

AMMONIUM-SALT METHODS ARE THE BASIS FOR BUILDING EFFECTIVE NEW TECHNOLOGIES IN CHEMICAL AND METALLURGY INDUSTRIES

K.J.Zhumashev¹, A. Narembekova¹, A.K.Serikbayeva^{2*}, A.Sh. Akkenzheeva²,
A.Ch. Busurmanova², A.A. Mauleshev³

¹SSE "Chemical and Metallurgical Institute named after Zh.Abishev", Karaganda, Kazakhstan

²NP JSC "Caspian University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov",
Aktau, Kazakhstan

³JSC "KazAzot" Aktau, Kazakhstan

*E-mail: akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz

Abstract. *Introduction.* The article contains new data, which is a continuation of the research for the development of scientific theoretical applied directions, which appeared in previous publications related to the field of chemical technologies and metallurgy. Previous studies have used ammonium salts as reagents for the production of synthetic sodium carbonate and fluorides, but this publication shows the possibilities of using them for the development of non-ferrous metallurgy. The purpose of the work is to show the importance of the anionic hydrogen atom contained in ammonium bisulfate (ABS) in entering the compound. Thermodynamic, thermal, reenggenphase analysis and mathematical programs were used in the research methods. Physical and chemical changes in reaction mixtures, some synthesized salts when heated using the system derrivatograph Q-1000/D of the company" mom " F.Paylik, J. Paylik, L. Erdey and LabSys Evo were studied using special standardized factory structures such as TG-DTA/DSC (Setaram, France). The probability of some reactions occurring or not occurring was thermodynamically evaluated using the HCs-5.1 Chemistry (Outokumpu) "Astra-4" software package (complex). In the results of the study, the method of processing raw materials of non-ferrous metals is presented in the form of a basic technological scheme. The possibility of formation of intermediate complex Tutton salts during production of the final product and reactions leading to their decomposition has been shown by thermodynamic studies. It is shown that the decomposition of such ammonium nickel sulfate salt releases ammonia into the melt of crystalline metal sulfate and ammonium bisulfate at about 235-260°C, where the pyrolysis of ammonium sulfate begins. It was observed that the by-products of (NH₄)₂Ni(SO₄)₂ nickel ammonium Tutton's salt heated in the ABS melt up to 300-350°C are nickel sulfate and ABS melt, and ammonia also reacts upon re-cooling. It was experimentally determined that this "heating-cooling" process changes the color of ABS melt from lemon yellow to white. During the repetition of the process, it was found that this phenomenon is repeated until the excess melt is exhausted. This phenomenon is explained by the formation of nickel acid salt between nickel sulfate and ABS melt, which no one has studied before. It was concluded that this phenomenon should be common to ABS melt with sulfate of other metals.

Key words: ammonium salts, nickel sulfate, melt, Tutton salts, chemical industry, non-ferrous metallurgy

Citation: Zhumashev K.J., Narembekova A., Serikbayeva A.K., Akkenzheeva A.Sh., Busurmanova A.Ch., Mauleshev A.A. Ammonium-salt methods are the basis for building effective new technologies in chemical and metallurgy industries. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 4(84), 63-73. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-4.2710-1185.40>

<i>Zhumashev Kalkaman Zhumashevich</i>	Doctor of Technical Sciences, e-mail: innovaciya_zh@mail.ru
<i>Narembekova Aitbala</i>	Candidate of Technical Sciences, e-mail: innovaciya_zh@mail.ru
<i>Serikbayeva Akmaral Kabylbekovna</i>	Candidate of Technical Sciences, Professor, e-mail: akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz
<i>Akkenzheeva Anar Zhanbaevna</i>	Candidate of Technical Sciences, e-mail: anar.akkenzheeva@yu.edu.kz
<i>Busurmanova Akkenzhe Chancharovna</i>	Candidate of Chemical Sciences, e-mail: akkenzhe.bussurmanova@yu.edu.kz
<i>Mauleshev Arman Akhmetzhanovich</i>	Master, e-mail: kazazot@kazazot.kz

АММОНИЙ-ТҮЗДЫ ӘДІСТЕР ХИМИЯ ЖӘНЕ МЕТАЛЛУРГИЯ ӨНДІРІСТЕРІ САЛАЛАРЫНДА ТИІМДІ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ҚҰРУҒА НЕГІЗ

К.Ж. Жұмашев,¹ А. Нарембекова,¹ А.К. Серикбаева,^{2} А.Ш. Аккензеева,² А.Ч. Бусурманова,² А.А. Маулишев³*

