

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАОЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

"КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ" КАФЕДРАСИ

"МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ"

фанидан амалий машғулотлар учун

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАОЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

"КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ" КАФЕДРАСИ

"МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ"

фанидан амалий машғулотлар учун

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

Институт услубий
кенгашида тасдиқланган
Мажлис баёни № ____
«__» _____ 2005 й.

ФАРҒОНА – 2005

Ушбу услубий қўлланма «Минерал ўғитлар технологияси» фанидан 5522400 «Кимёвий технология» йўналиши учун тузилган бўлиб, унинг мазмуни ва ҳажми ушбу йўналиш бўйича тасдиқланган ўқув режа ва фаннинг дастурига мос келади.

Услубий қўлланма ушбу йўналиш бўйича таолим олаётган талабалар учун 20 соатга мўлжалланган бўлиб, талабаларни маоруза машғулотида олган назарий билимларини мустаҳкамлашга, уларни мустақил ишлашга кўникмаларини ҳосил қилишга хизмат қилади. Бундан ташқари услубий қўлланма доирасида «Минерал ўғитлар технологияси» фанининг назарий ва амалий асослари, унинг мазмуни ва усуллари ўрганилади, ишлаб чиқариш технологияларининг моддий ва иссиқлик тушунчалари, унинг технологиядаги ўрни, ишлаб чиқариш қурилмаларининг ҳисоблаш каби масалалар ўз аксини топади. Мазкур услубий қўлланма қуйидаги мақсадларга эришишга катта ёрдам беради:

- қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш, ҳамда каталоглар ёрдамида типик қурилмаларни танлаш;
- бир турдаги масалаларни ечиш учун талабаларни мантикий фикр юритишга ўргатишдан иборат.

Ушбу услубий қўлланма «Кимёвий технология» кафедрасининг услубий комиссияси йиғилишида муҳокама қилинган. (Мажлис баёни № 2 « 27 » ноябр 2004 й).

Услубий қўлланма «Кимё - технология» факултетининг илмий услубий кенгашида муҳокама қилинган ва тасдиқланган. (Мажлис баёни № 3 « 25 » декабр 2004 й).

Тузувчилар:

доц. Мирсалимова С.Р.

асс. Ҳамроқулов З.А.

Мухаррир:

доц. Раҳматов У.

Такризчи:

т.ф.н. Каримов И.Т.

СЎЗ БОШИ

Ватанимиз мустақилликка эришган кунданоқ ҳаётимизда муҳим сиёсий, ҳуқуқий, иқтисодий ва маонавий ўзгаришлар рўй бермоқда. Ўзбекистон Республикасида чуқур, кенг қўламли ислохатлар амалга оширилар экан, узлуксиз таолим тизимини ривожлантиришга катта эътибор берилди бошланди. Юртбошимиз И. А. Каримов таъкидлаганларидек: «Биз қийин шароитда келажагимиз пойдеворини қуриб олдик. Бунга ўрнимизгага келаётган ёш авлод қандай баҳо беради, лойиҳаларимизни тарозига солиб кўриб нима дейди? Ҳар биримиз ана шу саволни дилга тугиб, меҳнат қилишимиз лозим. Менинг ишончим комилки, Ўзбекистон халқи фаровон турмуш кечирадиган буюк давлат бўлади».

Келажаги буюк давлатни қуриш тафаккури, дунё қараши ўзгарган ходимларимиз, мутахассисларимизга кўп жиҳатдан боғлиқдир. Янгича фикрлайдиган, бозор шароитида муваффақиятли иш юритадиган юксак малакали, чуқур билимли мутахассисларни тайёрлаш давр талаби бўлиб қолди. Ватанимиз ривожланган давлатлар қаторидан мустаҳкам ўрин эгаллаши учун замонавий янги ишлаб чиқариш технологияларини ривожлантириш, айниқса, бу технологияларни таолим тизимига кенг жорий қилиш зарур. Бу эса бизнинг келажагимиз бўлган ёш авлод онгидаги кимёвий ишлаб чиқариш саводхонлигини шакллантиришда муҳим аҳамиятга эга бўлади. Шу сабабли ҳам олий ўқув юртларида «Минерал ўғитлар, тузлар технологияси», «Усқуналар ва лойиҳалаш асослари», «Ноорганик моддалар кимёвий технологияси» каби фанларни ўрганиш муҳим аҳамиятга эга.

Ушбу услубий қўлланма доирасида «Минерал ўғитлар технологияси» фанининг назарий ва амалий асослари, унинг мазмуни ва усуллари ўрганилади, ишлаб чиқариш технологияларининг моддий ва иссиқлик тушунчалари, унинг технологиядаги ўрни, ишлаб чиқариш қурилмаларининг ҳисоблаш каби масалалар ўз аксини топади. Мазкур услубий қўлланма қуйидаги мақсадларга эришишга катта ёрдам беради:

- қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш, ҳамда каталоглар ёрдамида типик қурилмаларни танлаш;
- бир турдаги масалаларни ечиш учун талабаларни мантиқий фикр юритишга ўргатишдан иборат.

Мазкур услубий қўлланма шу хил услубий қўлланмалар чоп этишдаги дастлабки ишлардан бири бўлгани учун, ундаги технология ҳисоблар ва баози материаллар камчиликлардан ҳоли деб бўлмайди. Шунинг учун муаллифлар ушбу кўрсатма ҳақидаги барча фикр ва мулоҳазаларни зўр самимият ҳамда миннатдорчилик билан қабул қиладилар.

Кириш

«Минерал ўғитлар технологияси» фанидан амалий машғулотлар ўтказишнинг асосий мақсади – талабаларнинг намунавий мисол ва масалаларни ечиш орқали типик қурилмаларни ва курс ишларини лойиҳалашга ўргатишдан иборатдир.

Амалий машғулотларни бажаришда ҳалқаро бирлик системасида (СИ), асосий ўлчов бирликлари сифтида қуйидагилар хизмат қилади:

1 - жадвал

Параметр	Ўлчов бирлиги
Узунлик	Метр, (м)
Масса	Килограмм, (кг)
Вақт	Секунд, (с)
Электр токининг кучи	Ампер, (А)
Ҳарорат	Келрвин (К)
Ёруқлик кучи	Кандела (кд)
Модда миқдори	Молр

Ундан ташқари, стандартда яна иккита қўшимча бирлик назарда тутилган:

2 - жадвал

Параметр	Ўлчов бирлиги
Ясси бурчак	Радиян (рад)
Фазовий бурчак	Стерadian (ср)

Қолган ҳамма бирликлар юқорида қайд этилган бирликлар асосида келтирилиб чиқарилган ва уларнинг бирликлари физик тенгламалар орқали топилади.

Мисол ёки масалани ечишни бошлашдан аввал қурилманинг тасвири (схемаси ёки ишлаб чиқаришнинг технологик тасвири) ни чизиб олиб, унга ҳамма ўлчам ва катталиклар қўйилади. Сўнгра, масаланинг бошланғич маълумотлари ва асосий ҳисоблаш тенгламалари билан биргаликда асосий формулалари аниқланади. Ҳисоблаш формуласига параметрларнинг сон қийматларини қўйиб, тўғри қўйилганлиги текширилади ва ундан кейин алгебрик ҳисоблашга киришилади. Олинган натижалар, қурилма ёки ускунанинг амалий ишлаш режимида тўғри келиши, мослиги таҳлил қилинади ва жадвал шаклига келтирилади (услубий қўлланмада ишланган мисолларга эотиборингизни қаратинг!).

Грамм – атом ва грамм – молекула.

Кимёвий элемент атомларининг массасининг ўлчаш учун махсус бирлик – углерод бирлиги (**у.б**) қабул қилинган. Углерод бирлиги қилиб, массаси **12** га тенг бўлган углерод атомининг **1/12** масса қисми қабул қилинган.

$$1 \text{ у.б.} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}; \quad 1 \text{ г} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ у.б.}$$

Айни атомнинг углерод бирлигида ифодаланган массаси **атом – масса** дейилади. Элементнинг атом массасига сон жиҳатдан тенг қилиб граммлар ҳисобида олинган миқдори **грамм– атом** дейилади.

Эслатма: Баози адабиётларда модданинг миқдори қуйидагича ифодаланмоқда: элемент атом массаси углерод атом массасининг **1/12** қисмига нисбати элементнинг нисбий атом массаси дейилади. Элементнинг атом массаси **A_r (r - «relative»** сўзининг биринчи ҳарфи бўлиб, «**нисбий**» деган маънони билдиради) билан белгиланади. Углерод атомининг массаси **2,0 · 10⁻²³ г**, кислород атомининг массаси **2,66 · 10⁻²³ г** келади. Элементнинг атом массасини ифодалаш учун махсус атом масса бирлиги (**а.м.б**) қабул қилинган. **1 а.м.б.** углерод атоми массасининг **1/12** қисмига, яъни **1,66 · 10⁻²⁴ г** тенг. элемент атомларининг массасини **1 а.м.б.** билан таққослаб, сонлар топилади, уларни нисбий атом массалар дейилади. Масалан, кислород учун

$$2,66 \cdot 10^{-23} / 0,166 \cdot 10^{-23} = 16$$

Нисбий атом масса, атом масса бирлигида (**а.м.б**) ифодаланган массадан фарқ қилиш керак.

$$\begin{array}{ll} m_a(C) = 12 \text{ а.м.б.} & A_r(C) = 12 \\ m_a(S) = 32 \text{ а.м.б.} & A_r(S) = 32 \end{array}$$

Айни модда массаси углерод атоми массасининг **1/12** қисмига нисбати шу модданинг **нисбий молекуляр массаси** дейилади. Масалан,

$$m_m(H_2O) = 18 \text{ а.м.б.} \quad M_r(H_2O) = 18$$

Модданинг миқдори (**v**) шу модданинг структура заррачалари (атомлари, молекулалари ёки бошқа заррачалари) сони билан аниқланади. Модда миқдори моллар (молр) билан ифодаланади. «**Молр**» сўзи латинча «**moles**» сўзидан олинган. Ҳар қандай модданинг **1** молида $6,02 \cdot 10^{23}$ та заррача бўлади. Амалда модда миқдорини моллар билан ифодалаш ўрнига модда массасини грамм билан ҳисобланади. Шунинг учун модданинг моляр массаси деган катталиқдан фойдаланилади. Модданинг моляр массаси **M** – шу модда массасининг модда миқдорига бўлган нисбатига тенг. моляр масса – грамм тақсим молр (**г/молр**) билан ифодаланади; масалан,

$$M = m / v$$

бу ерда, **m** – грамм ҳисобидаги масса; **v** – моллар ҳисобидаги модда миқдори; масалан,

$$M(H_2O) = 18 \text{ г} / 1 \text{ молр} = 18 \text{ г/молр}$$

Эслатма: Моляр масса ҳар бир модда учун доимий катталиқдир.

Модданинг молекуляр массасига сон жиҳатдан тенг қилиб олинган граммлар миқдори **г/ молр** дейилади.

Атом масса билан **г/атом**, молекуляр масса билан **г/молр** орасида қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$\text{г/атом} = m/A$$

бу ерда, **m** – грамм билан ифодаланган масса; **A** – атом масса.

$$\text{г/молр} = m/M$$

бу ерда, **m** – грамм билан ифодаланган масса; **M** – молекуляр масса.

1 – мисол. 2 г калций неча г/атом бўлади?

Ечиш. $A_{Ca} = 40 \text{ у.б.}, m_{Ca} = 2 \text{ г/атом}$

$$Ca = m_{Ca} / A_{Ca} = 2/40 = 0,05$$

2 – мисол. 0,1 г / атом магний неча грамм бўлади?

