

А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова*, Н.А. Анарбаев, С.М. Мадиеков

т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

т.ғ.д., доцент, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

магистр, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

магистр, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

*Корреспондент авторы: balzhan.kbn@bk.ru

ДИСТИЛГИПСТЕН АММОНИЙ СУЛЬФАТЫН ӨНДЕП АЛУ ПРОЦЕССИН ЗЕРТТЕУ

Түйін

Қақталған сода өндірісінің қалдығы дистиллер шламын және одан алынған дистилгипске сипаттама беріліп олардың құрамы зерттелді. Сода өндірісінің қатты қалдығының құрамы мынадай: CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaCl_2 , NaCl , CaSO_4 .

Кальций сульфатымен аммоний карбонатының әрекеттесу реакциясына термодинамикалық зерттеулер жүргізілді. Температура 298-1373K аралығында реакцияның Гиббс энергиясы есептеліп кальций карбонаты мен аммоний сульфатының түзілу мүмкіндігі анықталды.

Зерттеу барысында дистилгипстен аммоний сульфаты және кальций карбонатын алу процессінің тиімді көрсеткіштері: бастапқы шикізатта стехиометриялық шығыны (NH_3 , CO_2) 100%, процесстің жүру уақыты 30-45 минут, процесстің жүру температурасы 70-80°C анықталды. Бұл жағдайда кальций сульфатының карбонатқа өту дәрежесі 99,7% құрайды.

Құрғақ өнімде 99,61% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ және тұнбада 99,98% CaCO_3 мөлшері анықталды.

Өнімдегі $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ және тұнбадағы CaCO_3 мөлшері РФА және РЭМ әдістерімен зерттеліп дәлелденді.

Кілттік сөздер: қақталған сода, дистилгипс, жартыгидратты кальций сульфаты, аммоний сульфаты.

Кіріспе

Қазіргі уақытта соданы шығарудан Ресейде 40 млн тонна кальций және карбонат құрамды қатты қалдықтар жиналған. Жыл сайын олардың мөлшері 1,0 -1,5млн тоннаға ұлғаюда. Сода өндірісінен тағы да үлкен мөлшерде қиын залалсыздандырылатын сұйық қалдықтары CaCl_2 , NaCl тұздарының ерітінділері 2/1қатынас түрінде шығарылады (дистиллерлік сұйық). Осындай қалдықтар Стерлитамак сода АҚ өндірісінде жылына 17 млн м^3 түзіледі. Қалдықтардың әсерінен осы аймақтардағы қоршаған ортаны ластауда. Айталық Стерлитамак қаласын, Кама, Волга өзендерін және Каспий теңізін ластауда [1]. Осындай проблемамен барлық сода өндірістері кездесуде. Қазақстанда аммиакты әдіспен қақталған сода өндіретін өндірістің құрылысы ұсынылуда, осының өзі экологиялық проблемаға әкелуі мүмкін. Сондықтанда аз қалдықты тұйықталған технологиялық процесстерде хлорлы қалдықтарды өңдеу де - әлеуметтік экономикалық проблема. Сода өндірісінде сүзілген сұйықтан аммиакты регенирациялауды авторлар өздерінің жұмыстарында сүзіндіге кальций сүтін қоспай тұрып алдымен қыздыруды ұсынған, тағы бір бөлігін барлық ағындағы сүзгіде әрекеттеспей қалған кальцийдің барлығы есебінен қосады. Берілген әдісте әктің белсенділігі аз болғандықтан әктің белсенділігін жоғарылатуда және реагент есебіндегі белсенді әктің шығынын азайту, құрамында әрекеттеспей қалған кальций оксидін шлам есебінде дистилляциялау сатысына және одан барып оны сүзілген сұйыққа аммиакты 1-10кг/ м^3 тең қылып үрлейді [2].

Материалдар мен әдістер

Теориялық талдау

Сода өндірісінің сүзгілік сұйығын дистилляциялауды қыздырумен жүргізеді, аммоний хлоридін әкпен өңдеу, бөлінген дистиллерлік колонналардағы бу, газ және екіншілей буды қолдану (дистиллерлік сұйықтан өздігінен бөлінген) дистиллерлік колонналарда жылу тасымалдағыш ретінде; процесстің өнімділігін жоғарылатуда екіншілей бу 2,0-2,5 кПа-ға дейін реттейді және дистиллердің төменгі бөлігіне беріледі. Сода өндірісінің дистиллерлік сұйығын өңдеу әдісі белгілі, мұнда сұйықты сүзеді, әктің сүтімен өңдейді. Алынған дистиллерлік суспензия сұйығын көмір қышқылдайды. Қалған дистиллерлік суспензиядан кәдімгі әдіспен қатты фазаны бөледі, бұлардың құрамы негізінен оксид және гидроксид магнийден тұрады. Соңында шаймалап, 673-973К-де карбонатты шламмен химиялық өңдейді. Бірінші колоннадан алынған сұйық (дистиллерлік) көміртектендірілген болады, оның қатынастары 2÷5:1 [2].

