



UDK: 631.812.2

**Mansur ERGASHEV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti mustaqil izlanuvchisi  
**Shohrux RAJABOV,**  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti katta o‘qituvchisi, PhD  
E-mail: shohrux.rajabov@bk.ru

**Xoltura MIRZAQULOV,**  
TKTI huzuridagi “Pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish” tarmoq markazi direktori  
Noorganik moddalarning kimyoviy texnologiyasi kafedrasini professori

O‘zMU dotsenti, PhD G‘.Abduraxmonov taqrizi asosida

### “REALOGICAL PROPERTIES OF NITROGEN BULLS DURING THE PROCESS OF NITRIC ACID PROCESSING OF SODA PRODUCTION WASTE”

Annotation

This article examines the reological properties of nitric acid pulp during nitric acid processing of sludge waste from soda production, as well as pulp neutralized with gaseous ammonia. Furthermore, the influence of the change in pH during neutralization on the chemical composition of nitric acid pulp is described in detail. The research employed a chemical analysis method, all experiments were conducted in accordance with the requirements of the relevant GOST, which ensures the reliability of the research.

**Key words:** sludge waste, gaseous ammonia, nitric acid pulp, pH medium, liquid and granular fertilizers, acid norm.

### “РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ВЫТЯЖКИ В ПРОЦЕССЕ АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ СОДОВЫХ ЗАВОДОВ”

Аннотация

В данной статье изучены реологические свойства азотнокислотной и газообразной аммиачно нейтрализованной пульпы при азотнокислотной переработке шламовых отходов содовых производств. Кроме того, подробно описано влияние изменения pH в процессе нейтрализации на химический состав азотнокислой пульпы. В исследовательской работе использован метод химического анализа, все эксперименты выполнены в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТ, что обеспечивает достоверность исследования.

**Ключевые слова:** шламовые отходы, газообразный аммиак, азотнокислотная вытяжки, pH среды, жидкие и гранулированные удобрения, норма кислоты, реологии.

### SODA KORXONALARINING SHLAMLI CHIQUINDILARINI NITRAT KISLOTALI QAYTA ISHLASH JARAYONIDAGI AZOT KISLOTALI EKSTRAKLARNING REALOGIK XOSSALARI

Аннотация

Ushbu maqolada soda ishlab chiqarish korxonalarining shlamli chiqindilarini nitrat kislotali qayta ishlash jarayonidagi azot kislotali ekstraktning hamda gazsimon ammiak bilan neytrallangan ekstraktning realogik xossalari o‘rganilgan. Bundan tashqari neytrallash jarayonida pH qiymatining o‘zgarishi azot kislotali ekstraktning kimyoviy tarkibiga ta’siri batafsil yoritilgan. Tadqiqot ishida kimyoviy tahlil usulidan foydalanilgan bo‘lib barcha tajribalar tegishli DAST talablari asosida bajarilgan bo‘lib bu tadqiqotning ishonchligini ta’minlaydi.

**Kalit so‘zlar:** shlamli chiqindilar, gazsimon ammiak, azot kislotali ekstrakt, pH muhiti, suyuq va donador o‘g‘itlar, kislota me’yori, realogiya.

**Kirish.** Soda ishlab chiqarish korxonalarining shlamli chiqindilarini nitrat kislotali qayta ishlash va ular asosida suyuq va donador o‘g‘itlar olishga bag‘ishlangan tadqiqot ishimizda parchalash jarayoniga ta’sir qiluvchi barcha texnologik omillarni batafsil o‘rganilib natijalarni bayon qilingan [1]. Parchalash jarayonidan keyingi bosqich bo‘lgan eritma va erimaydigan qoldiqni ajratish jarayoni bo‘yicha ham tajribalar olib borilgan bo‘lib kerakli natijalar olingan [2].

Tarkibida kalsiy va magniy birikmalari bo‘lgan turli minerallar (dolomit, ankerit, diopsid va b.) ni nitrat kislotali qayta ishlash bo‘yicha yurtimiz va xorijiy olimlar tomonidan bir qator tadqiqot ishlari mavjud [3; 4]. Ularning ishlarida ham azot kislotali ekstraktning hamda gazsimon ammiak bilan neytrallangan ekstraktning realogik xossalari o‘rganilgan, lekin tarkib va struktura holatining o‘zaro farqlanishi tufayli biz olib borayotgan tadqiqot ishimizda bu jarayonni chuqur tahlil qilish lozimligi aniqlandi.