Ечиш. $A_{Mg} = 24 \text{ у.б. г/атом}$ $M_{Mg} = m_{Mg}/A_{Mg}$ бўлгани учун $m_{Mg} = \text{г/ атом } M_{Mg} \cdot A_{Mg} = 0,1 \cdot 24 = 2,4$

3 – мисол. 0,25 г/атом олтингургут 8 граммга тенг. Олтингургутнинг атом массасини топинг.

Ечиш. г/атом $S = 0,25$; $m_S = 8$ г; г/атом $S = m_S / A_S$ бўлгани учун, $A_S = m_S / \text{г/атом } S = 8 / 0,25 = 32$ а.м.б.

Газ ёки буғ ҳолатдаги моддаларнинг молекуляр массасини топиш.

Газ ёки буғ ҳолатдаги моддаларнинг молекуляр массасини топиш учун газ (буғ) нинг массаси, ҳажми, босими ва ҳарорати маълум бўлиши керак. Бу маълумотлар асосида газ ёки буғ ҳолатидаги моддаларнинг молекуляр массаси қуйидаги усуллар билан топилади:

1. Газ ёки буғнинг зичлигига асосланиб молекуляр массани топиш. Авогадро қонунига асосан бир ҳил шароитда ва баробар ҳажмда олинган икки хил газ массалари нисбатига тенг бўлади.

$$m_1/m_2 = M_1/M_2$$

бу ерда, m_1 ва m_2 – биринчи ва иккинчи газларнинг массаси; M_1 ва M_2 – газларнинг молекуляр массаси.

Биринчи газ иккинчи газдан неча марта енгил ёки оғирлигини кўрсатувчи m_1/m_2 нисбат биринчи газнинг иккинчи газга нисбатан **нисбий зичлиги дейилади** ва d ҳарфи билан белгиланади. Шунга кўра тенгламани шундай ёзиш мумкин:

$$d = M_1/M_2 \text{ бундан } M_1 = M_2 \cdot d$$

Яони бирор газнинг молекуляр массаси шу газнинг иккинчи газга нисбатан зичлиги билан иккинчи газнинг молекуляр массаси орасидаги кўпайтмасига тенг.

Кўпгинча турли газларнинг зичлиги ҳамма газларнинг энг енгили бўлган водородга нисбатан аниқланади. Водороднинг молекуляр массасини яхлитлаб, иккига тенг десак, $M = 2 \cdot d$ бўлади.

Ҳозирги кунда газларнинг молекуляр массасини кўпинча ҳавога нисбатан зичлигидан фойдаланиб топилади. Ҳаво гарчи бир қанча газлар аралашмасидан иборат бўлса ҳам, унинг ўртача молекуляр массаси унинг водородга нисбатан олинган зичлигига қараб топилади, у ҳолда, зичлиги **29** га тенг. Текшириляётган газнинг ҳавога нисбатан зичлиги маълум бўлса, унда $M = 29 \cdot d$ бўлади.

1- мисол. Метаннинг ҳавога нисбатан зичлиги 0,553 га тенг. Унинг молекуляр массасини топинг.

Ечиш. Масалани $M = 2 \cdot d$ формуладан фойдаланиб ечамиз.

$$M_{\text{метан}} = 2 \cdot 0,553 = 1,106$$

2. Грамм – молекуляр ҳажмга асосланиб молекуляр массани топиш. 1 молр газнинг нормал шароитдаги ҳажми 22,4 л, бу катталиқ газнинг г / молр (моляр) ҳажми дейилади.

2 – мисол. 0,455 г азот (н.ш.) 0,365 л ҳажмни эгаллайда. Азотнинг молекуляр массасини топинг.

Ечиш. Ҳар қандай газнинг **1 молр (н.ш.) 22,4 л** ҳажмни эгаллашини назарда тутиб, азотнинг г/ молр массасини топамиз.

0,365 л азот 0,455 г бўлса, 22,4 л азот X г бўлади

$$X = 22,4 \cdot 0,455 / 0,365 = 28 \text{ г}$$

Ҳар қандай газнинг **г/моли** сон жиҳатдан унинг молекуляр массасига тенг бўлганлиги учун, азотнинг молекуляр массаси ҳам **28 а.м.б.** га тенг бўлади.

3. Менделеев – Клапейрон тенгламасига асосланиб, газнинг молекуляр массасини топиш.

Газнинг ҳажми, босими ва ҳарорати орасидаги боғланиш, одатда Бойл Мариотт ва Гей – Люссакнинг газларга оид қонунларини бирлаштирувчи Клайпейрон (газларнинг ҳолати) тенгламаси билан ифодаланади.

$$PV = P_0 \cdot V_0 \cdot T/T_0$$

бу ерда, **P** – тажриба шароитидаги босим; **V** – тажриба шароитидаги босим; **T₀** – **0°C** даги абсолют ҳарорат (**273 °K**); **T** – **t °C** даги абсолют ҳарорат (**273 + t °C**); **P₀** – босим (н.ш); **V₀** – ҳажм (н.ш).

Тенгламадаги **P₀ · V₀/T₀** нисбатни Авогадро қонунига кўра Д.И. Менделеев ҳар қандай газнинг бир моли учун ўзгармас катталиқ эканлигини топади ва **R** билан белгилаб, ўзгармас газ доимийси деб қабул қилишни таклиф этди.

(1) тенгламадаги **P₀ · V₀/T₀** нинг ўрнига газ газ доимийси **R** ни қўйсак, янги тенглама ҳосил бўлади.

$$PV = RT$$

Бу тенглама Менделеев – Клапейрон тенгламаси деб аталади. **n** молр газ учун бу тенглама қуйидагича ёзилади:

$$PV = nRT$$

Газнинг **г/молр** сони **n** ўрнига **m/M** қўйсак, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$PV = m / M \cdot RT$$

бу ерда, **m** – модданинг массаси; **M** – модданинг молекуляр массаси.

Бу тенгламадан ҳар қайси катталиқни ҳисоблаб топиш мумкин, бунинг учун номаолум бўлган катталиқдан бошқалари маолум бўлиши керак. **R** нинг сон қиймати ҳажм ва босимнинг қандай бирликларда ифодаланганлигига боғлиқдир. Агар ҳажм литр билан, босим атм. билан ифодаланса, яони **0°C** да **P – 1 атм, V = 22,4 л** бўлса,

$$P_0 \cdot V_0 / T_0 = 1 \text{ атм.} \cdot 22,4 / 273 = 0,082 \text{ атм. / град молр бўлади.}$$

Босим Паскалда (**Па**), ҳажм миллилитр билан ифодаланса, яони **0°C** ҳароратда **P = 101325 Па, V₀ = 22400 мл** бўлса, у ҳолда

$$P_0 \cdot V_0 / T_0 = 101325 \cdot 22400 / 273 = 8313845 \text{ Па / град} \cdot \text{молр бўлади.}$$

3 – мисол. 380 мл газнинг массаси 27 °C ва 106657,84 Па босимда 0,455 граммга тенг. Бир литр ҳавонинг массаси 1,293 грамм. Газнинг молекуляр массасини топинг.

Ечиш. Газнинг ҳажмини нормал шароитга келтирамиз, **мл.**

$$V_0 = 106657,84 \cdot 380 \cdot 273 / 101325 (273 + 27) = 364$$

Газнинг бир литрини нормал шароитдаги массасини топамиз:

$$0,455 \text{ г} \quad \text{_____} \quad 364 \text{ мл}, \quad X \text{ г} \quad \text{_____} \quad 1000 \text{ мл}$$

Текширилаётган газнинг ҳавога нисбатан зичлигини топамиз:

$$d_{\text{хаво}} = 1,25 / 1,293 = 0,97$$

Газнинг молекуляр массаси қуйидагича:

$$M = 29 \cdot 0,97 = 28$$

4 – мисол. 350 мл хлороформ буғи 91 °С ҳароратда 95045,5 Па босимда 1,34 г келади. Хлороформнинг молекуляр массасини топинг.

Ечиш. $PV = m / M RT$ дан $M = mRT / P V$

Бу тенгламага масала шартда берилган катталикларни қўйсак:

$$M = 1,34 \cdot 8313845 \cdot 364 / 97045,5 \cdot 350 = 119,5$$

Эритмаларнинг концентрацияси

Эритмалар икки ва ундан ортиқ компонентлардан (таркибий қисмлардан) иборат гомоген (бир жинсли) системадир. Ҳар қандай эритма эритувчи ва эрувчи моддалардан иборат бўлиб, эрувчи модда эритувчи модда ичида молекулалар ва ионлар ҳолида тарқалган бўлади. Эритувчи ва эрувчи модданинг агрегат ҳолатларига қараб, эритмалар газсимон, суюқ ва қаттиқ ҳолатда бўлиши мумкин.

Эритма ва эритувчининг маолум масса миқдорида ёки маолум ҳажмда эриган модда миқдори эритманинг концентрацияси деб аталади. Эритилган модда миқдори кўп бўлган эритмалар концентрланган эритмалар деб, эриган модда миқдори кам бўлган эритмалар эса, суюлтирилган эритмалар деб аталади.

Эритмаларнинг концентрациясини миқдор жиҳатдан ҳар хил усулларда ифодалаш мумкин.

1. Массавий фоиз концентрация. Эритманинг ўзгармас миқдоридаги концентрацияси фоизли концентрация билан ифодаланади. Фоиз концентрация асосан уч хил бўлади:

100 грамм эритма таркибидаги эриган модданинг миқдори фоиз ҳисобида граммлар билан ифодаланишига массавий фоиз концентрация деб аталади. Масалан, сульфат кислотанинг 5% ли эритмаси деганда **100** грамида **95** грамм сув ва 5 грамм сульфат кислотаси бўлган эритма тушунилади. Массавий фоиз концентрация қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$c = m / m + m_1$$

бу ерда, c – фоиз концентрация; m – эрувчи модданинг граммларда ифодаланган массаси; m_1 – эритувчи модданинг граммларда ифодаланган массаси.

Агар $m + m_1 = P$ бўлса, юқоридаги формула қуйидаги кўринишга келади:

$$c = m \cdot 100 / P$$

бу ерда, P – эритманинг граммларда ифодаланган массаси.

Агар эритманинг массаси унинг зичлиги ва ҳажми орқали ифодаланса, $P = dV$ кўринишида бўлади.

$$c = m \cdot 100 / dV$$

бу ерда, **d** – эритманинг г/мл да ифодаланган зичлиги; **V** – эритманинг мл да ифодаланган ҳажми.

Молекуляр фоиз концентрация. **100 г/молр** эритма таркибидаги эриган модданинг ва эритувчининг миқдори фоиз ҳисобида **г/молр** сони билан ифодаланишига молекуляр фоиз концентрация дейилади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$C_m = n \cdot 100 / N + n$$

бу ерда, **C_m** – молекуляр фоиз концентрацияси; **n** – эрувчи модданинг моляр сони; **N** – эритувчи модданинг моляр сони.

1- мисол. 80 г сувда 20 г сульфат кислота эриган. Эритманинг молекуляр фоиз концентрациясини ҳисобланг.

Ечиш. Масаланинг шартига мувофиқ

$$n = 20 / 98,08 = 0,204 \text{ молр}$$

бу ерда, **98,08** - сульфат кислотанинг молекуляр массаси.

$$N = 80 / 18,02 = 4,43 \text{ молр}$$

бу ерда, **18,02** - сувнинг молекуляр массаси.

$$C_m = 0,204 \cdot 100 / (4,43 + 0,204) = 4,4 \text{ молр \% сульфат кислота.}$$

$$100 - 4,4 = 95,6 \text{ молр \% сув.}$$

2. Моляр концентрация. Эритувчининг ўзгармас миқдордаги эриган модданинг концентрацияси моляллик билан ифодаланади.