¹«Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты», Қарағанды, Қазақстан

²«Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау, Қазақстан

³«ҚазАзот» АҚ, Ақтау, Қазақстан

*E-mail: akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz

Түйіндеме. Мақалада химиялық технологиялар мен металлургия саласына қатысты бұрынғы басылымдарда шыққан ғылыми теориялық қолданбалы бағыттарды дамытуға арналған зерттеулердің жалғасы болып табылатын жаңа деректер келтірілген. Алдыңғы зерттеулер аммоний тұздарын синтетикалық натрий карбонатын және фторидтер алу үрдістеріне реагент ретінде пайдаланылған болса, бұл жариялымда түсті металлургия саласын дамытуға қолдану мүмкіндіктері көрсетілген. Жұмыстың мақсаты аммоний бисульфаты (АБС) құрамындағы аниондық сүтек атомының қосылысқа түсудегі маңыздылығы көрсету. Зерттеу әдістерінде термодинамикалық, термиялық, рентгенфазалық талдау және математикалық бағдарламалар қолданылды. Реакциялық қоспалардың, кейбір синтезделген тұздардың қыздырған кездегі физикалық және химиялық өзгерістері «МOM» фирмасының дериватограф Q-1000/D системы F.Paylik, J. Paylik, L. Erdey және LabSys Evo TG-DTA/DSC (Setaram, Франция) сияқты арнайы стандартталған зауыттық құрылымдардың көмегімен зерттелді. Кейбір реакциялардың жүру не жүрмеу ықтималдылығын HCS-5.1 Chemistry (Outokumpu) «Астра-4» бағдарламалық топтама (комплекс) көмегімен термодинамикалық бағаланды. Зерттеу нәтижелерінде түсті металдар шикізатын өңдеудің әдісі басты принциптік технологиялық сызба түрінде келтірілген. Соңғы өнім алу кезінде аралық күрделі Туттон тұздары түзіле және олардың ыдырауы арқылы жүретін реакциялар болуы ықтималдылығы термодинамикалық зерттеулер арқылы көрсетілген. Осындай аммоний никелді сульфат тұзының ыдырауы, аммоний сульфаты пиролизі басталатын 235–260°C шамасында, кристалды металл сульфаты мен аммоний бисульфаты балқымасына аммиак бөле жүретіні көрсетілген. 300 – 350°C аралығына дейін АБС балқымасында қыздырылған (NH₄)₂Ni(SO₄)₂ никелді аммоний Туттон тұзының қонбалы өнімдері – никель сульфаты мен АБС балқымасы, қайта суыған кезде де аммиак бөле реакцияға түсетіні байқалған. Бұл «қыздыру-суыту» үрдісі АБС балқымасының лимонды сары түсінен ақ түске ауысу жүретіні тәжірибе жүзінде анықталды. Үрдісті қайталау кезінде артық балқымасы таусылғанша бұл құбылыстың да қайталанылатыны анықталды. Бұл құбылыс бұрын зерттемеген, ол АБС балқымасы арасында никелді қышқыл тұзы никель сульфаты түзілуімен түсіндіріледі. Бұл құбылыс басқа да металдар сульфатымен АБС балқымасына ортақ болуға тиісті деген тұжырым жасалған.

Түйінді сөздер: аммоний тұздары, никель сульфаты, балқыма, Туттон тұздары, химия өндірісі, түсті металлургия.

<i>Жұмашев Қалқаман Жұмашевич</i>	<i>химия ғылымдарының докторы</i>
<i>Нарембекова Айтбала</i>	<i>техника ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Серікбаева Ақмарал Қабылбековна</i>	<i>техника ғылымдарының кандидаты, профессор</i>
<i>Аккенжеева Анар Шнабаевна</i>	<i>техника ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Бусурманова Аккенже Чанчаровна</i>	<i>химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Маулешев Арман Ахметжанович</i>	<i>магистр</i>

1. Кіріспе

Аммоний сульфаты концентрацияланған күкірт қышқылы мен аммиак ерітіндісінің өзара әрекеттесуі арқылы не өндіріс қалдықтарынан да алынады [1, 2]. Аммоний сульфаты негізіндегі түйіршікті тыңайтқыштарды өндіруде алынған түйіршікті материалдың морфологиялық қасиеттерін анықтайтын булану және жаппай кристалдану процестері маңызды орын алады [3]. Қазірде кешенді тыңайтқыштар алу маңызды, олар тыңайтқыштың тиімділігін арттырады [4].

Мақалада химиялық технологиялар мен металлургия саласына қатысты ғылыми теориялық қолданбалы бағыттарды дамытуға арналған жаңа деректер келтірілген.

Бұрынғы еңбектерде балқыған аммоний бисульфатын (АБС) әртүрлі технологиялық процестерде пайдалану мүмкіндігі көрсетілген болатын [5, 6].

АБС балқымасын күкірт қышқылынсыз фторидтер алудың жаңа мүмкіндігі ретінде ұсынылған [7]. Аммоний бисульфаты балқыған кезде қышқыл анионының құрамындағы белсенді сутегі атомы металл тотықтарымен, халькогенидтер және галогенидтерімен газ түріндегі қосылыстар түзеді.