Bundan tashqari neytrallash jarayonida pH qiymatining o‘zgarishi nitrat kislotali ekstraktning kimyoviy tarkibiga ta’siri bo‘yicha ham olib borilgan tadqiqotlar [5; 6; 7; 8; 9] yetarli emas. Shuning uchun pH qiymati o‘zgarishi suyuq faza tarkibiga ta’siri bo‘yicha ham tajribalar olib borilishi lozim.

**Asosiy qism.** Tadqiqotning dastlabki bosqichida tindirilgan nitrat kislotali ekstraktning zichligi va qovushqoqligiga nitrat kislotaning me’yori, harorat va kislota konsentratsiyalarining ta’sirlari o‘rganilgan va natijalar jadvalda keltirilgan.

1-jadval

#### Tindirilgan nitrat kislotali ekstraktning realogik xossalari

HNO <sub>3</sub> me’yori, %	Zichlik, g/sm <sup>3</sup>					Qovushqoqlik, mPa·s				
	20 C	30 C	40 C	50 C	60 C	20 C	30 C	40 C	50 C	60 C
Kislota konsentratsiyasi – 40 %										

95	1,397	1,392	1,387	1,382	1,377	3,18	2,58	2,16	1,84	1,60
100	1,393	1,388	1,382	1,377	1,372	3,11	2,52	2,11	1,80	1,57
105	1,388	1,383	1,378	1,373	1,368	3,03	2,46	2,06	1,76	1,53
110	1,383	1,379	1,374	1,369	1,364	2,96	2,40	2,01	1,72	1,50
Kislota konsratsiyasi – 50 %										
95	1,491	1,486	1,480	1,475	1,469	3,84	3,13	2,64	2,27	1,98
100	1,486	1,481	1,476	1,470	1,465	3,74	3,06	2,58	2,21	1,94
105	1,481	1,476	1,471	1,465	1,460	3,62	2,96	2,50	2,15	1,88
110	1,476	1,471	1,466	1,460	1,455	3,51	2,87	2,42	2,09	1,83
Kislota konsratsiyasi — 60 %										
95	1,620	1,614	1,608	1,602	1,594	5,29	4,33	3,65	3,15	2,77
100	1,613	1,608	1,602	1,595	1,588	5,12	4,19	3,54	3,06	2,69
105	1,606	1,600	1,595	1,588	1,581	4,92	4,04	3,41	2,95	2,60
110	1,598	1,593	1,587	1,581	1,575	4,73	3,89	3,29	2,84	2,51

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 20-60 °C harorat oralig'ida neytrallangan eritmalarning zichligi 1,364-1,620 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Harorat ortishi bilan eritmalarning zichligi bir tekis pasayadi. Zichlikning haroratga bog'liqligi deyarli chiziqli bo'lib, harorat 10 °C ga ko'tarilganda zichlik 0,37 foizga kamayadi. Nitrat kislota konsratsiyasining oshishi bilan ekstraktning zichligi ham ortib boradi. O'rtacha nitrat kislota konsratsiyasi 10% ga oshirilganda zichlik 7,58% ga ortgani aniqlandi. Bunda nitrat kislota konsratsiyasi 40 dan 50% gacha ortganda zichlik o'rtacha 6,72% ga, nitrat kislota konsratsiyasi 50 dan 60% gacha ortganda esa 8,44% ga ortadi.

Eritmalarning qovushqoqligi nitrat kislota me'yori va konsratsiyasining o'rganilgan oralig'ida 1,50-5,29 mPa-s oralig'ida o'zgarib turadi. Harorat 10 °C dan 20 °C dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 18,30% ga, 30 °C dan 40 °C gacha - 15,81% ga, 40 °C dan 50 °C gacha - 13,95% ga, 50 °C dan 60 °C gacha - 12,44% ga kamayadi. Nitrat kislota konsratsiyasi ortishi bilan qovushqoqlik ortib boradi. O'rtacha nitrat kislota konsratsiyasi 10% ga oshirilganda qovushqoqlik 29,37% ga ortadi. Bunda nitrat kislota konsratsiyasi 40 dan 50% gacha oshirilganda qovushqoqlik o'rtacha 21,50% ga, nitrat kislota konsratsiyasi 50 dan 60% gacha oshirilganda esa 37,24% ga ortishi aniqlandi.