1 кг эритувчидаги эриган модданинг миқдори г/молр сони билан ифодаланишига моляр концентрация деб аталади. 1 кг сувда 3 молр модда эриган бўлса, бундай эритмани 3 молялли эритма дейилади.

Моляр концентрацияни қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$C_{\text{моляр}} = m \cdot 1000 / M \cdot m_1$$

бу ерда, **C_{моляр}** – моляр концентрация; **m** – эрувчи модданинг граммларда олинган массаси; **m₁** – эритувчининг граммларда олинган массаси; **M** – эриган модданинг молекуляр массаси.

2 – мисол. 400 г эфирда 15 г хлороформ (CHCl₃) эриган. Эритманинг моляр концентрациясини ҳисобланг.

Ечиш. 1000 г эритувчида эриган модданинг миқдорини топамиз:

$$\begin{array}{l} 400 \text{ г эфирда } 15 \text{ г хлороформ бўлса} \\ 1000 \text{ г эфирда } X \text{ г хлороформ бўлади} \end{array}$$

$$X = 15 \cdot 1000 / 400 = 37,5 \text{ г}$$

Бир молр хлороформ **119,5 г** десак, хлороформнинг **37,5** грами **37,5/119,5 = 0,31** молр бўлади.

3. Эритманинг ўзгармас ҳажмидаги концентрацияси моляр, нормал концентрация ва титр билан ифодаланади.

Моляр концентрация. 1 л эритмада эриган модданинг миқдори г / молр сони билан ифодаланишига моляр концентрация деб аталади ва **М** ҳарфи билан белгиланади. Масалан, 1 л эритмада 1 молр модда эриган бўлса, 1 моляр (1М), 2 молр модда эриган бўлса, 2 моляр (2М) эритма дейилади.

Моляр концентрацияни қуйидаги формулалар билан ифодалаш мумкин:

$$C_m = m \cdot 1000 / M \cdot V$$

бу ерда, C_m – моляр концентрация; m – эриган модданинг граммларда ифодаланган массаси; M – эриган модданинг молекуляр массаси; V – эритманинг миллилитрларда ифодаланган ҳажми.

Нормал концентрация. 1 л эритмадаги эриган модданинг миқдори грамм – эквивалентлар сони билан ифодаланишига нормал концентрация дейилади ва **Н** ҳарфи билан белгиланади. Масалан, 1 л эритмада **1 г/эквивалент** модда эриган бўлса, **1 нормал (1 Н)** эритма дейилади.

Нормал концентрация қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$C_n = m \cdot 1000 / \Xi \cdot V$$

бу ерда, C_n – нормал концентрация; m – эриган модданинг граммларда ифодаланган массаси; Ξ – эриган моддани **г/эквивалент**; V – эритманинг миллилитрларда ифодаланган ҳажми.

Титир. **1 миллилитр** эритма таркибидаги эриган модданинг граммларда ифодаланган миқдорига эритманинг титри деб аталади. Эритманинг титри **Т** ҳарфи билан белгиланиб, қуйидаги формула билан топилади:

$$T = n \cdot \Xi / 1000 \text{ г/мл}$$

бу ерда, T – титр; n – эритманинг нормаллиги; Ξ – эриган модданинг **грамм/эквиваленти**.

Бирор модданинг титрланган эритмасидан фойдаланиб, иккинчи эритманинг титрини аниқлаш мумкин.

Титрлашда нормал эритмалардан фойдаланиш керак. Чунки, нормаллиги бир хил бўлган эритмалар тенг ҳажмларда реакцияга киришади. Нормаллиги ҳар хил бўлган эритмалар ўзаро нормалликларига тескари пропорционал ҳажмларда реакцияга киришади.

$$V_1 / V_2 = n_2 / n_1 \text{ ёки } V_1 \cdot n_1 = V_2 \cdot n_2$$

бу ерда, V_1 – биринчи эритманинг ҳажми; n_1 – шу эритманинг нормаллиги; V_2 – иккинчи эритманинг ҳажми; n_2 – иккинчи эритманинг нормаллиги.

3 – мисол. Нитрат кислотанинг 0,2 Н эритмасининг титрлашни ҳисоблаб топинг.

Ечиш. $T = n \cdot \Xi / 1000 \text{ г / мл}$ формуладан фойдаланиб ечамиз:

$$T_{0,2 \text{ Н нитрат кислота}} = 0,2 \cdot 63 / 1000 = 0,0126$$

Эритмани аралаштириш қоидаси. Амалда фоиз билан ифодаланган иккита эритмадан учинчи бир эритма ёки концентрацияси катта бўлган эритмадан концентрацияси кичик бўлган эритма тайёрлаш керак бўлса, аралаштириш қоидадан фойдаланилади. Бу қоидага мувофиқ аралаштирилган дастлабки иккита эритма масса миқдорларининг нисбати,

аралаштириш учун олинган ва улардан ҳосил қилинган эритма концентрациялари айримасига тескари пропорционал бўлади. Аралаштириш қоидасининг математик ифодасини алгебрик усул билан ёки «диагоналлар» тасвири деб аталадиган усул орқали чиқариш мумкин.

- Алгебрик усул - ката концентрацияли эритманинг концентрациясини C_1 , масса миқдорини n билан, кичик концентрацияли эритманинг концентрациясини C_2 билан белгиласак, аралашманинг умумий масса миқдори $(n+m)$ бўлади. Бундан олинган ва ҳосил қилинган эритмалар масса миқдорларини ёки ҳажмий қисмларини ифодаладиган қуйидаги алгебрик тенглама тузилади:

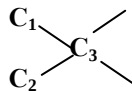
$$nC_1 + mC_2 = (n + m) C_3 \text{ тенглама соддалаштирилса,}$$

$$nC_1 - mC_2 = nC_3 - mC_2$$

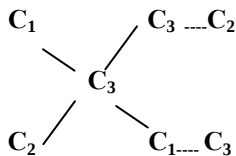
$$nC_1 - mC_3 = mC_3 - mC_2$$

$$n(C_1 - C_3) = m(C_3 - C_2), \text{ бундан } n/m = C_3 - C_2 / C_1 - C_3, \text{ бундан } C_1 > C_3 > C_2$$

Диагоналлар тасвир (схема) усули—дастлабки эритмаларнинг концентрацияларини (C_1 ва C_2) чап томонга, тайёрланиши керак бўлган эритманинг концентрациясини (C_3) ўнг томоннинг диагоналлар кечишадиган жойига ёзилади ва улардан диагоналлар ўтказилади.



Сўнгра $C_1 > C_3 > C_2$ бўлган ҳол учун C_1 дан C_3 айрилади ва чиққан натижа диагонал бўйлаб ўнг томоннинг пастига ёзилади, кейин C_3 дан C_2 айрилади ва айирма диагонал бўйлаб ўнг томоннинг юқорисига ёзилади.



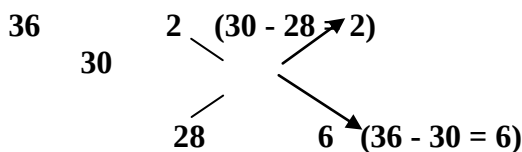
Тасвирда эритма массавий миқдорларини (n_1 ва m) нисбати $C_3 - C_2$ билан $C_1 - C_3$ нисбати каби бўлади, тасвирга асосан:

$$n/m = C_3 - C_2 / C_1 - C_3$$

4 – мисол. 36% ли ва 28% ли ош тузи эритмасидан 30% ли эритма тайёрлаш учун уларни қандай нисбатларда аралаштириш керак.

Ечиш. Аралаштириш қоидаcига асосан диагонал тасвир усули билан ҳисоблаймиз:

$$n/m = C_3 - C_2 / C_1 - C_3 \text{ формулага асосан қуйдагича бўлади.}$$



Демак, 30 % ли эритма тайёрлаш учун 36 % ли эритманинг икки масса қисмини 28 % ли эритманинг 6 масса қисми билан аралаштириши керак.

Эрувчанлик

Ҳар қандай модда маолум бир эритувчида яхши эрийди. Модданинг бу эриш хусусиятига эрувчанлик дейилади. Эрувчанлик миқдорий жиҳатдан Айни ҳароратда 100 г эритувчида энг кўп эриши мумкин бўлган модданинг граммлар сони билан ифодаланади. Бунга эрувчанлик коэффиценти дейилади.

Эрувчанлик эритувчининг ва эрувчи модданинг табиатига боғлиқ бўлади. Масалан, ош тузи сувда яхши эрийди, бензолда эса эрмайди.

Модданинг эрувчанлиги қуйидаги усуллар билан ифодаланади:

- фоиз эрувчанлик – тўйинган эритмадаги модданинг миқдори эритма ёки эритувчининг миқдориға нисбатан олинган фоиз концентрацияси билан ифодаланади;
- моляр эрувчанлик – тўйинган модданинг моляр концентрацияси билан ифодаланади;
- миқдорий эрувчанлик – 1 л эритмадаги модданинг миқдори билан ифодаланади.

Эрувчанлик ҳароратга боғлиқ бўлади. Кўпчилик қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги ҳароратнинг кўтарилиши билан ошади. Айрим ҳолларда эса ҳароратнинг ортиши билан эрувчанлик камайиб бориши ҳам мумкин. Бу эса модданинг эриш иссиқлиғига боғлиқ бўлади. Агар эришда иссиқлик ютилса, ҳароратнинг кўтарилиши билан эрувчанлик ортиб боради, аксинча бўлса, эрувчанлик камаяди.

Бундан ташқари газларнинг эрувчанлиги ҳарорат ва босимга боғлиқ бўлиб, ҳароратнинг кўтарилиши билан эрувчанлик камайиб боради, босимнинг ортиши билан эса эрувчанлик ортиб боради.

1 – мисол. Мис купоросининг 20 °С ҳароратда тўйинган эритмасини ҳосил қилиш учун 50 г сув ва 10,05 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ сарф бўлди. Айни ҳароратдаги мис купоросининг фоиз эрувчанлигини ҳисобланг.

Ечиш. Фоиз эрувчанликни фоиз концентрациядан фарқ қилиши учун $C^1\%$ билан белгилаб, фоиз концентрацияни топиш формуласидан фойдаланиб ҳисоблаймиз, %:

$$C^1_m = m \cdot 100 / m + m_1 = 10,05 \cdot 100 / 50 + 10,05 = 16,7$$

Эриш ва гидратланиш иссиқлиги.

Ҳар хил моддаларнинг эритувчида эриши иссиқлик ажралиши ёки ютилиши билан боради.

Эриш жараёнида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдориға эришнинг иссиқлик эффекти дейилади ва у ΔH ҳарфи билан белгиланади.

1 молр модда эриганда ҳосил бўлган иссиқликка эриш иссиқлиги дейилади. Эриш иссиқлигини қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин.

$$\Delta H_{э.л} = q \cdot M / m \cdot 1000 \text{ кЖ/молг} \quad (1)$$

бу ерда, q – модда эриганда ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори; m – эриган модданинг массаси; M – эриган модданинг молекуляр массаси;

Модда эриганда ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдорини қуйидаги формуладан топиш мумкин.

$$q = c \cdot m_1 \cdot \Delta t \quad (2)$$

бу ерда, c – эритманинг солиштирма иссиқлик сифими; m_1 – эритувчининг массаси; Δt – ҳароратлар фарқи.

Юқоридаги (1) ва (2) формулаларни бир бирига қўшиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\Delta H_{\text{э.м.}} = C \cdot m_1 \cdot \Delta t \cdot M / m \cdot 1000 \text{ кЖ/мол}$$

Мустақил ишлаш учун мисол ва масалалар.