Бұл, аммоний тұзды технологиялық бағыты металлургия саласында да экологиялық таза, әрі экономикалық тиімді технологиялық үрдістер құруға кеңінен бейімделген ғылыми теориялық және қолданбалы зерттеулерге негіз болады.

Жұмыстың мақсаты аммоний бисульфаты (АБС) құрамындағы аниондық сутек атомының қосылысқа түсудегі маңыздылығы көрсету.

2. Тәжірибелік бөлім

Реакциялық қоспаларды әрекеттестіру және өзгерістерді тікелей көзбен көре зерттеу үшін тәжірибелік жұмыстар зертханалық шахталы электрлі пеште жүргізілді. Пештегі қажетті қызуды тұрақты ұстау белгілі «қызу реттегіш» хромель-алюмелді құрылғы көмегімен 380 °С-ге дейінгі аралықта тәжірибелік сұранысқа сай іске асырылды. Тәжірибелік қоспалар пештің ішіне қызуға төзімді шыны тигелде термопараға жанастыра орналастырылды. Пеште ұстау уақыты 60 минут аралығында таңдалды. Тәжірибелік реактивті аммоний бисульфаты (АБС) қолданылды. Тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде алынған өнімдер рентгенді фазалық талдаудан (РФТ) өткізіліп отырды [8]. Реакциялық қоспалардың, кейбір синтезделген

тұздардың қыздырған кездегі физикалық және химиялық өзгерістері «МОН» фирмасының дериватограф Q-1000/D системы F.Paylik, J. Paylik, L. Erdey және LabSys Evo TG-DTA/DSC (Setaram, Франция) арнайы стандартталған зауыттық құрылымдардың көмегімен, минутына 10°, 20° қыздыру жылдамдығы арқылы зерттелді. Кейбір реакциялардың жүру не жүрмеу ықтималдылығын HCS-5.1 Chemistry (Outokumpu) «Астра-4» бағдарламалық топтама (комплекс) көмегімен термодинамикалық бағаланды. Кейбір термодинамикалық деректері жоқ күрделі қосылыстардың сәйкес қасиеттері иондық инкремент әдісімен есептелді.

3. Нәтижелер және талқылау

Бұрынғы жарияланған еңбектерде аммоний сульфатының термиялық ыдырауы және оның әртүрлі металл қосылыстарымен – оксид, карбонат, хлорид, фторидтермен әрекетесу реакциялары зерттелген болатын [4-7].

Бұл мақалада аммоний бисульфатын түсті металлургия шикізаттарын өңдеуге бағытталған алғашқы зерттеулер деректері берілді.

Зерттеулерде никель қосылыстары қарастырылды. Оның АБС балқымасында жүретін негізгі реакцияларды термодинамикалық болжау нәтижелері 1–2-ші кестелерде келтірілген.

Кесте 1 - Аммоний бисульфаты мен никель оксидінің арасындағы әрекетесу реакциясын термодинамикалық зерттеу нәтижелері

$\text{NiO} + \text{NH}_4\text{HSO}_4 = \text{NiSO}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) + \text{NH}_3(\text{r})$ (4)					
T, °C	ΔH , кКал	ΔS , Кал/К	ΔG , кКал	K	Log(K)
0.000	24.798	91.620	-0.227	1.521E+000	0.182
100.000	24.281	90.043	-9.319	2.873E+005	5.458
200.000	23.177	87.455	-18.202	2.561E+008	8.408
300.000	21.449	84.151	-26.782	1.634E+010	10.213
400.000	19.315	80.730	-35.029	2.364E+011	11.374
500.000	16.606	76.987	-42.917	1.357E+012	12.133

Кесте 2 - Аммоний бисульфаты мен никель сульфидінің арасындағы әрекетесу реакциясын термодинамикалық зерттеу нәтижелері

$\text{NiS} + \text{NH}_4\text{HSO}_4 = \text{NiSO}_4 + \text{H}_2\text{S}(\text{r}) + \text{NH}_3(\text{r})$ (5)					
T, °C	ΔH , кКал	ΔS , Кал/К	ΔG , кКал	K	Log(K)
0.000	41.448	92.240	16.253	9.882E-014	-13.005
100.000	40.838	90.360	7.120	6.751E-005	-4.171
200.000	39.825	87.976	-1.801	6.794E+000	0.832
300.000	38.281	85.034	-10.456	9.714E+003	3.987
400.000	34.629	79.287	-18.743	1.218E+006	6.086
500.000	31.954	75.592	-26.490	3.081E+007	7.489

Егер никель сульфидімен реакцияның жүру ықтималдылығы 200°C-қа жақын басталса, екінші реакция анағұрлым төменгі температурада басталуы мүмкін. Мұндай нәтижелер негізгі болжамдарға үйлесімді, себебі АБС