Алынған қатты қоспаны магний хлоридінің ерітіндісімен өңдейді (түнбаға натрий хлориді түскенше). Магний хлориді негізгі ерітіндінің дистиллерлік бөлігін көміртектендіргеннен алынған (шламды бөлгеннен кейін түзілген) [3].

Гипстің инкрустация түзу жылдамдығын төмендетуде аммиак және карбонат ионы бар сұйықты ыстық ерітіндінің ағынына түсіреді, ерітінді құрамы аммонийдің хлориді және сульфатынан тұрады. Кейіннен әк немесе әк сүтімен араластырады. Осыдан барып гипстің дистиллерде инкрустация түзу жылдамдығы 10-15сеге төмендейді. Танымал әдіске қарағанда, ал өнімділігі 10 % - ке жоғарылайды [4].

Қазіргі уақытта қатты және сұйық қалдықтарды үлкен көлемдігі өндірістерге іс қажетіне жаратуды таба алмауда.

Сода өндірістерінің көп тоннажды қатты және сұйық қалдықтарын залалсыздандырудың негізгі бір жолы құрылыс материалдарын өндіру саласы.

Осыдан байқалғаны, сода өндірістерінің қатты қалдықтары іс жүзінде екіншілей материалдық ресурстар ретінде қолданылмайды. Сода өндірісінен шығатын сұйық қалдық – дистиллерлік суспензия көлемі 9 – 10м³/т сода, шламды жинаққа тасталады. Осы тастандыларды сақтаған кезде жинақтың түбінен және дуалдарынан сұйықтың филтрленуі жүреді, осының әсерінен жақын жерлердегі жердің және жер асты суларының тұздануы жүруде. Үлкен көлемді қалдықтардың түзілуі, жұмыс істеп жатқан өндірістің жұмысына кедергі жасайды, кедергі себептері шлам тастайтын жинақтар салу және осыларға кететін қаржы [5].

Сода өндірісінің қатты қалдығының құрамы мынадай: CaCO₃, Ca(OH)₂, CaCl₂, NaCl, CaSO₄. Тастандының жалпы көлемінің 70-80% - ның бөлшектерінің өлшемі 0,1-0,6мм. Мұндай қалдықтарды авторлар ұсынысында силикатты кірпіш алуда, доменнің шлагына қосып байланыстырғыш компонентті алуда, цементті алуда, жол бетонының қоспаларын алуда қосуға болады делінген.

Дистиллерлік суспензияның қатты қалдығын залалсыздандырудағы жұмыстардың бірі: қатты қалдықты ауыл шаруашылығының қышқылды жерлерін бейтараптандыратын мелиорант есебінде қолдануға қызығушылық айтарлықтай, ал сондай қатты қалдықты құстар және жануарлар жемдеріне комплексті минерал есебінде қосу, бірақ бұндайды жемдерге көп мөлшерде қолданылмайды [6].

Сода өндірісінің қалдығын жолдың бетонына толтырғыш есебінде қолдануға әрекеттенген. Бірақта осының құрамында суда еритін натрий және кальций хлоридтерінің 9-10% болуы, және оларды құрамынан шығару процессінің қиындығы.

Аммиакты әдіспен алынатын қақталған сода жоғары экономды, сапалы өнімі, бірақта ескерілетін кемшілігі, жоғарыда айтылғандай үлкен көлемді қалдығы, жоғары минералдандырылған суспензия, аталмыш дистиллерлік сұйық.

Қазіргі уақытта дистиллерлік сұйықты залалсыздандырудың бірнеше жолдары белгілі,

осылардың ішінде ең белгілілері екеуі: кальций және аммоний хлоридтерін алу. Дистиллерлік сұйықтан кальций хлоридін алу хлоридтердің тастанды проблемасын шешпейді, өйткені оны қолдану салыстырмалы төмен. Аммоний хлориді ауыл шаруашылығында хлордың ионның болуы және қоректік азоттың аздығы (24-25%) есебінен оны қолдануды қатты шектеген [7].

Стерлитамак қаласындағы Сода АҚ-да бірнеше миллион қуатты сода, цемент, шифер, барий тұздарын, жасанды жуғыш заттар және т.б өндіретін өндірістер жұмыс істеуде [7-10]. Осы айтылғандардың ішіндегі цемент және шифер өндіруші өндірістердің ағын сулары ақ теңіздегі шлам жинағына беріледі, оның жалпы ауданы 400га, осында және өлшемді бөлшектердің тұнбалануы жүреді.

Бірлестіктегі су қоймаларының ластануын төмендету мақсатымен мөлдірлендірілген дистиллерлік сұйықты залалсыздандыруда келесідей әдіс ұсынылған (соңғы кезде 98% меншікті салмақпен алғанда): мұнайдың тереңдіктегі босап қалған скважиналарын толтыруға қолданылуда.