- 0,3 молр сулфат кислота неча грамм бўлади? Жавоб: 29,4 г
- Водородга нисбатан зичлиги 22 га тенг бўлган карбонат ангидриднинг молекуляр массасини топинг. Жавоб: 2,2.
- 0,873 г газ 83593,1 Па босимда ва 39 °С ҳароратда 800 мл ҳажмни эгаллайди. Шу газнинг водородга нисбатан зичлигини ва молекуляр массасини ҳисоблаб топинг. Жавоб: 34 а.м.б.
- 80 г сувда 4 г туз эритилди. Эритманинг фоиз концентрациясини топинг. Жавоб: 4,8%.
- 20 г сувда 0,62 г этиленгликолар $C_2H_4(OH)_2$ эритилган. Эритманинг моляр концентрациясини топинг.
- 200 мл 0,1 М эритма тайёрлаш учун неча грамм ўювчи калий кераклигини ҳисоблаб топинг. Жавоб: 1,12 г.
- 6 л 0,3 н эритма тайёрлаш учун неча грамм $SiSO_4 \cdot 5H_2O$ олиш керак? Бу эритма қандай тайёрланади.
- Калций нитратнинг 0,3 н эритмасининг титрини ҳисобланг.
- Калий хлориднинг 27% ли эритмасидан ва сувдан фойдаланиб, 17% ли эритма тайёрлаш учун қанча эритма ва қанча сув олиб аралаштириш керак? Жавоб: 10 масса қисм сув.

Назорат саволлари.

- Атом – масса ва молекуляр масса деб нимага айтилади?
- Газ ва буғ ҳолидаги моддаларнинг молекуляр массаларини топишни қандай усуллари биласиз?
- Эритма деб нимага айтилади?
- Эритмалар неча турга бўлинади?
- Фоиз ва нормал концентрация деб нимага айтилади? Мисоллар келтиринг.

Фойдаланилган адабиётлар.

- Дқбина И.В. Расчетқ по технологии неорганических веёеств. М.Химия, 1967.
- Яшке И.В. Соколовский А.Н. Технология минералгнкх удобрений и кислот. М.: Химия, 1970.
- Печковский В.В. Технология калийнкх удобрений. «Вқшая школа» Минск, 1968.
- Соколовский А.А. Краткий справочник по минералгнкм удобрениям. М.: Химия 1977. 376с. Качество В.Н.
- Кутепов А.М. Обўая химическая технология. М.: 1990. 520с.
- Технология фосфорнкх и комплексной удобрений. Под ред. Эвенчика. М.: Химия, 1987.
- Позин М.Е. Расчетқ по технологии неорганических веёеств. Л.Химия, 1987.

Келтирилган физик ва кимёвий формулаларни тўғри тушунишимиз учун қуйидаги жадвалда латин ва грек алфавитини келтириб ўтамыз.

3 - жадвал

Латин алфавити		Грек алфавити	
Ўзбекистон	Ўқилиши	Ўзбекистон	Ўқилиши
Aa	А	Αα	Алрфа
Bb	Бе	Ββ	Бета
Cc	Це	Γγ	Гамма
Dd	Де	Δδ	Делрта
Ee	Е	Εε	Эпсилон
Ff	Эф	Ζζ	Дзета
Gg	Ге	Ηη	Эта
Hh	Аш	Θθ	Тэта
Ii	Й	Ιι	Йота
Jj	Йот	Κκ	Каппа
Kk	Ка	Λλ	Ламбда
Ll	Элр	Μμ	Мю
Mm	Эм	Νν	Ню
Nn	Эн	Ξξ	Кси
Oo	О	Οο	Омикрон
Pp	Пэ	Ππ	Пи
Qq	Ку	Ρρ	Ро
Rr	Эр	Σς	--
Ss	Эс	Σσ	Сигма
Tt	Тэ	Ττ	Тау
Uu	У	Υυ	Ипсилон
Vv	Ве	Φφ	Фи
Ww	Дублр-ве	Χχ	Хи
Xx	Икс	Ψψ	Пси
Yy	Игрек	Ωω	Омега
Zz	Зет		

Асосий шартли белгилар ва уларнинг ўлчов бирликлари

4 - жадвал

№	Параметр	Белги	Ўлчов бирлиги
1.	Узунлик	L,l	М
2.	Эни	B,b	М
3.	Вақт	T	с, соат
4.	Диаметр	D,d	М
5.	Ҳажм	V	М ³ , л
6.	Ҳажм, нисбий	V	м ³ /кг
7.	Ҳажмий кенгайиш коэффициенти	B	К ⁻¹
8.	Баланклик	H,h	М
9.	Кувват	N	Вт
10.	Зичлик	P	кг/м ³
11.	Тезлик	W	м/с
12.	Бурчак тезлиги	Ω	Рад/с
13.	Радиус	R,r	М
14.	Массавий сарф, Ҳажмий сарф,	G,L,M,W,V	кг/с м ³ /с
15.	Сарф коэффициенти	A	-
16.	Дюза	F	м ²
17.	Фойдали иш коэффициенти	H	-
18.	Говаклик	E	-
19.	Кўндаланг кесим юзаси	f,S	м ²
20.	Босим, парциал босим Босим, тўйинган буг босими Босим, газ аралашмаси босими	P P П	Па Па Па
21.	Динамик ковушқоқлик Кинематик ковушқоқлик	M N	Па·с М ² /с
22.	Ҳарорат	T,t,θ	К,°С
23.	Ҳарорат ўтказувчанлик коэф-ти	A	М ² /с
24.	Иссиқлик миқдори, иш	Q	Ж
25.	Солиштирма иссиқлик сифими	C	Ж/кг·К

26.	Солиштира исиклик юклама	Q	Вт/м ²
27.	Исиклик бериш коэффициенти	A	Вт/м ² ·К
28.	Исиклик ўтказиш коэф-ти	K	Вт/м ² ·К
29.	Солиштира буғланиш исик-лиги	R	Ж/кг
30.	Ишқаланиш коэффициенти	Λ	-
31.	Маҳаллий қаршилиқ коэф-ти	Ξ	-
32.	Молр концентрация Массавий концентрация Нисбий молр концентрация Нисбий массавий концентрация	x,y x,y X,y X,Y	- - - -
33.	Молр ҳажмий концентрация Массавий ҳажмий концентрация	C C	Кмолр/м ³ кг/м ³
34.	Молр масса Диффузия коэффициенти	M D	кг/молр м ² /с
35.	Модда бериш коэффициенти	β _x , β _y	кг/м ² · с(х.к.к.б) кмолр/м ² с х.к.к.б)]
36.	Модда ўтказиш коэффициенти	K _x ,K _y	кг/м ² · с(х.к.к.б) кмолр/м ² с(х.к.к.б)
37.	Солиштира энтропия	S,s	Ж/(кг·К)
38.	Солиштира энтальпия	I,I	Ж/кг
39.	Ҳавонинг нам саклаши	X	Кг/кг
40.	Ҳавонинг нисбий намлиги	Ф	-
41.	Напор: тезлик напори статик напор	h _{тез} h	м м
42.	Материалнинг намлиги	U,u	Кг/кг
43.	Айланиш частотаси	N	Айл/с,с ⁻¹
44.	Оғирлик кучи	P	Н

Бирликлар ўртасидаги нисбатлар

5 - жадвал

Катталиклар номи	СИ га биноан Бирлиги	СИ бирликларига ўтказиш коэффициентлари
Узунлик	М	1мкм=10 ⁻⁶ 1°A=10 ⁻¹⁰ 1ft=0,3048 1in=25,4·10 ⁻³
Масса	Кг	1т=1000 1ц=100 1lb=0,454
Температура	К	T°C=(273,15+t)·К t°F=[5/9(t-32)+273,15]·К
Ясси бурчак	Раа	1°= π / 180 1°= π / 10800 1айл.=2π рад=6,38
Оғирлик кучи	Н	1 кгк=9,81 1 дин=10 ⁻⁵ 1 техник куч=9,81·10 ⁻³ 1 lbf =4,45
Солиштира оғирлик	Н/м ³	1 кгк/м ³ =1,163
Қовушқоқлик коэф-ти: Динамик	Па·с	1П=1 дин·с/см ² =0,1 1с П = 1кгк/9810м ² =10 ⁻³ Па·с =1МПа·с 1Ст=1см ² /с=10 ⁻⁴
Кинематик	М ² /с	
Босим	Па	1бар=10 ⁵ 1мбар=100 1дин/см ² =1мбар=0,1 1кгк/см ² =1ат=9,81·10 ⁴ Па=735 мм.сим.уст. 1 кгк/м ² = 9,81 1 мм.сув.уст.=9,81 1 мм.сим.уст.=133,3
Диффузия коф	М ² /с	1 ft ² /с=0,0929
Қувват	Вт	1 кгк·м/с=9,81 1эрг/с=10 ⁻⁷ 1ккал/соат=1,163 1 lbf·ft/s =1,356
Сиртий тортилиш	Н/м	1 кгк/м=9,81Ж/м ² 1эрг/см ² =1дин/см=

		$10^{-3} \text{ Ж/м}^2 = 10^{-3} \text{ Н/м}$ $1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 = 1 \text{ дм}^3$ $1 \text{ ft}^3 = 28,3 \text{ дм}^3 = 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ $1 \text{ in} = 16,387 \text{ см}^3 = 16,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$
Ҳажм	м^3	
Зичлик	кг/м^3	$1 \text{ т/м}^3 = 1 \text{ кг/дм}^3 = 1 \text{ г/см}^3 = 10^3$ $1 \text{ кгк} \cdot \text{с/м}^4 = 9,81$ $1 \text{ lb/ft}^2 \approx 16,02$ $1 \text{ lb/in}^3 \approx 27,68 \cdot 10$
Юза	м^2	$1 \text{ ft}^2 = 0,0929$ $1 \text{ in}^2 = 6,451 \cdot 10^{-4}$
Иш, энергия, Иссиқлик миқдори	Ж	$1 \text{ кгк} \cdot \text{м} = 9,81$ $1 \text{ эрг} = 10^{-7}$ $1 \text{ кВт} \cdot \text{соат} = 3,6 \cdot 10^6$ $1 \text{ ккал} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Ж} = 4,19 \text{ кЖ}$ $1 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 1,356$ $1 \text{ lb} \cdot \text{in} = 0,113$ $1 \text{ BTU} = 1056,1$
Массавий сарф	кг/с	$1 \text{ lb/s} = 0,454$ $1 \text{ lb/h} = 1,26 \cdot 10^{-4}$
Ҳажмий сарф	$\text{м}^3/\text{с}$	$1 \text{ л/мин} = 16,67 \cdot 10^{-6}$
Чизиқли тезлик	м/с	$1 \text{ ft/s} = 0,3048$
Бурчак тезлиги	рад/с	$1 \text{ айл/мин} = \pi/30$
Солиштирма иссиқлик сиғими	$\text{Ж/кг} \cdot \text{К}$	$1 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) = 4,19$ $1 \text{ эрг}/(\text{г} \cdot \text{К}) = 10^{-4}$ $1 \text{ BTU}/(\text{lb} \cdot \text{degF}) = 4,19$
Иссиқлик бериш ва ўтказиш коэф.	$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$1 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{соат} \cdot ^\circ\text{C}) = 1,163$ $1 \text{ BTU}/(\text{ft} \cdot \text{h} \cdot \text{degF}) = 5,6$
Иссиқлик ўтказувчанлик коэф-ти	$\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$1 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{соат} \cdot ^\circ\text{C}) = 1,163$ $1 \text{ BTU}/(\text{ft} \cdot \text{h} \cdot \text{degF}) = 1,73$
Частота	Гц	$1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$ $1 \text{ айл/с} = 1$ $1 \text{ айл/мин} = 1/60$