Shunday qilib, tindirilgan nitrat kislotali ekstraktning reologik xususiyatlarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, u juda yaxshi oquvchanlikka ega va uni quvurlar orqali haydash uchun hech qanday maxsus uskunar talab qilinmaydi.

Kislotali ekstraktning pH qiymati -1 dan past bo'ladi, shuning uchun uni o'g'it sifatida qo'llash mumkin emas. Shundan kelib chiqib uni neytrallash zarur. Tadqiqot ishida neytrallash uchun gazsimon ammiakdan foydalanildi. Eritmadagi ammiak miqdori neytrallash uchun zarur bo'lgan miqdordan neytrallash ketsa, ammiak hosil bo'ladi. Yuqoridagilarni inobatga olib neytrallash jarayonida maqbul pH qiymatini belgilash lozim. Tajriba jarayonida 57,5% konsratsiyali nitrat kislotali ekstraktning foydalanib olingan azot kislotali ekstraktidan foydalanilgan hamda turli kislota me'yorlarida tajribalar olib borilgan (2-jadval).

2-jadval

pH qiymatining nitrat kislota ekstraktning suyuq fazasi tarkibiga ta'siri

pH	Suyuq fazaning kimyoviy tarkibi, og'ir., %					
	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Kislota me'yori – 95 %						
-0,51	1,46	11,67	0,01	0,03	0,04	0,00
4,00	1,44	11,67	0,01	0,03	0,04	2,06
7,71	1,31	11,62	0,01	0,03	0,04	2,82
9,04	0,85	11,55	0,01	0,03	0,04	2,93
9,48	0,14	11,52	0,01	0,03	0,04	3,04
10,58	0,03	11,46	0,01	0,02	0,04	3,68
12,30	0,02	11,38	0,01	0,02	0,03	8,11
Kislota me'yori – 100 %						
-1,10	1,44	11,79	0,01	0,03	0,04	0,00
4,10	1,43	11,79	0,01	0,03	0,04	2,36
7,40	1,34	11,79	0,01	0,03	0,04	3,00
8,93	1,05	11,71	0,01	0,03	0,04	3,17
9,59	0,18	11,67	0,01	0,03	0,04	3,50
10,96	0,05	11,59	0,01	0,02	0,04	5,23
12,09	0,04	11,54	0,01	0,02	0,04	8,65
Kislota me'yori – 105 %						
-1,25	1,41	11,60	0,01	0,03	0,05	0,00
3,95	1,40	11,60	0,01	0,03	0,05	2,52
7,97	1,31	11,60	0,01	0,03	0,05	3,20
8,98	0,93	11,55	0,01	0,03	0,05	3,35
9,75	0,21	11,51	0,01	0,03	0,05	4,12
10,79	0,07	11,46	0,01	0,02	0,05	6,00
11,85	0,05	11,40	0,01	0,02	0,05	8,87

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinib turibdiki suyuq faza tarkibidagi pH ortishi bilan qolgan komponentlar miqdori biroz pasayadi, bu tabiiy ravishda ammiak kiritilishi bilan tushuntiriladi. pH ning yuqori qiymatlarida deyarli barcha magniy cho'kmaga o'tadi. Magniy gidroksid juda mayda dispersli cho'kma hisoblanadi. O'g'it tarkibida uning mavjudligi o'g'it tarkibidagi ozuqa moddalarining miqdorini kamaytiradi. Bundan tashqari, ammiaklar (pH 10 dan yuqori) olinganda o'g'it tarkibida erimaydigan va o'simliklar o'zlashtirmaydigan shaklda bo'ladi. Shu bilan birga, magniy gidroksidi ham ichki, ham tashqi bozorlarda talab yuqori bo'lgan magniy oksidi, magniy xlorid va boshqa birikmalarni olish uchun qimmatli xomashyo hisoblanadi. Bundan kelib chiqadiki, neytrallash jarayonida magniy gidroksidning ajralish bosqichini nazarda tutish maqsadga muvofiqdir. Tarkibida pH 7-8 dan oshmaydigan suyuq kalsiyli o'g'itlar olishda bu bosqichni istisno qilish mumkin.

Shuning uchun keyingi tajriba jarayonlarida ekstrakt magniyni ajratib olib so'ngra pH qiymatini 6-7 gacha tushirish uchun yana qo'shimcha nitrat kislota berish bo'yicha tadqiqotlar olib borish lozimligi aniqlab olindi.