құрамындағы анионындағы сутек атомы үшін күкіртке қарағанда оттегі атомымен су молекуласын түзу тиімдірек. 4 және 5 тізбекті реакциялардың соңғысы болуы мүмкін. Оған дейін АБС молекуласы 2 есе көп болса қос катионды Туттон тұзының түзілуі мүмкін. Бұрын ешкім көңіл аударма қоймаған, осындай реакция ерекшеліктері әртүрлі жаңа қосылыстар алуға теориялық негіз болуы да күтілетін жәйт. Алайда Туттон және күрделі қышқыл тұздарының термодинамикалық функциялары жоғарғы программа базасында не басқадай ғылыми дерек көздерінде болмағандықтан болжаған қосылыстардың функциялары ионды инкремент әдісімен есептеліп алынды. Төменгі 3-ші кестеде келтірілген есептеулер нәтижелерін пайдалана отырып, 4-ші кестедегі реакциялар теңдеулерін сараптау нәтижелері алынды.

Кесте 3 - Реакцияларды сараптауға пайдаланылған күрделі аммоний тұздарының термодинамикалық функциялары

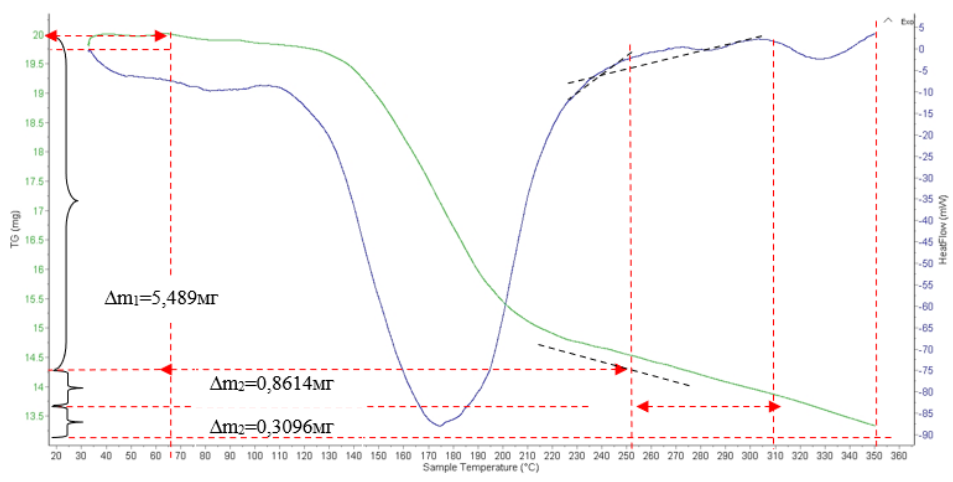
$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2$	-2136	-1692.6	139.2	Ионды инкремент [9]
NH_4HSO_4	-1020.2	-834.7	242.4	Ионды инкремент [9]
NiO	-239.7	-211.6	38.0	Анықтама [10]
$\text{H}_2\text{O}(\text{r})$	-241.8	-228.6	188.7	Анықтама [10]
$\text{NH}_3(\text{r})$	-46.2	-16.7	192.6	Анықтама [10]
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{к})$	-1180.0	-901.3	220.0	Анықтама [10]
$\text{NiSO}_4(\text{к})$	-873.5	-763.8	103.8	Анықтама [10]
$\text{NiS}(\text{к})$	-79	-76.9	53.0	Анықтама [10]
$\text{H}_2\text{S}(\text{r})$	-21	-33.8	205.7	Анықтама [10]

Кесте 4 - Аммоний бисульфаты мен никель сульфидінің арасындағы сатылы түрде жүруі мүмкін реакция термодинамикалық сараптау нәтижелері

№	Химиялық реакциялар теңдеулері	ΔH_{298}	ΔG_{298}	ΔS_{298}
0	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{к}) = \text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{ж}) + \text{NH}_3[\text{r}]$ $\Delta G_{528} = 113.6 - (0.215 \times 528\text{K}), T_{\text{ТТН}} = 255^\circ\text{C}$	113.6	49.9	0.215
4.1	$\text{NiO} + 2\text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{е}) = (\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\Delta G_{501} = -97.7 - (-0.1949 \times 501\text{K}), T_{\text{ТТН}} = 228^\circ\text{C}$	-97.7	-40.2	-194.9
4.2	$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 = \text{NiSO}_4(\text{к}) + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{е})$ $\Delta G_{491} = -196.1 - (0.3996 \times 491\text{K}), T_{\text{ТТН}} = 218^\circ\text{C}$	196.1	77.4	399.6
4.3	$\text{NiO} + \text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{е}) = \text{NiSO}_4(\text{к}) + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\Delta G_{479} = 98.4 - (0.2052 \times 479.5\text{K}), T_{\text{ТТН}} = 206.5^\circ\text{C}$	98.4	37.2	205.2
5.1	$2\text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{е}) + \text{NiS}(\text{к}) = (\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{S}(\text{r})$ $\Delta G_{195} = -37.6 - (-0.1929 \times 195\text{K}), T_{\text{ТТН}} = -78^\circ\text{C}$	-37.6	-59.4	-192.9
5.2	$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 = \text{NiSO}_4(\text{к}) + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{е})$ $\Delta G_{491} = -196.1 - (0.3996 \times 491\text{K}), T_{\text{ТТН}} = 218^\circ\text{C}$	196.1	77.4	399.6
5.3	$\text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{е}) + \text{NiS}(\text{к}) = \text{NiSO}_4(\text{к}) + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S}$ $\Delta G_{767} = 158.5 - (0.2067 \times 767\text{K}), T_{\text{ТТН}} = 494^\circ\text{C}$	158.5	18.0	206.7