Сувнинг физик хусусиятлари

6 - жадвал

Физик катталиклар	Ҳарорат, $^\circ\text{C}$					
	20	40	60	80	100	120
Зичлик, ρ , кг/м^3	998	992	983	972	958	943
Қовушқоқлик, $\mu \cdot 10^3$, $\text{Н} \cdot \text{с/м}^2$	1,005	0,656	0,468	0,356	0,284	0,180
Иссиқлик сиғими, c , $\text{Ж/кг} \cdot \text{К}$	4190	3960	3771	3566	3387	2933
Иссиқлик ўтказувчанлик, λ , $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$	0,593	0,639	0,662	0,674	-	-

Ҳавонинг физик хусусиятлари

7 - жадвал

Зичлик, ρ , кг/м^3	Динамик қовушқоқлик, $\mu \cdot 10^3$, $\text{Н} \cdot \text{с/м}^2$	Кинематик қовушқоқлик ν , $\text{м}^2/\text{с}$	Иссиқлик сиғими, c , $\text{Ж/кг} \cdot \text{К}$	Иссиқлик ўтказувчан лик, λ , $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$
1,29	$17,3 \cdot 10^{-6}$	$13,4 \cdot 10^{-6}$	1,006	0,0261

Тузатиш коэффициентлар қийматлари $m = (d_0/d)^2$

8 - жадвал

Труба диаметри, м	$M = 0,1$	$m = 0,2$	$m = 0,3$	$m = 0,4$	$m = 0,5$	$m = 0,6$	$m = 0,7$
0,05	1,0037	1,0063	1,0082	1,0118	1,0144	1,017	1,020
0,10	1,0024	1,0045	1,0064	1,0065	1,0108	1,013	1,014
0,20	1,0017	1,0023	1,0034	1,0040	1,0052	1,006	1,007
0,30	1,0005	1,0010	1,0010	1,0010	1,0010	1,001	1,001

Тўйинган сув буғи ҳоссаларининг босим билан ўзаро боғланиши

9 - жадвал

Босим, P		Ҳарорат, $^\circ\text{C}$		R – буғланиш иссиқлиги	
Па	кг/см^2	К	$^\circ\text{C}$	Кж/кг	Ккал/кг
$0,07848 \cdot 10^5$	0,08	314,25	41,1	2400	572,70
$0,09810 \cdot 10^5$	0,10	316,55	45,4	2390	570,40

$0,11772 \cdot 10^5$	0,12	322,15	49,0	2382	566,49
$0,14715 \cdot 10^5$	0,15	326,45	53,6	2372	566,11
$0,19620 \cdot 10^5$	0,20	332,85	59,7	2358	562,76
$0,29430 \cdot 10^5$	0,30	341,85	68,7	2336	557,52
$0,39240 \cdot 10^5$	0,40	348,55	75,4	2320	553,70
$0,49050 \cdot 10^5$	0,50	354,05	80,9	2307	550,59
$0,58860 \cdot 10^5$	0,60	358,65	85,5	2296	547,97
$0,68670 \cdot 10^5$	0,70	362,45	89,3	2286	545,58
$0,78480 \cdot 10^5$	0,80	366,15	93,0	2276	543,67
$0,88290 \cdot 10^5$	0,90	369,35	96,2	2270	541,76
$0,98100 \cdot 10^5$	1,00	372,25	99,1	2264	540,33
$1,17720 \cdot 10^5$	1,20	377,35	104,2	2249	536,75
$1,37340 \cdot 10^5$	1,40	381,85	108,7	2237	533,89
$1,56960 \cdot 10^5$	1,60	385,85	112,7	2227	531,50
$1,76580 \cdot 10^5$	1,80	389,45	116,3	2217	529,11
$1,96200 \cdot 10^5$	2,00	392,75	119,6	2208	526,97

Атмосфера босимида қайнайдиغان баози сувли эритмалар концентрацияси, масс. %
10 - жадвал

Эриган Модда	Қайнаш температураси, °C							
	101	102	103	104	105	107	110	115
CaCl ₂	5,66	10,31	14,16	17,36	20,00	24,24	29,33	35,68
KOH	4,49	8,51	11,97	24,82	17,01	20,88	25,65	31,97
KCl	8,42	14,31	18,96	23,02	26,57	32,62	-43,97	-50,86
K ₂ CO ₃	10,31	18,37	24,24	28,57	32,24	37,69	65,34	79,53
KNO ₃	13,19	23,66	32,23	39,20	45,10	54,65	24,41	29,48
MgCl ₂	4,67	8,42	11,66	14,31	16,59	20,32	-	-
MgSO ₄	14,31	22,78	28,81	32,23	35,32	42,66	23,08	26,21
NaOH	4,12	7,40	10,15	12,51	14,53	18,32	-49,87	-
NaCl	6,19	11,03	14,67	17,69	20,32	25,09	-	60,94
NaNO ₃	8,26	15,61	21,87	27,53	32,43	40,47	-	-
Na ₂ SO ₄	15,26	24,81	30,73	-	-	-	-	-
Na ₂ CO ₃	9,42	17,22	23,72	29,18	33,86	-	-	-
CuSO ₄	26,95	39,98	40,88	44,47	-	-	35,98	-
ZnSO ₄	20,00	31,22	37,89	42,92	46,15	-	-	46,95
NH ₄ Cl	6,10	11,35	15,96	19,80	22,89	28,37	-	-

Олд қўшимчалар ва уларнинг кўпайтирувчилари

11 - жадвал

	Номи	Халқаро	Ўзбекча
$1000000000000000000 = 10^{18}$	Эска	Е	Э
$100000000000000000 = 10^{15}$	Пэта	Р	П
$100000000000000000 = 10^{12}$	Тера	Т	Т
$10000000000 = 10^9$	Гига	Г	Г
$1000000 = 10^6$	Мега	М	М
$1000 = 10^3$	Кило	К	К
$100 = 10^2$	Гекто	Н	Г
$10 = 10^1$	Дека	Да	Да
$0,1 = 10^{-1}$	Деца	Д	Д
$0,01 = 10^{-2}$	Сант	С	С
$0,001 = 10^{-3}$	Милли	М	М
$0,000001 = 10^{-6}$	Микро	μ	Мкм
$0,000000001 = 10^{-9}$	Нано	Н	Н
$0,000000000000000000 = 10^{-12}$	Пико	Р	П
$0,000000000000000001 = 10^{-15}$	Фемто	Ф	Ф
$0,000000000000000000 = 10^{-18}$	Атто	А	А

I. АЗОТЛИ ЎЎИТЛАР ҲИСОБИ

АММОНИЙЛИ СЕЛИТРА ИШЛАБ-ЧИҚАРИШ

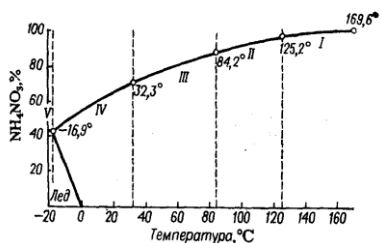
Қишлоқ хўжалигида қўлланиладиган минерал ўғитлар ичида азотли ўғитлар ўсимликларни ривожланишида катта ўрин тутди. Азотли ўғитларга, аммоний нитрат (NH_4NO_3), карбамид ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), аммоний сульфат ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), аммоний гидроксиди (NH_4OH) мисол бўла олади.

Бизнинг табиий шароитимизда азотли ўғитлар ичида кенг қўлланиладиган ўғитлар аммонийли селитра ва карбамиддир. Аммонийли селитра – рангсиз кристалл модда бўлиб, таркибида 60% кислород, 5% водород, 35% азотдан иборат бўлган, дондор ҳолидаги туздир, сувда яхши эрийди. Масалан, 100°C да 1кг сувда 10 кг дан кўп аммонийли селитра эрийди. Шунингдек, ҳаводаги намликни тез тортиб олиб, қўллаш учун ноқулайлик туғдиради. Гигроскопиклиги юқори бўлганлиги учун, ҳаво нисбий намлиги 60% дан ортганда ўз-ўзидан намланади. Умуман, минерал ўғитларни гигроскопик нуқтаси қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$h = \frac{P_a}{P} \cdot 100 \%$$

бу ерда h – гигроскопик нуқта, P_a - тузларнинг тўйинган эритмаси устидаги сув буғининг парциал босимидир, P - шу ҳароратдаги тўйинган сув буғининг парциал босими.

Гигроскопик нуқта ҳаво нисбий намлигига тўғри келса, модда ўзига намликни олмайди ва қуримайди. Аммоний селитра атмосфера босимида **минус 50°C** дан суюқланиш ҳарорати **169,6°C** гача оралиқда бешта кристалл модификацияга эга. Қуйида аммоний селитранинг сувдаги эрувчанлиги келтирилган.



Рисм.1. 1 - куб кристалл ўлати (169,6°C - 125,2°C); 2 - тетраонал кристалл ўлати (125,2°C - 84,2°C); 3- ромбик моноклиник кристалл ўлати (84,2°C - 32,3°C); 4 - ромбик бипирамидалик кристалл ўлати (32,3°C - 169,6°C дан паст).

Аммоний селитра бир кристалл ҳолатидан иккинчи кристалл ҳолатига ўтишда иссиқлик ажралиши ёки иссиқлик ютилиши мумкин.

Маҳсулотларни гигроскопиклигини камайтириш ва сақлаш муддатини ошириш учун турли хил усуллардан фойдаланилади:

- йирик кристалл ҳолатида ишлаб чиқарилади (аммонийли селитраси учун; А - маркаси 1 - 3 мм ли 93% гача; В - маркаси 1 - 4 мм ли 4% дан ошмаслиги керак).
- аммонийли селитра суюқланмасини дондорлаш минорасига бергунча, унинг таркибига турли хил қўшимчалар; масалан, магний нитрат $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, фосфорит кукуни эритмаси ва бошқалар қўшилади.

- дондор селитра юзаси гидрофоб плёнкалар ҳосил қилувчи сирт актив моддалар (САМ) билан қайта ишланади; масалан, суюқ парафин, ёғ, нефт ва бошқалар.

- дондор сиртига кам гигроскопик моддалар – диатамит, каолин, вермикулитлар пуркалади.

- тайёр маҳсулот зич, герметик полиэтилен ёки қоғоз қопларда сақланади.

Аммонийли селитра олдин аммиак синтез қилингунга қадар нитратли тузлардан олинар эди. Аммиак синтез қилингандан сўнг аммиак ва нитрат кислотасидан олина бошланди.



Аммонийли селитрани олиш, нитрат кислотасини аммиак билан нейтралланиш реакциясига асосланган.

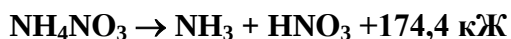
Амалда бу реакция қайтмас реакция бўлиб, қўшимча маҳсулотлар ҳосил бўлмайди. Нейтралланиш жараёнида жуда катта иссиқлик ажралиб чиқади (экзотермик реакция). Жараённинг иссиқлик эффекти нитрат кислота концентрацияси ва реагентлар температураси орқали аниқланади:

- газ ҳолидаги аммиак учун **45795 Ж/молг**
- суюқ нитрат кислотаси учун **177344 Ж/молг**
- каттик аммоний нитрат учун **368075 Ж/молг**

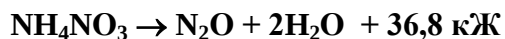
Гесс қонунига асосан, стандарт ҳолатларда тоза моддаларнинг ига эришишнинг шарти бўлиб ҳисобланади. Лекин, фойда корхонанинг бошқа мақсадларини сиқиб чиқармасдиги лозим.

Корхонанинг ривожланиш мақсади ва стратегиясини танлаш менеджерларнинг мустақил режа - бошқарув фаолиятининг асосини ташкил этади. Узоқ муддатли реммонийли селитра қишлоқ хўжалигида ўғит сифатида ишлатилиши билан бир қаторда, техникада портловчи моддалар тайёрлашда (аммонал – алюминий кукуни, кўмирдан иборат) ишлатилади.