Ғылыми жұмыста белгілі ғалымдар [11, 12-18] дистиллер сұйықтығын табиғи натрий сульфатымен өңдеу арқылы натрий хлориді және жартылай өнім кальций сульфаты – дистилгипсті алу әдісін ұсынды. Онда кальций хлориді натрий сульфатымен әрекеттесіп натрий хлоридіне және гипске келесі реакция бойынша өтеді.



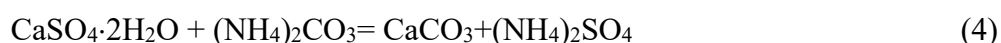
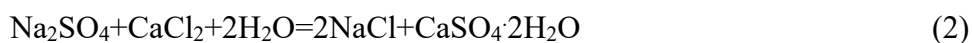
Сүзіп және сумен жуылған гипс үлпек ақ түсті заттан құрылыс материалдарын алуға немесе қайта өңдеу арқылы аммоний сульфаты мен кальций карбонатын алуға болады.

Нәтижелер және талқылау

Тәжірибе жүргізу.

Дистилгипстен аммоний сульфатын өңдеп алу процессі екі сатыдан тұрады. Бастапқыда дистилгипстегі $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ыдырату үшін аммоний карбонаты алынады. Екінші сатыда аммоний карбонаты кальций сульфатымен әрекеттесіп аммоний сульфаты және кальций карбонаты түзіледі.

Алдын ала температура 298-348K аралығында термодинамикалық мәндер кальций хлориді, кальций сульфаты, натрий сульфаты және аммиакпен көмірқышқыл газдың термодинамикалық энтальпия, энтропия және жылуsыйымдылық мәндерін қолдана отырып жүретін реакцияның Гиббс энергиясы HSC-51ReactionEquation программасын қалданып қосылыстардың ΔH_T^0 и S_T^0 мәндері арқылы есептелді [19]. Әрекеттесу реакцияларының жүру мүмкіндігін Гиббс энергиясының мәндерінің өзгеруінен көруге болады.



Гиббс энергиясының ΔG_T^0 мәндері 298-348K температур аралығындағы теріс мәндер, яғни келесі қосылыстардың CaCl_2 , Na_2SO_4 , сондай-ақ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ және NaCl түзілу мүмкіндігін көрсетеді.

Кальций хлоридінің натрий сульфатымен әрекеттесу реакциясының Гиббс энергиясы есептелді. Келтірілген 2,3,4 реакцияларда кальций хлоридінен гипстің түзілуі реакциясының түзілу мүмкіндігі жоғары, өйткені Гиббс энергиясы жоғары теріс мәнге ие болды. Сондай-ақ аммоний сульфаты мен кальций карбонатының түзілу реакциясы да толық жүреді және ΔG_T^0 теріс мәнге ие [19].

Температураның жоғарылаумен Гиббс энергиясының мәні теріс мәнге қарай өзгереді және 2-4 реакциялар оңға қарай өнімнің түзілу бағытында жүру мүмкіндігін көрсетеді [20].

Температураның жоғарылауымен 273K -нен 348K дейін Гиббс энергиясының теріс мәні азайып $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ термодинамикалық түзілу мүмкіндігі төмендейді. Кальций сульфатымен аммоний карбонатының температура 25-75°C (298-348K) түзілу жоғарылайды, Гиббс энергиясының теріс мәні жоғарылап реакцияның (3) оңнан солға қарай мүмкіндігі артады.

Сода өндірісінің дистилгипсі негізінен кристалды қоскальций фосфатынан $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ тұратын үлпек ақ түсті ұнтақ зат [67].

Кальций сульфатын бастапқы кезде муфельді пеште кептіріп, кепкен өнімді арнайы шыны ыдысқа салады. Кептірілген дистилгипстің құрамына белгілі әдіспен CaO , MgO , Na_2O , CO_2 , SO_4 , SiO_2 , Cl талдау жасалынды. Талдауға белгілі әдістемелер қолданылды [61-65]. Оның негізгі құрамы 1 кестеде көрсетілген.

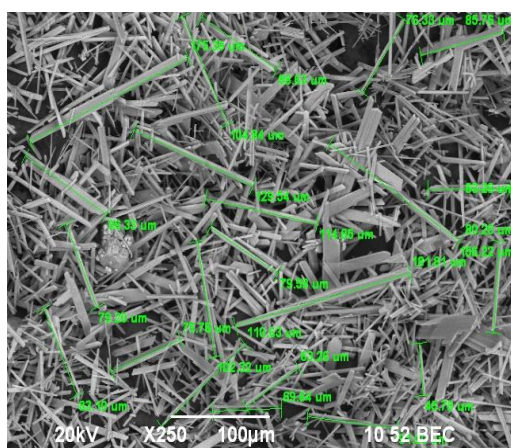
Кесте 1 – Дистилгипстің химиялық құрамы

Сынама	Дистилгипстің құрамы, масс. %							
	CaO	SO_4^{2-}	MgO	Na_2O	Cl	CO_2	SiO_2	H_2O
1	55,18	43,19	0,040	0,001	0,02	0,01	0,08	0,37
2	55,24	44,01	0,031	0,001	0,01	0,007	0,08	0,39
3	56,00	44,02	0,035	-	0,01	0,004	0,09	0,22