4.1 және 5.1 реакциялар бойынша АБС молекуласының аниондық сутегі атомы тұздардың аниондарын өзіне қосып алып, газды қосылысқа айналады. $T_{TН}$ – түзу және кері реакциялардың жүру мүмкіндіктерінің температуралық ортақ нүктесі. 4-кестеден никель оксидінен, немесе сульфидінен Туттон тұзының түзілуі 218 – 228 °С (реакция 4.1-4.2) деңгейіне дейін ғана жүруі ықтимал екенін көреміз. Мұндай нәтиже аммоний-никельді Туттон тұзының 218 °С-тан аса ыдырауына сәйкес келеді. Себебі аммоний сульфаты да термографиялық зерттеулер нәтижелері бойынша 235 – 260°С тан бастап ыдырай бастайды.

$(NH_4)_2Ni(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ қосылысының тәжірибелік үлгісі белгілі әдіспен, қаныққан аммоний сульфаты мен никель сульфаты ерітінділерін эквиваленті көлемде қосу арқылы алынды. Жартылай буландырып тұнбаға түскен көкшіл жасыл $(NH_4)_2Ni(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ кристаллогидрат бөлініп алынды. Кей деректер бойынша қосылыс кристалды суын 96 °С-де толық жоғалтады. Үлгі салмағы 20 мг және 6 су молекуласының болжанған жоғалуы 5.473 мг құрайды (сурет1).

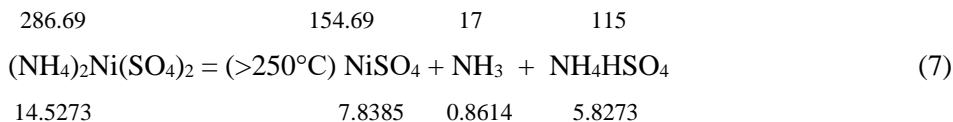


Сурет 1 - $(NH_4)_2Ni(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ кристаллогидратын қыздырудың ДТА және ТГ қисығы

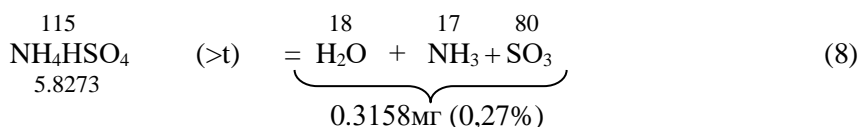
DTA қисығы (эндозффект) бойынша дегидратацияның толықтығы 250°С температураға сәйкес TG бойынша салмақ жоғалту 5.489 мг (98.99% су) құрады:

$$\begin{array}{rcl}
 286.69 + 108 = 394.69 & & 286.69 \\
 (NH_4)_2Ni(SO_4)_2 \cdot nH_2O(>t) = nH_2O + (NH_4)_2Ni(SO_4)_2 & & (6) \\
 14.52735 + 5.47265 = 20.00 & & 5.4726 \quad 14.52735
 \end{array}$$

Осы зерттеулердің нәтижелері төменгі реакция теңдеуіне сәйкес сусыз аммоний-никель Туттон тұзының бастапқы ыдырауын көрсетті:



