorat 600 °C gacha ko‘tarilganda 400–600 °C oralig‘ida massa yana 0,071 mg ga kamaydi. Olingan natijalar Co ioni bilan hosil qilingan kompleks birikmaning ham yuqori termik barqarorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

O‘tkazilgan differensial-termik va termogravimetrik tahlillar natijalari silikagel asosidagi sorbentlar hamda ular asosida hosil qilingan koordinatsion birikmalarning yuqori termik turg‘unlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Yuqori harorat ta’sirida ham ularning massasida nisbatan kam o‘zgarish kuzatilishi silikagelning issiqlikka chidamli va barqaror fizik-kimyoviy xossalari bilan izohlanadi.

Bundan tashqari, sintez qilingan sorbentning mis(II) sulfat eritmasidan adsorbsiyalangan Cu ionlari miqdorini aniqlash uchun EDX-8100 rentgen-fluorescent spektral tahlil usuli hamda EMC-30PC UV-spektrofotometridan foydalanish mumkin [9].

XULOSA

Sintez qilingan SG-DT sorbenti hamda uning Cu va Co ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining differensial-termik va termogravimetrik tahlillari amalga oshirildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sorbent va uning metall komplekslari yuqori termik barqarorlikka ega ekanligi aniqlandi.

Silikagelning issiqlikka chidamli va barqaror tabiati tufayli uning asosida olingan sorbentlar hamda koordinatsion birikmalar yuqori harorat sharoitida ham o‘z xossalari saqlab qolishi va kam miqdorda massa yo‘qotishi kuzatildi. Bu esa ularning yuqori haroratli texnologik jarayonlarda qo‘llash uchun istiqbolli materiallar ekanligini ko‘rsatadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. To‘rayev X.X., Eshqurbonov F.B., Djalilov A.T., Kasimov Sh.A. Tarkibida azot, fosfor va otingugurt bo‘lgan kompleks hosil qiluvchi ionitlar. “Universitet” nashriyoti, Toshent 2019.

2. To‘rayev X.X., Kasimov Sh.A., Djalilov A.T., Eshqurbonov F.B. Gidrazo, Fosfo- va Ditiofasfat guruhli kompleks hosil qiluvchi sorbentlar.-Toshkent “Universitet”, 2019.

3. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Эшкурбонов Ф.Б. Способ получения комплексобразующего ионита// № IAP 05533. (Узбекистан). Опубл. 09.01.201.

4. Неудачина Л.К., Пестов А.В., Баранова Н.В., Старцев В.А. Новые хелатные сорбенты: свойства и применение для сорбционно-



спектро스코пического определения ионов переходных металлов // Аналитика и контроль. – 2011. – Т. 15. – № 2. – С. 238–250.

5. Ергожин, Е. Е. Сорбция ионов тяжелых цветных металлов из растворов сложного состава полифункциональными анионитами / Е. Е. Ергожин, Т. К. Чалов, А. И. Никитина, Т. В. Ковригина, К. Х. Хакимболатова // Цветные металлы. – 2008. – № 3. – С. 35–37.

6. Ергожин, Е. Е. Изучение сорбции ионов Cu^{2+} и Co^{2+} анионитами на основе эпоксидного производного анилина и полиаминов / Е. Е. Ергожин, Т. К. Чалов, Е. А. Мельников, К. Х. Хакимболатова, А. И. Никитина // Химический журнал Казахстана. – 2012. – № 2. – С. 93–97.

7. Исмаилов И.И., Джалилов А.Т., Аскарлов М.А. Химически активные полимеры и олигомеры. – Ташкент: -Фан, -1993. -232 с.

8. Абдугалипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Исследование комплексообразующей способности ионитов поликонденсационного типа // VII Всероссийская интерактивная конф.(с международным участием) молодых учёных / Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии, Саратов, -2010. - С.235-236.

9. Sherzod Kasimov Abduzairovich, Yodgorov Ravshan Abdimalik ogli, Abul Monsur Showkot Hossain, Tursunov Khurshid Bakhtiyor ogli. Determination of sorption capacity of sorbent based on silica gel. Science and innovation// International scientific journal volume 2 issue 11 november 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10230330>