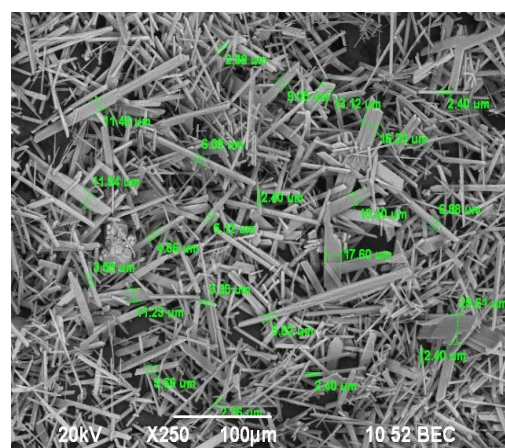
Сода өндірісінде өндеп алынған дистилгипстің құрамы табиғи натрий сульфатының құрамына байланысты өзгеріп отырады. Зерттеу жұмысында алынған дистилгипстің микробейнелік кескіні расторлы электронды INCA Energy-350 және HKL Basic микроскопта талдау жүргізілді (1 сурет). Дистилгипстің құрамы өндеп алынатын өнім аммоний сульфаты және кальций карбонатының сапасына әсер етеді.

Суретте көрсетілгендей дистилгипстің құрамындағы $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ кристалдарының көптеген мөлшері ине тәрізді бейнеде түзілген және ол жоғары төзімді гипстің түзілгенін көрсетеді. Аздаған мөлшерде пластиналы кристалды гипс түзіледі [20].

Оның кристалдарының ұзындығы 63 мкм 191 мкм қалыңдығы 25,6 мкм құрайды. Кальций сульфатының кристалл өлшемі майда болған сайын оның аммоний карбонатымен әрекеттесіп кальций карбонаты және аммоний сульфатының түзілуі жылдам жүреді.



А- кристаллдың ұзындығы



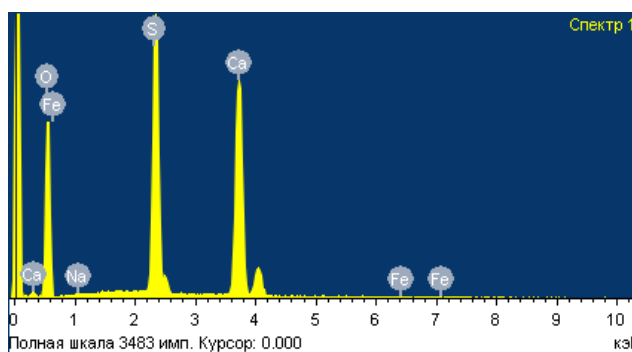
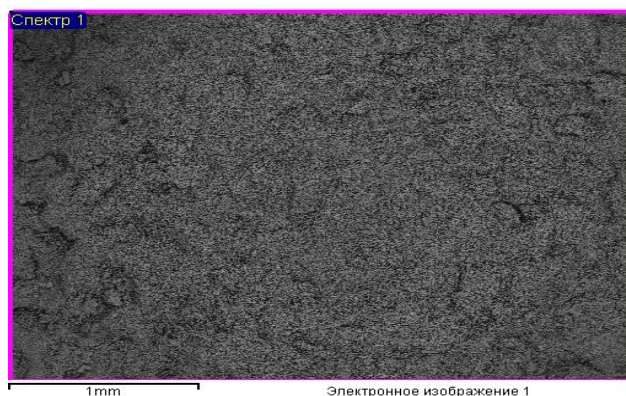
Б- кристаллдың қалыңдығы

Сурет1 - Кристалды кальций сульфатының өлшемдері

Келесі 2 суретте тұнбадағы кальций сульфатының $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ элементті құрамы көрсетілген.