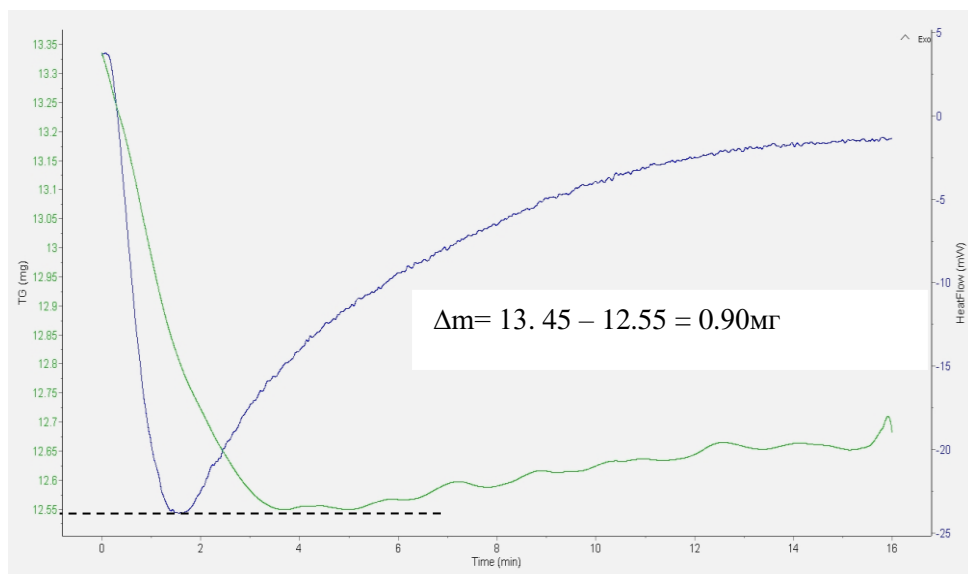
Ыдырау сульфатты құрамдастардың пайда болуымен және 230°C-тан жоғары, аммоний сульфаты термиялық өзгеріске ұшырауына қарай аммиак пен АБС-қа бір мезгілде ыдырайды. Ыдырау өнімдерінде жалғыз қышқыл тұз – аммоний бисульфаты. Есептеулер бойынша (7) реакциядан конденсацияланған өнімдер қосындысының шығымы 13.6659 мг-ға тең болу керек. 1-суреттен (ТГ) көрініп тұрғандай, салқындату сатысына түсетін 350°C-қа дейінгі термиялық өндеудің конденсацияланған өнімдерінің қалған бөлігінің нақты массасы 13.35 мг. Қосымша бөлінген 0.3158мг газ АБС молекуласының пиролизге ұшырауының нәтижесі ғана болуы тиіс:



Салқындату үрдісіне есептеу бойынша түсуге тиісті:

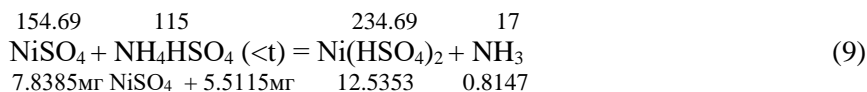
$$7.8385\text{мг NiSO}_4 + 5.5115\text{мг NH}_4\text{HSO}_4 = 13.35\text{мг} \text{ (ТГ нәтижесімен 100\% үйлеседі)}$$

Никель сульфаты бұл жағдайда ыдырай қоймайды. 350°C-тан бастап салқындату кезінде осы өнімдер арасында өзара әрекеттесу байқалады және нәтижесінде тағы 0.9 мг газ бөлінеді (2-сурет).



Сурет 2 - $(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ тұтқон тұзының термиялық өңдеуде конденсацияланған өнімдерін $350\text{ }^\circ\text{C}$ -ден $128\text{ }^\circ\text{C}$ -ге дейін салқындатқандағы ДТА және ТГ кисықтары

Бұл құбылысты тек никельдің қышқыл тұзы түзілуімен ғана түсіндіруге болады:



Әрине, 9 реакция толық жүргенде қонбалы қалдықтың массасы 12.5355мг болу керек, ал ТГ нәтижесі бойынша қалдықтың салмағы 12.55мг . Тәжірибелік пен болжамалы есептің үйлесімділігі 99.88% . Тәжірибелік зерттеулерде тигелді суыта бастағанда газды фазада балқыма толық қатайғанша аммиак болатынын, ал қатты балқыманы сындырғанда оның бос қуыстары аммиакқа толы екенін көрсетті. Бұл жоғарыда келтірілген тұжырымдарға тағы бір дәлел. Бұрын еш жария көрмеген тағы бір ерекше құбылыс аммоний бисульфатының (артық аланғанда) балқымасы осы реакциялар нәтижесінде $230\text{ }^\circ\text{C}$ жоғары температурада сары лимон түске боялса, суыта келе осы температурадан бастап ағарып қатая бастайды. Бұл никель сульфатының қосылысқа түскенінің қосалқы дәлелі. Екінші жағынан бұл заттар қатысуымен қарастырылған басқада реакциялар түрлерінің еш белгілері байқалмады.