Аммонийли селитра портлаш хусусиятига эга. Унинг портлаш хусусиятини тезлашишга минерал кислоталар, тез оксидланадиган органик моддалар, асосан, кукун ҳолатидаги металллар ва бошқалар таосир қилади. Иситишнинг бошланиш даврида, яъни **110 °С** да селитра эндотермик парчланади:



Эритмада нитрат кислотаси бўлса, селитрани парчаланиши автокаталитик ҳолатда бўлади. **200 - 270 °С** ҳароратда экзотермик парчланади:



400 - 500 °С ҳароратгача селитрани тез қиздирсак, парчаланиш жараёни портлаш билан боради:



Аммонийли селитра ишлаб чиқариш технологияси қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади:

- **58 – 60 %** ли нитрат кислотасини газсимон аммиак билан нейтраллаш.
- Селитра эритмасини юқори концентрантланган суюқланма ҳосил бўлгунча буғлатиш.
- Суюқланмани донадорлаш.
- Селитра донларни совитиш.
- Донлар сирт фаол моддалар (**СФМ**) билан ишлов бериш.
- Совитувчи ҳаво ва шарбат буғини тозалаш.

Тайёр маҳсулотни қадоқлаш ва сақлаш.

Қуйида (**2 - расм**) унумдорлиги **1360 т/кун** бўлган юқори тоннажли **АС–72М** агрегатининг технологик таосвири келтирилган.

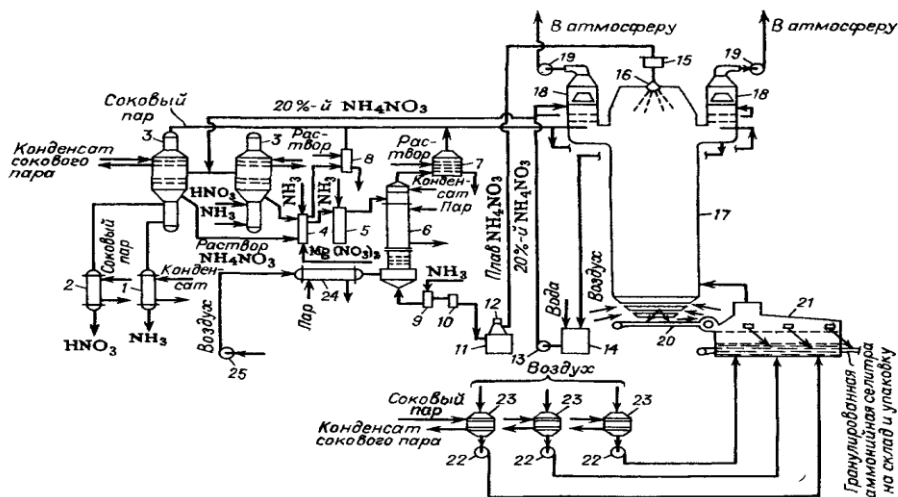
Аммонийли селитра ишлаб чиқариш учун зарур бўлган аммиак омбордан **1,4 МПа** босим остида сўриб олиниб, буғлатгичларда газ ҳолатига ўтказилади. Газ ҳолатидаги аммиак иситгич (1) га берилади, у ерда **120 – 160 °С** гача иситилади. Иситилган аммиак иккита параллел ҳолатда жойлашган **НИФ** қурилмаси (3) ни пастки қисмига берилади.

Бир вақтнинг ўзида аммонийли селитра ишлаб чиқариш учун зарур бўлган **58 – 60 %** ли нитрат кислотаси иситгич (2) да **80–90 °С** ҳароратгача иситилиб, **НИФ** қурилмасига

берилади. **НИФ** қурилмасида газ ҳолидаги аммиак, нитрат кислотаси билан нейтралланиши натижасида (бу ерда ҳарорат **155-170⁰С** оралиғида бўлади) аммонийли селитра эритмаси ҳосил бўлади:



НИФ қурилмасида ҳосил бўлган аммонийли селитра эритмаси (концентрацияси **89 - 90%**) параллел жойлаштирилган донейтрализаторларга берилади.



Расм.2. Юқори тоннажли АС–72 М агрегатининг технологик тасвири.

1 - аммиак иситкичи 2 - нитрат кислота иситкичи; 3 - НИФ қурилмаси; 4,5 - донейтрализаторлар; 6 - комбинирланган буглатиш қурилмаси; 7 - буг-ҳаво аралашмаси совутгичи; 8, 18 - скрубберлар; 9 - гидрозатвор-донейтрализатор; 10 - суюкланма филтр; 11 - суюкланма баки; 12 - насос; 13 - марказдан қочма насос; 14 - Аммонийли селитра эритмаси учун бак; 15 - босим (напор) баки; 16 - акустик гранулятор; 17 - донаторлаш минераси; 19, 22 - вентиляторлар; 20 - лентали транспортер; 21 - қайнаш қатламли совиткич; 23, 24 - ҳаво иситкичи; 25 - ҳаво ҳайдагич.

Донейтрализаторларда аммонийли селитра эритмаси муҳити **pH=6** гача нейтралланади. Донейтрализаторни юқори қисмидан газ ҳолидаги аммиак берилади, пастки қисмидан эса гиграскопикликни камайтириш мақсадида магний нитратни **30 – 40%** ли эритмаси берилади.

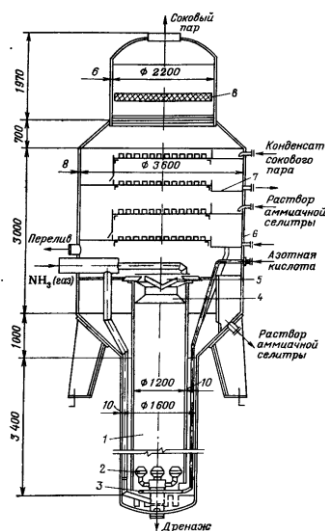
Газ ҳолидаги аммиакни берилишига асосий сабаб шундаки, жараён пайтидаги йўқотилаётган аммиак миқдорини бойитиш, ҳамда эритма таркибидаги эркин кислота билан таосирлашиб аммонийли селитрасини ҳосил қилишдир. Ҳосил бўлган аммонийли селитра эритмаси комбинирланган буглатиш қурилмаси (6) га берилади. Бу ердан аммонийли селитра эритмаси **(99,7–99,8%) 175⁰С** ҳароратда гидрозатвор–донейт-рализатор (9) ва филтр (10) орқали йиғич бак (11) га берилади. Буглатиш қурилмасининг юқориги қисмида буг-газ аралашмаларини ювиб тозаловчи скруббер (7) жойлашган. Бу ерда ҳаво билан чиқиб кетаётган эритма томчилари тозаланади.

Йиғич бак (11) дан насос (12) орқали аммонийли селитра эритмаси донаторлаш минорасининг юқори қисмида жойлашган босим баки (15) га берилади (минорани корпуси **2 мм** ли пўлат **08X17T**). Аммонийли селитра эритмаси донаторлаш минораси (17) нинг юқориги қисмида жойлашган учта акустик гранулятор (16) орқали минора кесим юзаси бўйлаб сочиб берилади (минорада жами **6** та акустик гранулятор бўлиб, шундан **3** таси ёрдамчи гранулятор ҳисобланади). Минорани пастки қисмидан мавҳум қайнаш қатлами (21) дан ҳаво оқими берилади. Селитра суюкланмаси ҳаво билан тўкнашуви натижасида селитра донатор ҳолатда қота бошлайди. У **50 - 55 м** баландликдан тушади. Берилаётган ҳавони ҳажми ёзда **500 минг м³/соат**, қишда эса **300–400 минг м³/соат**ни ташкил этади. Минорани пастки қисмидан донатор селитра лентали транспортёр (20) га тушади ва учта секцияли

мавҳум қайнаш қатламли аппарат (21) га берилади, доналарнинг ҳарорати ёзда **40 - 50⁰С**, кишда эса **20 - 30⁰С** гача совитилади.

Миноранинг юқори қисмидан чиқаётган ҳаво скруббер (18) га берилади. У ерда аммонийли селитра чанглардан **20%** аммиакли селитра эритмаси билан ювилиб, (19) вентилятор орқали атмосферага чиқариб юборилади. Тайёр маҳсулот лентали транспортёр ёрдамида омборга берилади. У ердан истеомолчиларга жўнатилади.

Ишлаб-чиқариш саноат қурилмалари. Агрегатлар **АС-67, АС-72** ва **АС-72М** қурилмалари конструкцияси ва аппаратларнинг иш режими билан фарқ қилади. Масалан: **АС-67** агрегати учун сулфатли қўшимчалар қўшилади, **АС-72** агрегатига сулфат-фосфатли қўшимчалари қўшилади, **АС-72М** га эса магнезиал **[Mg(NO₃)₂]** қўшимчалар қўшилади.



Расм..3. И.Т.Н. ыурилмаси.

1 - реакцион стакан. 2 - аммиак барботёри. 3 - нитрат кислота барботёри. 4 - диффузор. 5 - уюрма ёсил ыилгич. 6 - ювгич. 7 - ыалпоычали тарелкалар. 8 - сеткалы ажратгич.

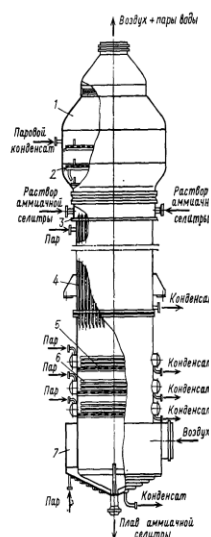
Нейтрализация иссиқликдан ғойдаланиш (НИФ) қурилмаси. НИФ қурилмаси пўлатдан тайёрланган бўлиб, (**03X18H11, 12XH10T**) иккита цилиндрик қисмдан тузилган – пастки реакцион қисми (**Д=1,6м**) ва юқорига сепарацион қисми (**Д=3,8м**). қурилманинг умумий баландлиги **10 м**. Корпус ичида реакцион қисмида реакцион стакан жойлашган (**Д=1,2м, Н=4,3м**). Реакцион зонани пастки қисмида жойлашган титан барбатёрдан аммиак ва нитрат кислота киради. Барбатёрдаги аммиакнинг тезлиги **30 - 50 м/с**, нитрат кислота тезлиги эса **2160 та (Д=1,5 мм)** тешиқлар орқали **2,3 м/с**. Қуйида **НИФ** аппаратининг тасвири берилган. Реакция иссиқлиги ҳисобига ҳосил бўлаётган аммонийли селитрадан бир қисм сув буғланади (кислотадаги). Шу билан бирга юқорига кўтарилувчи куч ҳосил бўлади ва буғ - суюқ ҳолдаги эмулсия юқорига реакцион стакандан эритма ажратгичга келади. У ердан ажратилган эритма пастга тушади ва яна реакцияга қайтарилади.

Аппаратни юқори қисми сепаратор вазифасини бажаради. У ерда (**0,6 м/с** тезлик билан) пастдан кўтарилаётган шарбат буғ тўтта қалпоксимон барбатёрлардан ўтади. Пастки иккита тарелкаларда **20 - 25 %** ли аммонийли селитра эритмаси билан буғ таркибидаги аммиак ушлаб қолинади. Юқоридаги иккита тарелкаларда эса шарбат буғ конденсати билан нитрат кислота буғлари ушланади.