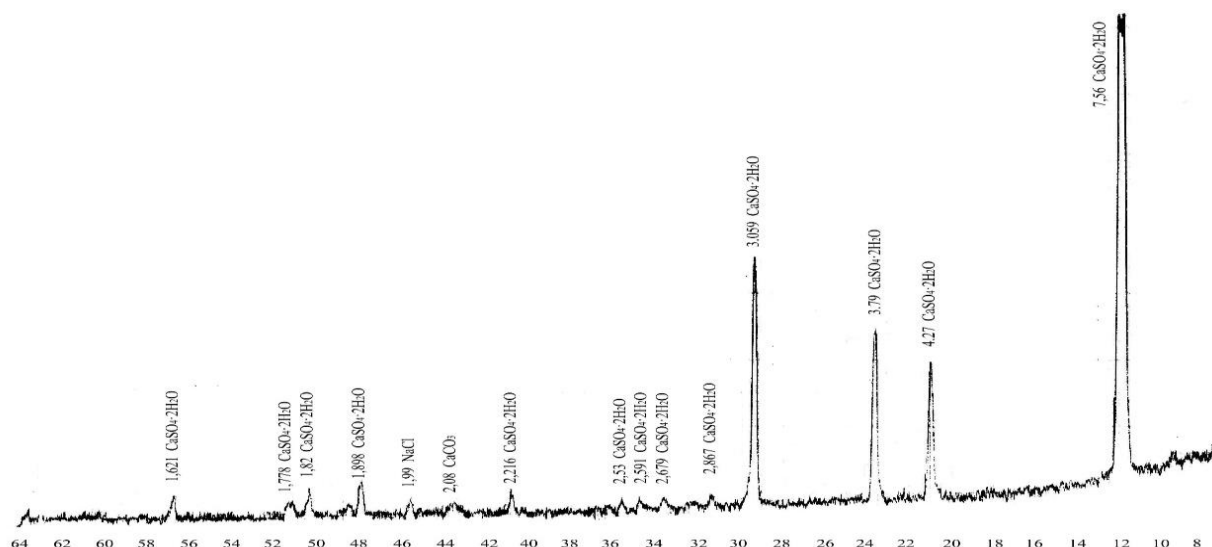
Сурет 2 энергиядисперсиялы талдау нәтижесінде дитсилгипсте зиянды тұз натрий хлоридінің құрамы 0,01%NaCl және 76,05% CaSO_4 тұратындығы анықталды. Сумен шайылған тұнбадағы ерігіш тұздардың кальций хлориді және натрий сульфатының мөлшері жоқ екендігін көрсетті.

Элемент	Салмақтық %	Қосылыс, %
O	57.61	-
C	0.42	
Na	0.17	NaCl -0,01
S	18.44	-
Cl	0.25	-
Ca	23.66	CaSO_4 - 76,05 немесе $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 96,99 CaCO_3 -3,49



Сурет 2- Кальций сульфаты - дитсилгипстің құрамы

Мұндай дитсилгипсті өңдеу арқылы таза өнімдер аммоний сульфаты және кальций карбонатын алуға болады. Келесі 3 суретте жуылған гипстің Дрон-4 жабдығында түсірілген дифрактограммасы көрсетілген.



Сурет 3- Дистилгипстің дифрактограммасы

Сурет 3 көрсетілгендей дистилгипстің рентгенограммасында қоскальций сульфатының интенсивтілігі 7,56, 4,27, 3,79, 3,059, 2,867, 2,679, 2,591, 2,53, 2,216, 1,898, 1,82, 1,778, 1,621 $^{\circ}\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ және қосылыс $1,99^{\circ}\text{NaCl}$ и $2,08^{\circ}\text{CaCO}_3$ сәйкес екендігін көрсетті [67]. Дистилгипстің құрамындағы CaCO_3 процесс кезінде жаңадан түзілген кальций карбонатымен бірге тұнбаға түседі.

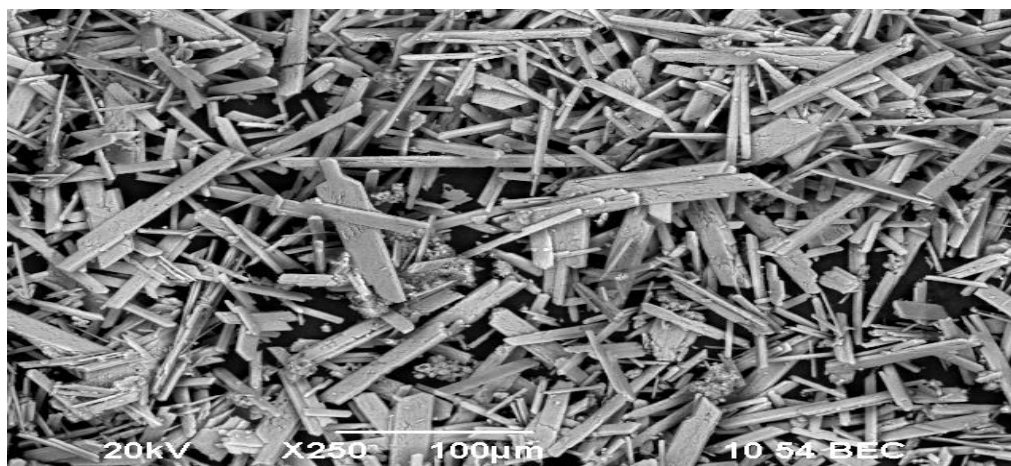
Кесте 2 – Дистилгипстен өңдеп алынған тұнба CaCO_3 құрамы

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Уақыт, мин	Тұнбаның құрамы, %		Конверсия дәрежесі, %
		Ca^{2+}	CO_3^{2-}	
70	15	36,81	56,66	93,01
70	30	38,08	58,21	95,82
70	45	39,07	59,58	96,24
70	60	39,26	58,34	96,80
80	15	37,36	57,79	94,03
80	30	38,44	59,69	98,61
80	45	39,81	59,72	99,70
80	60	39,24	59,63	98,54

Бұл жағдайда кальций сульфатының кальций карбонатына өту дәрежесі 99,7% құрайды.