Tajribalarning navbatdagi bosqichida ammiak bilan neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning zichligi va qovushqoqligiga kislota me'yori, harorat va pH muhitining ta'sirlari o'rganilgan va natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Magniy gidroksidni ajratmasdan chuqur neytrallangan nitrat kislota ekstraktning reologik xususiyatlari

pH	Zichlik, g/sm <sup>3</sup>						Qovushqoqlik, mPa-s			
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
Kislota me'yori – 95 %										
-0,51	1,600	1,594	1,589	1,583	1,576	5,19	4,23	3,56	3,06	2,68

4,00	1,570	1,565	1,561	1,556	1,550	5,41	4,37	3,64	3,11	2,69
7,71	1,541	1,537	1,533	1,529	1,524	5,64	4,52	3,73	3,16	2,71
9,04	1,529	1,526	1,522	1,518	1,514	15,82	12,01	9,31	6,86	5,86
9,48	1,524	1,521	1,517	1,514	1,510	27,26	18,32	13,71	10,91	8,41
10,58	1,511	1,509	1,505	1,501	1,499	64,66	47,27	36,34	28,63	21,42
12,30	1,489	1,486	1,483	1,479	1,477	131,59	103,33	84,37	69,91	58,89
Kislota me'yori – 100 %.										
-1,10	1,593	1,589	1,583	1,577	1,570	5,02	4,10	3,45	2,98	2,61
4,10	1,565	1,561	1,556	1,551	1,546	5,27	4,27	3,55	3,03	2,63
7,40	1,541	1,538	1,533	1,530	1,526	5,53	4,44	3,66	3,09	2,65
8,93	1,529	1,525	1,522	1,519	1,514	13,21	10,22	8,39	6,41	4,80
9,59	1,522	1,518	1,515	1,512	1,509	22,32	18,32	14,71	12,61	9,81
10,96	1,508	1,504	1,501	1,499	1,495	74,07	57,56	46,65	37,74	30,95
12,09	1,491	1,487	1,485	1,482	1,479	158,34	124,45	100,96	83,57	70,20
Kislota me'yori – 105 %.										
-1,25	1,586	1,580	1,575	1,569	1,563	4,82	3,95	3,33	2,87	2,52
3,95	1,559	1,554	1,550	1,545	1,540	5,12	4,15	3,46	2,94	2,55
7,97	1,535	1,531	1,528	1,524	1,519	5,43	4,35	3,59	3,02	2,59
8,98	1,527	1,523	1,520	1,517	1,513	13,23	10,55	8,65	6,61	5,01
9,75	1,520	1,516	1,512	1,510	1,507	32,18	25,55	20,84	15,22	11,61
10,79	1,507	1,503	1,500	1,498	1,495	86,39	67,47	54,25	41,54	32,33
11,85	1,490	1,487	1,484	1,483	1,479	190,53	149,87	120,80	99,91	83,68

3-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, o'rganilgan pH ning -1,25 dan 12,30 gacha va haroratning 20 dan 60 °C gacha bo'lgan oralig'ida neytrallangan eritmalarning zichligi 1,477-1,600 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Harorat ortishi bilan eritmalarning zichligi bir tekis sayrayadi. Zichlikning haroratga bog'liqligi chiziqli bo'lib harorat 10 °C ga ko'tarilganda zichlik 0,27% ga kamayadi. Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning zichligi neytrallanish darajasi (pH) ortishi bilan kamayadi. pH ning bir birlikka oshishi bilan zichlik 8,18% ga kamayadi. Bunda nitrat kislotaning 95% me'yori ortishi bilan zichlik o'rtacha 8,36% ga, nitrat kislotaning 100% me'yori 8,08% ga, nitrat kislotaning 105% me'yori 8,10% ga kamayadi.

Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning qovushqoqligi nitrat kislota me'yori va konsentratsiyasining o'rganilgan oralig'ida 2,52-190,53 mPa·s oralig'ida tebranib turadi. Nitrat kislotaning 95% me'yorida harorat 20 dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 23,26% ga, 30 dan 40 °C gacha - 19,88% ga, 40 dan 50 °C gacha - 18,43% ga, 50 dan 60 °C gacha - 16,94% ga kamayadi. Nitrat kislotaning 100% me'yorida harorat 20 dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 20,18% ga, 30 dan 40 °C gacha - 17,96% ga, 40 dan 50 °C gacha - 16,86% ga, 50 dan 60 °C gacha - 17,31% ga kamayadi. 105% me'yorda harorat 20 dan 30 °C gacha ko'tarilganda qovushqoqlik 20,14% ga, 30 dan 40 °C gacha - 17,89% ga, 40 dan 50 °C gacha - 19,43% ga, 50 dan 60 °C gacha - 18,01% ga kamayadi. Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning qovushqoqligi pH ortishi bilan ortadi, bu cho'kmaga ko'proq magniy gidroksidning tushishi bilan tushuntiriladi. O'rtacha pH ning bir birlikka oshishi bilan qovushqoqlik 2,23 marta ortadi. Bunda pH ning bir birlikka ortishi bilan nitrat kislotaning 95% nisbatdagi me'yorida qovushqoqlik o'rtacha 1,85 marta, nitrat kislotaning 100% nisbatdagi me'yorida - 2,22 marta, 105% nisbatda esa - 2,78 marta ortadi. Neytrallangan nitrat kislotali ekstraktning reologik xossalari o'rganish shuni ko'rsatdiki, u qoniqlik oquvchanlikka ega, ammo uning holatini yuqori qovushqoqlik hosil bo'lishining oldini olish uchun pH qiymatini me'yorida ushlab turish lozim.

Shunday qilib, soda korxonasi shlamli chiqindilarini nitrat kislotasi bilan maqbul sharoitlarda parchalashda (nitrat kislotasining me'yori - 100-105%, nitrat kislotasining konsentratsiyasi - 57,5%, jarayon harorati 40 °C, jarayon davomiyligi - 30 min), erimaydigan cho'kmani ajratib olgandan keyin, pH = 7-8 gacha ammoniyashtirishda quyidagi tuzli tarkibdagi eritmalar hosil bo'ladi, og'ir. %: Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-8,26, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-48,27, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-0,08, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-0,13, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-6,67, CaSO<sub>4</sub>-0,06, NH<sub>3</sub>erkin-1,42. Olingan eritmani NCaMg-o'g'it (tarkibida N - 13,30%, CaO - 16,48%, MgO - 2,23%) va pH = 10,5-11,5 gacha neytrallab gidroksid ajratib olish mumkin.

#### ADABIYOTLAR

- Ergashev M.T., Rajabov Sh.Sh., Mirzakulov X.Ch. Nitric Acid Decomposition Process of Sludge Waste of the Soda Plant. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 11, Issue 7, July 2024. 22040-22046 p. ISSN: 2350-0328.
- Ergashev M.T., Rajabov Sh.Sh., Mirzakulov X.Ch. "Study of the separation process of insoluble residues in the nitric acid processing of sludge waste from a soda plant". International Conference on Developments in Education Hosted from Amsterdam, Netherlands <https://econferencezone.org>. 22<sup>nd</sup> January – 2025.76-78 p.
- Михлиев О.А. Разработка технологии комплексной переработки доломита азотной кислотой с получением соединений магния и жидких удобрений: Дисс... Докт. фил. по техн. наукам (PhD). – Ташкент. – 2019. – 118 с.
- Pek-Ing Au, Yee-Kwong Leong, Rheological and zeta potential behaviour of kaolin and bentonite composite slurries, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 436, 2013, Pages 530-541, ISSN 0927-7757, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.06.039>
- Хидирова Юлдуз Хужаназаровна. Разработка технологии получения комплексных удобрений на основе пыли клинкерообжигательных печей цементного производства. Дисс. Кан. тех. наук. – Ташкент. – 2012. – 120 с.
- Халмуминов Сафар Абриевич. Технологии получения жидких углеаммонийных и азотно-кальциевых удобрений на основе вторичного сырья азотнотуковых производств. Дисс. Кан. тех. наук. – Ташкент. – 2012. – 116 с.
- J. Van Caneghem and others, Fluidized bed waste incinerators: Design, operational and environmental issues, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 38, Issue 4, 2012, Pages 551-582, ISSN 0360-1285, <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2012.03.001>.
- Shen Hu, Hongying Yang, Qin Zhang, Study on harmless treatment and valuable elements recovery of neutralization residue from acid wastewater of copper mine, Sustainable Chemistry and Pharmacy, Volume 39, 2024, 101517, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101517>.
- Atsushi Iizuka and others, Comparative study of acid mine drainage neutralization by calcium hydroxide and concrete sludge-derived material, Minerals Engineering, Volume 188, 2022, 107819, ISSN 0892-6875, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107819>.