Буғлатиш қурилмаси. Пўлатдан тайёрланган **08X22H6T**. Аппаратнинг умумий баландлиги **16 м**. Вертикал ҳолатда жойлашган (**Д=2,8 м, Н=6,4м**) ғилофсимон трубали қисми аммонийли селитрани буғлатишга хизмат қилади. Бу ерда иссиқлик омили бўлиб, **1,3 - 1,5 МПа** босимли буғ ҳисобланади. У эритмага қарама - қарши йўналишда трубалар орасидан (**180⁰С**) ҳаво билан берилади. Ҳаво пастки концентрацион қисмидан (**Д=2,8 м, Н=6 м**) берилади.

Бешта тарелкалар қаторидан ўтаётган ҳаво учта змеевиклар орасидан ўтади, у ерда қўшимча иссиқлик олинади. Қовушқоклиги катта бўлган эритмаларни буғлатиш учун пастга йўналувчи плёнкали буғлатиш қурилмалари ишлатилади. Бу қурилмаларда дастлабки эритма иситиш камерасининг юқори қисмидан берилади.

Эритма иситиш трубалари юзаси бўйлаб юпқа плёнка ҳолида оғирлик куч таосирида пастга қараб ҳаракатланади. Буғ - суюқлик аралашмаси ва иккиламчи



Расм.4. Камбинирланган буғлатиш ыурилмаси.

буғ қурилманинг пастки қисмидаги сепараторда ажратилади.

Плёнкали буғлатиш қурилмаларининг иситиш камерасида буғланаётган эритма берилаётган буғ билан кам контактда бўлгани учун у юқори иссиқлик ўтказиш коэффициентига эга. Бу қурилмаларнинг иситиш трубалари узун бўлганлиги учун фойдали ҳароратлар фарқи гидростатик босим ҳисобига камаяди.

Камчиликлари: иситиш трубалари узун бўлганлиги учун уларни тозалаш ва бир хил унумдорликка эришиш қийин, иситувчи буғ босими ва эритманинг бошланғич концентрацияси ўзгарган пайтда буғлатиш жараёнини бошқариш қийинлашади, кристалланувчи эритмаларни буғлатиш мумкин эмас.

Мисол. 1.1. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг нейтрализация бўлимини моддий балансини тузинг.

Дастлабки маълумотлар:

100 % ли аммонийли селитра олиш учун қурилманинг унумдорлиги (т/соат)	24
Нитрат кислота концентрацияси (%)	47
Газ ҳолидаги аммиак концентрацияси (%)	100
1000 кг аммонийли селитра учун йўқотилиши, (%):	
Аммиак	2,5
Нитрат кислота	7,5

Аммонийли селитра олиш қуйидаги реакцияга асосланган:



Нейтралланиш жараёнига асосан **1 тонна** аммонийли селитра олиш учун аммиак ва нитрат кислотанинг назарий сарфини ҳисоблаймиз.

Аммиак учун назарий сарф, кг:

$$(17 \cdot 1000)/80 = 212,5$$

Нитрат кислота учун назарий сарф, кг:

$$63 \cdot 1000/80 = 787,5$$

бу ерда: **17, 63, 80** - аммиак, нитрат кислота ва аммоний нитратнинг молекуляр массалари.

Амалий жиҳатдан реагентларнинг йўқотилишини ҳисобга олинганда, аммиак ва нитрат кислота сарфи албатта назарий сарфга нисбатан юқори бўлади, кг.

Аммиак учун амалий сарф, кг:

$$212,5 + 2,5 = 215$$

Нитрат кислота учун амалий сарфи, кг:

$$787,5 + 7,5 = 795$$

24 т/соат бўлган **100%** ли аммонийли селитра олиш учун талаб қилинадиган реагентларнинг сарфи, **кг/соат**.

Аммиак сарфи, **кг/соат**:

$$24 \cdot 215 = 5160$$

Нитрат кислота сарфи, **кг/соат**:

$$24 \cdot 795 = 19080$$

Бундан кўриниб турибдики, **24 т/соат** бўлган аммонийли селитра олиш учун талаб қилинадиган аммиак сарфи **5160 кг/соат**, нитрат кислота сарфи эса **19080 кг/соат**га тенг.

Соатдаги унумдорликка асосан реагентларнинг йўқотилиши, **кг/соат**:

Аммиакнинг йўқотилиши, **кг/соат**:

$$5160 - 212,5 \cdot 24 = 60$$

Нитрат кислотанинг йўқотилиши **кг/соат**:

$$19080 - 787,5 \cdot 24 = 180$$

47% ли нитрат кислотанинг сарфи, **кг/соат**:

$$19080/0,47 = 40600$$

Бу миқдор нитрат кислота таркибидаги сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$40600 - 19080 = 21520$$

Демак, нейтрализатор қурилмасига келаётган реагентларнинг умумий миқдори, **кг/соат**:

$$5160 + 40600 = 45760$$

Аппаратдаги нейтрализация иссиқлиги ҳисобига сувнинг буғланишини эотиборга олмаган ҳолда, аммонийли селитра концентрацияси қуйидагича аниқланади, **%**:

$$24000 \cdot 100/45760 = 52,5$$

Сувнинг буғланишига сарф бўладиган нейтралланиш иссиқлигини ҳисобга олиб, аппаратдан чиқаётган селитранинг концентрациясини **64%** деб қабул қилиб, танланган концентрациянинг тўғрилиги - иссиқлик ҳисоби ёрдамида текширилади.

12 - жадвал

T, °C	H	T, °C	η	T, °C	η	T, °C	η
40	0,6609	65	0,7899	90	0,9362	115	1,1025
45	0,6854	70	0,8177	95	0,9677	120	1,1384
50	0,7106	75	0,8463	100	1,0000	125	1,1757
55	0,7364	80	0,8755	105	1,0333	130	1,2135
60	0,7628	85	0,9056	110	1,0674	135	1,2525

Аппаратдан чиқаётган **64%** ли аммонийли селитра эритмасини миқдори, **кг/соат**:

$$24000/0,64 = 37500$$

64% ли аммонийли селитра эритмасининг таркибидаги сув миқдори, **кг/соат**:

$$37500 - 24000 = 13500$$

Нейтралланиш жараёнида эритмадан буғланаётган шарбат буғининг миқдори, **кг/соат**:

$$21520 - 13500 = 8020$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Нейтрализация бўлимининг моддий баланси.

13 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	кг/соат	Кўрсаткичлар	кг/соат
Аммиак	5160	Аммонийли селитра (64%) ли эритмаси	37500
Нитрат кислота		Шарбат буғ	8020
(100% ли)	19080	Йўқотишлар:	
Кислота билан келаётган сув	21520	Аммиак	60
		Нитрат кислота	180
Жами:	45760	Жами:	45760

Эслатма: Аммонийли селитра ишлаб чиқаришда сарф бўлган аммиак (NH_3) ва нитрат кислота (HNO_3) миқдори нейтрализация жараёнига боғлиқлигини унитманг!

Мисол. 1.2. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг нейтрализация бўлимини иссиқлик балансини тузинг.

Дастлабки маълумотлар:

Нитрат кислота концентрацияси (%). 47
 Нитрат кислота ҳарорати ($^{\circ}\text{C}$). 20
 Аммиак ҳарорати ($^{\circ}\text{C}$). 70

Нейтралланиш жараёнига берилаётган компонентлар сарфи, кг/соат:

Аммиак. 5160
 47% ли нитрат кислота 40600

Ҳосил бўлган аммонийли селитра:

Эритмасининг миқдори, (кг/соат) 37500
 Эритма концентрацияси (%). 64
 Буғланаётган сув миқдори, (кг/соат) 8020
 Қурилмадаги босим (н/м^2). $1,2 \cdot 10^5$

Иссиқликнинг келиши

Газсимон аммиак билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$Q_1 = 5160 \cdot 2,156 \cdot 70 = 778000$$

бу ерда, 2,156 аммиакнинг 70°C ҳароратдаги иссиқлик сиғими, **кЖ/кг град.**

14 - жадвал

T, $^{\circ}\text{C}$	T $^{\circ}\text{K}$	O $_2$	Хаво	NH $_3$	H $_2$ O	H $_2$	CO	CO $_2$
0	273	0,917	1,005	2,092	1,855	14,210	1,040	0,821
100	373	0,925	1,009	2,188	1,867	14,352	1,042	0,871
200	473	0,938	1,013	2,286	1,888	14,432	1,047	0,913

300	573	0,951	1,020	2,360	1,913	14,465	1,055	0,950
400	673	0,964	1,030	2,451	1,938	14,490	1,066	0,984

Нитрат кислота билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$Q_2 = 40600 \cdot 2,897 \cdot 20 = 2349000 \text{ кЖ/соат}$$

бу ерда, **2,897** - нитрат кислотанинг (**47%** ли) **20°C** ҳароратдаги иссиқлик сиғими, **кЖ/кг · град**.

Нитрат кислотасининг иссиқлик сиғими (кЖ/кг · град)

15 - жадвал

Концентрация, %	Ҳарорат, °C				Концентрация, %	Ҳарорат, °C			
	2	20	40	60		2	20	40	60
10	3,701	3,726	3,730	3,768	60	2,638	2,680	2,738	2,805
20	3,345	3,349	3,412	3,475	65	2,541	2,596	2,633	2,680
30	3,094	3,182	3,199	3,266	70	2,441	2,470	2,525	2,654
40	2,922	3,014	3,040	3,140	75	2,336	2,386	2,403	2,428
45	2,855	2,931	2,968	3,056	80	2,240	2,261	2,294	2,303
50	2,793	2,847	2,901	2,973	85	2,156	2,177	2,181	2,219
55	2,717	2,763	2,826	2,889	90	2,052	2,052	2,064	2,093

Нитрат кислотани **47%** гача суюлтиришни ҳисобга олган ҳолда аммоний нитрат ҳосил бўлиш иссиқлигини **I** эгри чизик бўйича аниқлаймиз. Бу иссиқлик **1 кг** аммоний нитрат учун **1487,1 кЖ** га тенг. Унинг маолум қисми аммонийли селитрасининг эритиш учун сарф бўлади. **II** эгри чизикка асосан, **64%** ли эритма ҳосил бўлишида **1 кг** аммонийли селитра учун **172,5 кЖ** иссиқлик сарф бўлади. У ҳолда, **47%** ли нитрат кислотада **64%** ли аммонийли селитра эритмаси ҳосил бўлишидаги ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$1487,1 - 172,5 = 1314,6$$

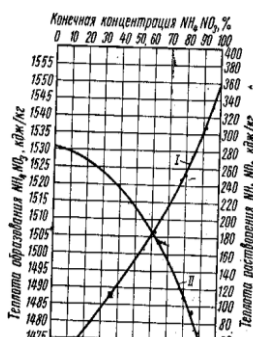
Бир соатда ажраладиган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$24000 \cdot 1314,6 = 31550000$$

Келаётган иссиқликнинг умумий миқдори, **кЖ/соат**:

$$Q_{\text{ум}} = 778000 + 2349000 + 31550000 = 34677000$$

Расм. 5. Нитрат кислота концентрациясини аммонийли селитра ҳосил бўлишига таъсири.



Иссиқлик сарфи

Аммонийли селитра эритмаси билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$Q_1 = (37500 + 240) \cdot 2,560 \cdot t_{\text{қайн.}}$$

бу ерда, **37500** – ҳосил бўлган аммонийли селитра эритмасининг миқдори, **кг/соат**; **240** – аммиак ва нитрат кислотанинг умумий йўқотилиши, **кг/соат**; **2,560** – **64%** ли аммонийли селитрасининг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг град**; **t_{қайн.}** – **64%** ли селитра эритмасининг қайнаш ҳарорати.