Ерітіндіден кептіріп алынған 124,5 кг аммоний сульфатының құрамында $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -99,6%, Ca -0,24%, SO_4 -72,6, H_2O -0,1%. Тұнбаға 94,4 кг кальций карбонаты түседі және оның құрамында 99,98% CaCO_3 бар.

Температура 70°C тұнбаға түскен кальций карбонатының кристалдарының өлшемі 49,7-79,2 мкм құрайды (сурет 4).



Сурет 4 -Температура 80°C түзілген кальций карбонатының микрофотографиясы

Температура 70°C кальций карбонаты пластиналы кристал түрінде тұнбаға түседі. Температура 80°C жоғарылағанда кальций карбонатының кристалдары іріленіп өлшемдері 48,5-90,3 мкм құрайды.

Дистилгипстен аммоний сульфатының түзілу процесі 70-80°C уақыт 40-60 минут аралығында жүреді.

Гипс арнайы ыдыстан сумен араластырылып арнайы ыдысқа түседі және оған қосымша аммоний карбонаты беріледі. Араластырғыш ыдыста гипспен аммоний карбонаты әрекеттесіп аммоний сульфаты және тұнбаға кальций карбонаты түседі. Араластырғыш ыдыста температура 70-80°C, уақыт 40-60 минутты құрайды.

Нәтижесінде түзілген қоймалжың затты центрифугада сүзілді. Центрифугада кальций карбонатынан сүзіліп бөлінген аммоний сульфатының ерітіндісі 48,5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ тұрады. Ерітіндіні фарфорлы ыдысқа салып кептіргіш пеште 450-500°C кептірілді. Кептірілген өнімді химиялық әдіспен және расторлы электронды микраскопта талдау жүргіздік.

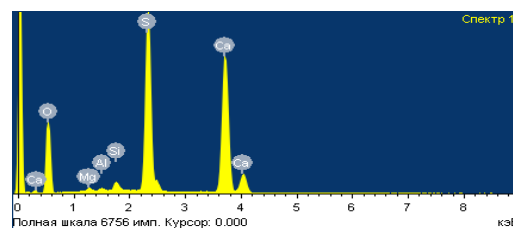
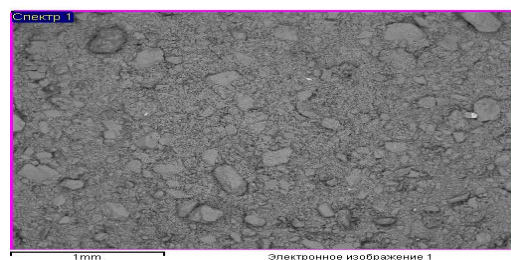
Талдау нәтижелері 3 кесте көрсетілген. Құрамында 0,1% ылғалы бар өнімнің құрамында 20,98-21,01% азот және 24, 15% күкірттің мөлшері (SO_4 -72,69%) құрады [67].

Кесте 3 – Дистилгипстен өңдеп алынған кептірілген аммоний сульфатының құрамы

Температура, °C	Уақыт, мин	Кептірілген $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ құрамы, %			
		N	SO_4	Ca^{2+}	CO_3^{2-}
80	45	20,98	71,88	0,21	0,72
80	60	21,01	72,69	0,24	0,63

Тәжірибе нәтижесінде өңдеп алынған аммоний сульфатын расторлы электронды микраскопта энергиядисперсиялы талдау жүргіздік. Талдау нәтижесі 5 суретте көрсетілген.

Элемент	Салмақ %	Қосылыс, %
O	49.24	CaCO ₃ -0.60 Тұзға есептегенде (NH ₄) ₂ SO ₄ - 99.61
C	0.07	
Mg	0.17	
Al	0.10	
Si	0.01	
Ca	0.23	
S	24.15	



Сурет 5 – Өндеп алынған аммоний сульфатының энергиядисперсиялы талдауы

Суретте көрсетілгендей өнімнің құрамында негізгі зат күкіртті аммоний сульфатына есептегенде (NH₄)₂SO₄-99,61% сәйкестігі анықталды. Сондай ақ өнімнің құрамында аздаған мөлшерде қоспа заттар кальций CaCO₃ түрінде және магний, алюминий тотықтар түрінде кездеседі.

Зерттеу нәтижесінде дистилгипстен аммоний сульфатын және кальций карбонатын өндеп алу негізгі көрсеткіштері анықталды [67]:

- дистилгипсті ыдырату температура 80⁰С, уақыт 45-60 минут,
- кальций сульфатының ыдырау дәрежесі 98,5-99,7%,
- өнімнің құрамындағы (NH₄)₂SO₄-99,61%.