4. Қорытынды

Сонымен, кристаллогидратты аммоний-никелді Туттон тұзының қыздырған уақытта мынадай физикалық-химиялық өзгерістер болатыны анықталды:

1. Кристаллды су 250 °С температураға дейін толық бұға айналады.
2. 250 °С-тан жоғары температурада АБС никель сульфатымен сусыз тұз түзіп, 310 °С-та ыдырап бітеді және реакция өнімі сарғыш лимон түске боялады.
3. 310 °С-тан жоғары температурада АБС қосылысының белгілі термиялық ыдырау қасиеттеріне сәйкес өзгерістер болады.
4. 310 - 350 °С температурадағы реакциялық қонбалы өнімдер қоспасын суытқан кезде де аммиак бөлінеді және 230 °С-та балқыма қоюланып сары түс жоғала бастайды да, толық қатқан кезде ақ түске ауысады.
5. БСА балқымасымен металл оксиді, халькогениді, галогенидінің әрекеттесуі 250 °С-қа дейін қос тұзды аммоний-металл сульфатын түзе жүреді және БСА құрамындағы аниондық сутек атомы жоғары белсенділікке ие болып газды қосылыстарға айналады.
6. Аммоний құрамындағы төртінші сутек атомы қышқыл тұздар түзуге бейім.
7. Нәтижелер қос тұздар мен қосымша галогендік қышқылдарды АБС балқымасы арқылы алу мүмкіндігін көрсетті. Химиялық өнімдер ғана емес, металлургия саласында металл алудың да жаңа әдісін дамытуға жол ашады.

Қаржыландыру: Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыруда (жоба № AP19677917).

Мүдделер қақтығысы: Бұл жұмыста авторлар арасында мүдделік қақтығыс жоқ.

АММИАЧНО-СОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ ЯВЛЯЮТСЯ ОСНОВОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИМИЧЕСКОЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К.Ж. Жумашев¹, **А. Нарембекова**¹, **А.К. Серикбаева**^{2*}, **А.Ш. Аккенжеева**²,
А.Ч. Бусурманова², **А.А. Мауленев**³

¹ДГП «Химико-металлургический институт имени Ж.Абишева», Караганда, Казахстан

²НАО «Каспийский университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова», Актау, Казахстан

³АО «КазАзот» Актау, Казахстан

*E-mail: akmaral.serikbayeva@yu.edu.kz

Резюме. Введение. В статье приводятся новые данные, являющиеся продолжением исследований по развитию научно-теоретических прикладных направлений, вышедших в более ранних изданиях, связанных с химической технологией и металлургией. В то время как предыдущие исследования использовали соли аммония в качестве реагентов для процессов получения синтетического карбоната натрия и фторидов, в этой публикации показаны возможности его применения для развития отрасли цветной металлургии. Цель работы показать важность анионного атома водорода в составе бисульфата аммония (АБС) при образовании соединений. В методах исследования

использовались термодинамический, термический, рентгенфазный анализы и математические программы. Физические и химические изменения реакционных смесей, некоторых синтезированных солей при нагревании производятся дериватографом фирмы «MOM» Q-1000 / D системы F. Paylik, J. Paylik, L. Erdey и LabSys Evo были исследованы с использованием специальных стандартизированных заводских структур, таких как TG-DTA/DSC (Setaram, Франция). Вероятность того, что некоторые реакции протекают или не протекают, термодинамически оценивали с помощью программного пакета (комплекса) HCS-5.1 Chemistry (Outokumpu) «Астра-4». В результатах исследований метод переработки сырья цветных металлов представлен в виде основной принципиальной технологической схемы. Вероятность того, что при получении конечного продукта образуются промежуточные сложные соли Туттона и происходят реакции путем их разложения, была продемонстрирована термодинамическими исследованиями. Показано, что разложение такой соли никелевого сульфата аммония происходит при температуре около 235-260 °С, при которой начинается пиролиз сульфата аммония с выделением аммиака в расплавы кристаллического сульфата металла и бисульфата аммония. При нагревании до интервала 300 – 350°С в расплаве БСА (NH₄)₂Ni(SO₄)₂ замечено, что посадочные продукты соли Туттона никелевого аммония-сплав сульфата никеля и БСА-реагируют с выделением аммиака даже при повторном охлаждении. Было установлено, что этот процесс «нагрев-охлаждение» происходит при переходе от лимонно-желтого цвета расплава БСА к белому. Было обнаружено, что при повторении процесса это явление также повторяется до тех пор, пока не закончится избыток расплава. Это явление объясняется образованием никелевой кислой соли между расплавом БСА и сульфатом никеля, который ранее никто не исследовал. Сделан вывод, что это явление должно быть общим для расплава БСА с сульфатами других металлов.

Ключевые слова: соли аммония, сульфат никеля, расплав, соли Туттона, химическая промышленность, цветная металлургия.

<i>Жумашев Калкаман Жумашевич</i>	<i>доктор химических наук</i>
<i>Нарембекова Айтбала</i>	<i>кандидат технических наук</i>
<i>Серикбаева Акмарал Кабылбековна</i>	<i>кандидат технических наук, профессор</i>
<i>Аккенжеева Анар Шнабаевна</i>	<i>кандидат технических наук</i>
<i>Бусурманова Аккенже Чанчаровна</i>	<i>кандидат химических наук</i>
<i>Маулешев Арман Ахметжанович</i>	<i>магистр</i>

Әдебиеттер тізімі

1. Д.А. Махрова. Технология получения сульфата аммония на химическом производстве. XXIV Международная научно-практическая конференция «Научное сообщество XXI века». Анапа, 2021, 26-30. <https://innova-science.ru/arhiv-konferenczij-2021/>
2. Abdel-Hakim T. Kandil, Mohamed F. Cheira, Hady S. Gado, Madiha H. Soliman, Hesham M. A. Ammonium sulfate preparation from phosphogypsum waste.. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 2017, Vol. 10, Issue 1, 24-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2016.11.001>
3. Yaroslav Hotskyi., G.K. Ivanitsky, A. R. Stepaniuk. Investigation of the evaporation and crystallization of a sessile drop of ammonium sulfate solution on a smooth heated surface // *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 2021, No 43(4), 51-61. DOI: <https://doi.org/10.31472/tpe.4.2021.6>
4. I. Sigurnjak, C. Brienza, E. Snauwaert, A. De Dobbelaere, J. De Mey, C. Vaneekhaute. Production and performance of bio-based mineral fertilizers from agricultural waste using ammonia (stripping-)scrubbing technology. *Waste Management*, 2019, V.89, 265-274. DOI: [10.1016/j.wasman.2019.03.043](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.043)
5. Certificate № EC-01-001759. *Reagent and ammonium method of producing sodium carbonate*. Zhumashev K., Zhumasheva L., Berlin, 2018.
6. Жумашев К. Новый подход к переработке хлорида аммония при производстве кальцинированной соды. *Фундаментальные и прикладные исследования*, 2019, № 3, 45-52. URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=64> (дата обращения: 09.10.2023)

7. Евразийский патент № 036883. *Способ получения фторида аммония*. Жумашев К., Рамазанов Б.Ф., 2021. <https://old.eapo.org/ru/publications/publicat/viewbull.php?bull=2021-01&id=036883&kind=B1&ipc=C01C001/16>
8. Косьянов, П. М. Рентгенофизический анализ неорганических веществ сложного химического состава : монография / П. М. Косьянов. – Тюмень : ТИУ, 2016. – 195 с.
9. Краткий справочник физико-химических величин. Интернет источник: <https://rushim.ru/books/spravochniki/mishenko.pdf>
10. Волков А.И., Жарский И.М. *Термодинамические характеристики веществ: справочник*. Минск, 2014, 288 с. <https://www.labirint.ru/books/412596/>

References

1. D.A. Mahrova. Tekhnologiya polucheniya sul'fata ammoniya na himicheskom proizvodstve. *XXIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauchnoe soobshchestvo XXI veka»*. Anapa, 2021, 26-30. <https://innova-science.ru/arhiv-konferenczij-2021/>
2. Abdel-Hakim T. Kandil, Mohamed F. Cheira, Hady S. Gado, Madiha H. Soliman, Hesham M. A. Ammonium sulfate preparation from phosphogypsum waste. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 2017, Vol. 10, Issue 1, 24-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2016.11.001>
3. Yaroslav Hotskyi., G.K. Ivanitsky, A. R. Stepaniuk. Investigation of the evaporation and crystallization of a sessile drop of ammonium sulfate solution on a smooth heated surface. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 2021, No 43(4), 51-61. DOI: <https://doi.org/10.31472/ttpe.4.2021.6>
4. I. Sigurnjak, C. Brienza, E. Snauwaert, A. De Dobbelaere, J. De Mey, C. Vaneekhaute. Production and performance of bio-based mineral fertilizers from agricultural waste using ammonia (stripping-)scrubbing technology // *Waste Management*. 2019, V.89. P.265-274
5. Certificate № EC-01-001759. Reagent and ammonium method of producing sodium carbonate. Zhumashev K., Zhumasheva L., Berlin, 2018.
6. Zhumashev K. Novyj podhod k pererabotke hlorida ammonija pri proizvodstve kal'cinirovannoj sody. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya*, 2019, № 3, 45-52. URL: <https://scientificreview.ru/ru/article/view?id=64> (data obrashhenija: 09.10.2023)
7. Евразийский патент № 036883. *Способ получения фторида аммония*. Жумашев К., Рамазанов Б.Ф., 2021. <https://old.eapo.org/ru/publications/publicat/viewbull.php?bull=2021-01&id=036883&kind=B1&ipc=C01C001/16>
8. Kos'yanov, P. M. Рентгенофизический анализ неорганических веществ сложного химического состава : монография / П. М. Кос'янов. Тюмень, 2016, 195 с.
9. Краткий справочник физико-химических величин. Интернет источник: <https://rushim.ru/books/spravochniki/mishenko.pdf>
10. Volkov A.I., Zharskij I.M. *Термодинамические характеристики веществ: справочник*. Минск, 2014, 288 с. <https://www.labirint.ru/books/412596/>