Зерттеу нәтижелері дистилгипсті аммоний карбонатымен өндеу арқылы аммоний сульфатын және кальций карбонатын алу мүмкіндігін көрсетті.

Қорытынды

Сода өндірісінің қалдықтары және одан алынған дистилгипстің құрамына сипаттама жасалды.

Шикізатпен өнімнің құрамындағы заттарды анықтау үшін талдау әдістері тандап алынды. Кальций сульфатымен аммоний карбонатының әрекеттесу реакциясына термодинамикалық зерттеулер жасалды.

Өндеп алынған кальций сульфатының құрамына талдаулар жүргізіліп оның түйіршіктерінің өлшемі және рентгенофазалық талдаулар және химиялық құрамы зерттелді. Дистилгипстің құрамы 76,05% CaSO₄ тұратыны анықталды.

Зертханалық жағдайда кальций сульфатын аммоний карбонатының қатысуымен ыдырату процесі зерттеліп аммоний сульфаты және кальций карбонатын өндеп алу дәрежесі, негізгі көрсеткіштері анықталды. Температура 80⁰С уақыт 45 минутта кальций сульфатының ыдырау дәрежесі 99,7% құрады.

Кептірілген өнім аммоний сульфатының құрамында негізгі зат 99,61%, тұнбаның құрамы 99,98% CaCO₃тұратындығы анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Заиниус Ф.К., Почапский Н.Ф. Использование дистиллерного шлама в автомобильных дорогах// Автомобильные дороги, 1979, №7, С.23-28.

2. Куницына М.И. Буровые растворы на основе дистиллерного шлама//В сб.:Труды НИИХИМ, Харьков, 1978,т.47, С.17-19.
3. Гринченко А.М. Использование дистиллерного шлама в буровых работах// Химическая промышленность, Сер. Промышленность неорганической химии, 1980, Вып.9, С.189-192.
4. Bishimbaev V.K., Nurasheva K.K., Anarbaev A.A. Possibilities of creation of soda ashproduction and products on its basis in Kazakhstan in the framework of the global products project «One felt-one way» // Вестник инженерной академии Республики Казахстан, 2018, №4(70), С.95-104
5. Белик А.Я., Заир-Бек И. Обзорная информация. //Содовая промышленность, 1980, № 8, С.31-34.
6. Шатов А.А. Газобетонные изделия на известь содержащей вяжущей основе твердых отходов содовой промышленности //Строительные материалы, 1991, №5, С.9-12.
7. Сюизи Г.К. Дорожный асфальтовый бетон. Киев: Наукова думка, 1986, 186 с.
8. Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны. М.:Высшая школа, 1979, 274с.
9. Кртенинский С.А. Автоклавная обработка силикатных изделий. М.: Стройиздат, 1974, 192 с.
10. Катанович М.И., Мишень З.Г., Шехтман Л.Е. Ускорение твердения асбестоцемента с помощью дистиллерной жидкости. //Строительные материалы, 1984, № 10, С.15-17.
11. Тимашев В.В., Катанович М.И. Исследование влияния некоторых электролитов на предварительное твердение асбестоцемента. // Сб.трудов МХТИ им.Д.И.Менделеева, М. 1977, Вып. 38, С.43-47.
12. Микулин Г.И., Полеков Н.К. Дистилляция в производстве соды, М.: Госхимиздат, 1976, 348с.
13. Патент №3478. Способ получения кальцинированной соды. 1983.
14. Патент № 2165. Способ получения карбоната натрия. 1976.
15. ROINE., Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium software with Extensive Thermochemical Database. Pori: Outokumpu Research OY, 2012, 423p.
16. Анарбаев А.А., Кабылбекова Б.Н., Мадиебеков С.М., Анарбаев Н.А. Разработка технологии получения сульфата аммония и карбоната кальция из отходов производства кальцинированной соды //МНПК «Ауезовские чтения-16: «Четвертая промышленная революция: новые возможности модернизации Казахстана в области науки, образования и культуры», Шымкент, 2018. С.31-35

References

1. Zainius F.K., Pochapskij N.F. Ispol'zovanie distillernogo shlama v avtomobil'nyh dorogah// Avtomobil'nye dorogi, 1979, №7, S.23-28.
2. Kunicyna M.I. Burovye rastvory na osnove distillernogo shlama//V sb.:Trudy NIIHIM, Har'kov, 1978,t.47, S.17-19.
3. Grinchenko A.M. Ispol'zovanie distillernogo shlama v burovyyh rabotah// Himicheskaya promyshlennost', Ser. Promyshlennost' neorganicheskoy himii, 1980, Vyp.9, S.189-192.
4. Bishimbaev V.K., Nurasheva K.K., Anarbaev A.A. Possibilities of creation of soda ashproduction and products on its basis in Kazakhstan in the framework of the global products project «One felt-one way» // Vestnik inzhenernoj akademii Respubliki Kazahstan, 2018, №4(70), S.95-104
5. Belik A.YA., Zair-Bek I. Obzornaya informaciya. //Sodovaya promyshlennost', 1980, № 8, S.31-34.
6. SHatov A.A. Gazobetonnye izdeliya na izvest' soderzhashchej vyazhushchej osnove tverdyh othodov sodovoj promyshlennosti //Stroitel'nye materialy, 1991, №5, S.9-12.
7. Syuizi G.K. Dorozhnyj asfal'tovyj beton. Kiev: Naukova dumka, 1986, 186 s.
8. Ryb'ev I.A. Asfal'tovye betony. M.:Vysshaya shkola, 1979, 274s.

9. Krteninskij S.A. Avtoklavnaya obrabotka silikatnyh izdelij. M.: Strojizdat, 1974, 192 s.
10. Katanovich M.I., Mishen' Z.G., SHekhtman L.E. Uskorenie tverdeniya asbestocementa s pomoshch'yu distillernoj zhidkosti. //Stroitel'nye materialy, 1984, № 10, S.15-17.
11. Timashev V.V., Katanovich M.I. Issledovanie vliyaniya nekotoryh elektrolitov na predvaritel'noe tverdenie asbocementa. // Sb.trudov MHTI im.D.I.Mendeleeva, M. 1977, Vyp. 38, S.43-47.
12. Mikulin G.I., Polekov N.K. Distillyaciya v proizvodstve sody, M.: Goskhimizdat, 1976, 348s.
13. Patent №3478. Sposob polucheniya kal'cinirovannoj sody. 1983.
14. Patent № 2165. Sposob polucheniya karbonata natriya. 1976.
15. ROINE., Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium software with Extensive Thermochemical Database. Pori: Outokumpu Research OY, 2012, 423r.
16. Anarbaev A.A., Kabylbekova B.N., Madibekov S.M., Anarbaev N.A. Razrabotka tekhnologii polucheniya sul'fata ammoniya i karbonata kal'ciya iz othodov proizvodstva kal'cinirovannoj sody //MNPK «Auezovskie chteniya-16: «CHetvertaya promyshlennaya revolyuciya: novye vozmozhnosti modernizacii Kazahstana v oblasti nauki, obrazovaniya i kul'tury», SHymkent, 2018. S.31-35

А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Н.А. Анарбаев, С.М. Мадибеков

д.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

д.т.н., доцент, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

магистр, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

магистр, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: balzhan.kbn@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФАТА АММОНИЯ ИЗ ДИСТИЛГИПСА

Аннотация

Исследован состав дистиллерной жидкости производства соды и дистилгипс полученный на его основе. Твердый состав производства соды следующий: CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaCl_2 , NaCl , CaSO_4 .

Проведен термодинамический анализ реакций взаимодействия сульфата кальция с сульфатом аммония. Расчитан энергия Гиббса в интервале температур 298-1373K и показан возможность протекания процесса с образованием карбоната кальция и сульфата аммония. В процессе исследования определен оптимальные режимы получения сульфата аммония и карбоната кальция из дистилгипса с использованием карбоната аммония: стехиометрическая расход NH_3 и CO_2 100%, продолжительность процесса 30-45 минут, температура процесса 70-80°C. При этом степень перехода сульфата кальция в сульфат аммония составляет 99,7%. Содержание сульфата аммония в сухом продукте составляет 99,61% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в в сухом осадке 99,98% CaCO_3 .

Содержание и наличие продукте $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и CaCO_3 в осадке подтверждены методом РФА и РЭМ.

Ключевые слова: сода кальцинированная, дистилгипс, сульфат кальция полужидратный, сульфат аммония

A.A. Anarbaev, B.N. Kabylbekova, N.A. Anarbaev, S.M. Madibekov

Dr.Tech.Sci., Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

Dr.Tech.Sci., Associate Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

master, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

master, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

***Corresponding author's email:** balzhan.kbn@bk.ru

STUDY OF THE PROCESS OF PROCESSING AMMONIUM SULFATE FROM DISTILLATE

Abstract

To study the composition of distilled liquid of soda production and distillers received his sonas. The solid composition of soda production is as follows: CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaCl_2 , NaCl , CaSO_4 . The thermodynamic analysis of reactions of interaction of calcium sulfate with ammonium sulfate is carried out. Gibbs energy was calculated in the temperature range 298-1373K and the possibility of the process with the formation of calcium carbonate and ammonium sulfate was shown.

During the study, the optimal modes of obtaining ammonium sulfate and calcium carbonate from the distillate using ammonium carbonate were determined: stoichiometric consumption of NH_3 and CO_2 100%, the duration of the process 30-45 minutes, the process temperature 70-80OC. The degree of transition of calcium sulfate to ammonium sulfate is i 99.7%. The content of ammonium sulfate in the dry product is of 99.61% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ in dry sediment 99.98% of CaCO_3 .

The content and presence of product $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and CaCO_3 in the sediment were confirmed by XRF and SEM.

Keywords: smoked soda, distillate, semihydrate calcium sulfate, ammonium sulfate.