16 - жадвал

Ҳарорат, °C	Концентрация, %	C, кж/кг · град	Изох
16 – 38	2,91	4,0419	Landolt – Bornstein
18	9,18	3,890	
18	15,04	3,6831	

26 – 37	28,5	3,0258	Bd. II. Berlin, 1923.
18	47,1	2,918	
20 – 52	63,9	2,5548	
16 – 52	67	2,47	Амалда 16 – 52 °C кўпроқ ишлатилади
16 – 52	84	2,01	
16 – 52	88	1,97	
16 – 52	92	1,88	
16 – 52	96	1,80	
16 – 52	98,5	1,76	

Аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратини аппаратдаги босим (1,5 - 1,2) · 10⁵ н/м² учун аниқлаймиз. Бундай босимда тўйинган сув буғининг ҳарорати 103⁰С га тенг. Атмосфера босимида 64% ли аммонийли селитранинг қайнаш ҳарорати 115,2⁰С га тўғри келади (Клевке В.А. Технология азотнокх удобрений).

Ҳарорат депрессияси, (°C):

$$\Delta t = 115,2 - 100 = 15,2^{\circ}\text{C}$$

Шунга асосланган ҳолда, 64% ли аммонийли селитрасининг қайнаш ҳароратини аниқлаймиз, (°C):

$$t_{\text{қайн}} = t_{\text{тўйин.буғ}} + \Delta t + \eta$$

$$t_{\text{қайн}} = 103 + 15,2 + 1,03 = 118,7^{\circ}\text{C}$$

бу ерда, η – ҳар қандай босимдаги ҳарорат депрессияси коэффиценти, 130 °C ҳароратда 1,03 га тенг.

Тўйинган буғининг 40 - 135⁰С ҳароратдаги коэффиценти юқоридаги 14 - жадвалдан олинади.

Аммонийли селитра эритмаси билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат:

$$Q_1 = 37740 \cdot 2,56 \cdot 118,7 = 11500000$$

Эритмадан сув буғини буғлатиш учун сарфланаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат:

$$Q_2 = 8020 \cdot 2682 = 21700000$$

Атроф–муҳитга йўқотилаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат:

$$Q_{\text{ат.мух.}} = 34677000 - (11500000 + 21700000) = 1477000$$

Бу катталиқ иссиқлик умумий сарфининг 4,3% ни ташкил қилиб, амалий маолумотларга тўғри келади.

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Нейтрализация бўлимининг иссиқлик баланси.

17 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	КЖ/соат	Кўрсаткичлар	кЖ/соат
Аммиак	778000	Аммоний селит-раси эритмаси	11500000
Нитрат кислота	2349000	Шарбат буғи	21700000
Нейтралланиш		Атроф–муҳитга йўқотилаётган	
реакциясининг умумий		иссиқлик	1677000
иссиқлиги	31550000		

Жами	34677000	Жами	34677000
------	----------	------	----------

Назорат топшириқлари.

Мисол. I.3. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг нейтрализация бўлимини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.

18 - жадвал

Синф журнали бўйича тартиб рақами	Унумдор - лиги	Нитрат кислота конц-си	Аммиак конц-си	Аммоний ни трат эритмаси- нинг конц-си	Бошланғич харорат	Йўқотилиш		
№	G, тонна	HNO ₃ , C, %	NH ₃ , C, %	NH ₄ NO ₃ , C, %	HNO ₃ , t _б , °C	NH ₃ , t _б , °C	HNO ₃ , %	NH ₃ , %
1	21	47	100	68	25	45	6,0	3,0
2	27	48	100	70	26	47	6,5	2,5
3	20	49	100	69	27	49	7,0	2,0
4	23	50	100	71	28	46	7,5	2,5
5	30	51	100	72	29	48	5,5	3,5
6	38	52	100	91	30	50	5,0	4,0
7	28	53	100	73	31	52	4,0	5,0
8	20	54	100	75	32	54	4,5	4,5
9	33	55	100	76	33	56	3,0	6,0
10	41	56	100	87	34	51	3,5	5,5
11	25	57	100	86	35	53	1,0	1,0
12	26,5	58	100	77	36	57	2,5	7,5
13	35	59	100	79	37	58	2,0	1,0
14	45	60	100	81	38	60	7,5	2,5
15	48	53	100	78	39	62	1,0	1,0
16	25	52	100	80	40	64	3,5	1,5
17	51	47	100	82	41	59	5,0	2,0
18	43	48	100	84	42	61	7,0	2,0
19	53	51	100	83	43	63	8,0	1,0
20	58	50	100	85	44	65	3,0	2,0
21	24,7	49	100	75	45	67	5,5	2,5
22	22	54	100	88	46	69	6,5	1,5
23	29	60	100	78	47	66	9,0	3,0
24	21	55	100	89	48	68	7,5	3,5
25	24	59	100	90	49	70	7,0	4,0
26	26	56	100	92	50	72	7,5	3,5
27	27	58	100	74	51	74	5,5	2,5
28	29	57	100	93	52	71	6,5	2,5
29	31	46	100	70	53	73	4,0	1,0
30	37	58	100	68	54	75	4,5	1,5

Эслатма: Жараённинг иссиқлик балансини тузишда моддий баланс (13 - жадвал) дан фойдаланинг!

Икки босқичли буғлатиш бўлимининг моддий ҳисоби

Мисол. 1.3. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг буғлатиш бўлимини моддий балансини тузинг.

Буғланишнинг биринчи босқичи.

Дастлабки маълумотлар:

Буғланишга кираётган эритма миқдори, (кг/соат).....**37500**

Шундан:

Аммонийли селитра миқдори..... **24000**

Сув миқдори.....**13500**

Буғлатишга кираётган эритма концентрацияси, (%). **64**

Қурилмадан чиқаётган эритма концентрацияси, (%). **84**

Буғлатишга кираётган эритма ҳарорати, (°C). **100**

Аппаратнинг абсолют босими, (н/м²). **0, 213 · 10⁵**

Чиқиб кетаётган эритма миқдори, кг/соат:

$$24000 \cdot 100/84 = 28570$$

Чиқиб кетаётган эритма таркибидаги сувнинг миқдори, кг/соат:

$$28570 - 24000 = 4570$$

Буғланган сув миқдори, кг/соат:

$$13500 - 4570 = 8930$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Буғланишни биринчи босқичининг моддий баланси.

19 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	кг/соат	Кўрсаткичлар	кг/соат
Аммонийли селитра (64%) ли эритмаси	37500	Аммонийли селитра (84%) ли эритмаси	28570
Шундан:			
Аммонийли селитра	24000	Шарбат буғи	8930
Сув	13500		
Жами:	37500	Жами:	37500

Буғланишнинг иккинчи босқичи.

Дастлабки маолумотлар:

Буғланишнинг иккинчи босқичига кираётган эритма миқдори, (кг/соат).28570

Шундан:

Аммонийли селитра миқдори.24000

Сув миқдори.4570

Буғлатишга кираётган эритма концентрацияси, (%). 84

Курилмадан чиқаётган суюқланма концентрацияси, (%). 98,5

Буғлатишга кираётган эритма ҳарорати, (°C). 80

Аппаратнинг абсолют босими, (н/м²). 0,347 · 10⁵

Чиқиб кетаётган суюқланманинг миқдори, (кг/соат):

$$24000 \cdot 100/98,5 = 24366$$

Суюқланма таркибидаги сувнинг миқдори, (кг/соат):

$$24366 - 24000 = 366$$

Буғланаётган сув миқдори, кг/соат:

$$4570 - 366 = 4204$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Буғланишни иккинчи босқичининг моддий баланси.

20 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	кг/соат	Кўрсаткичлар	кг/соат
Аммонийли селитра (84%) ли эритмаси	28570	Аммонийли селитра (98,5%) ли эритмаси	24366
Шундан:			
Аммонийли селитра	24000	Шарбат буғи	4204
Сув	4570		
Жами:	28570	Жами:	28570

Аммонийли селитра эритмасининг концентрацияси ортиши билан (суюқланма ҳолатига ўтиши) унинг физик хоссалари ҳам ўзгариб боради (иссиқлик сиғими, қовушқоқлиги, зичлиги, иссиқлик ўтказувчанлиги ва бошқалар) ва эритманинг бошланғич концентрацияси билан характерланади. Бу параметрлар (иссиқлик сиғими, қовушқоқлиги, зичлиги, иссиқлик ўтказувчанлиги ва бошқалар) ёрдамида буғлатиш аппаратининг юзасини ҳисоблаш мумкин. Бу эса эритманинг курилма деворига иссиқлик бериш коэффициенти ҳисоблаб чиқишга ёрдам беради.

Буғлатиш аппаратининг юзасини янада аниқроқ ҳисоблаш учун концентрланган эритмани буғлатиш жараёни зоналарга ажратиб олинади. Масалан, буғлатишнинг иккинчи босқичини ҳисоблашда шартли равишда зоналарни бешга бўламиз. Бунда эритма концентрацияси ва босими ҳар хил бўлади.

Амалий ҳисобларга кўра, буғлатиш аппаратидаги босимни (напор) йўқолиши горизонтал аппаратларда 100 мм. см. уст. ташкил этади.

21 - жадвал

Зона	Зоналарнинг номланиши	Сийракланиш мм. см. уст.	Абсолют босим, н/м ²
1	84%ли аммонийли селитра эритмасини 80°C дан қайнаш ҳароратигача иситиш	400	0,480 · 10 ⁵
2	Аммонийли селитрасининг 84% дан 88% гача буғлатиш	420	0,453 · 10 ⁵

3	Аммонийли селитрасининг 88% дан 92% гача буғлатиш	450	$0,413 \cdot 10^5$
4	Аммонийли селитрасининг 92% дан 96% гача буғлатиш	480	$0,373 \cdot 10^5$
5	Аммонийли селитрасининг 96% дан 98,5% гача буғлатиш	500	$0,347 \cdot 10^5$

Эритмани биринчи зонага кириши ва чиқиши **28570 кг/соат** ни ташкил этади (биринчи зонада сувни буғланиши содир бўлмайди). Шундай миқдордаги эритма иккинчи зонага, иккинчи зонадан эса учинчи зонага ўтади, **кг/соат**:

$$24000 \cdot 100/88 = 27273$$

Иккинчи зонадаги сувнинг буғлатилиш миқдори, **кг/соат**:

$$28570 - 27273 = 1297$$

Шу ҳисоблашлар қолган зоналар учун ҳам таолуқли бўлгани учун ҳам қуйидаги жадвалда ифодаланган.

22 - жадвал

Кўрсаткичлар, кг/соат	Зоналар				
	1	2	3	4	5
Эритманинг келиши	28570	28570	27273	26087	25000
Эритманинг чиқиши	28570	27273	26087	25000	24366
Сувнинг буғланиши	---	1297	1186	1087	634

Икки босқичли буғлатиш бўлимининг иссиқлик ҳисоби

Мисол. I.4. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг буғлатиш бўлимини иссиқлик балансини тузинг.

Иссиқлик балансини ҳисоблашда белгиланган эритма концентрациясигача буғлатиш учун сарф бўлган буғ миқдори назарда тутилади.

Буғланишнинг биринчи босқичи.

Дастлабки маълумотлар:

Буғланишга кираётган эритма миқдори, (**кг/соат**). **37500**
 Буғлатишга кираётган эритма концентрацияси, (%). **64**
 Қурилмадан чиқаётган эритма концентрацияси, (%). **84**
 Буғланган сув миқдори, (**кг/соат**). **8930**
 Буғлатгичдан чиқаётган эритма миқдори, (**кг/соат**). **28570**
 Буғлатишга кираётган эритма ҳарорати, (**°C**). **100**
 Аппаратнинг абсолют босими, (**н/м²**). **$0,213 \cdot 10^5$**
 Қиздирувчи агент нейтрализация аппаратидаги шарбат буғи ҳисобланади;
 босими, (**н/м²**). **$1,2 \cdot 10^5$**

Эритманинг қайнаш ҳароратини аниқлаш.

84% ли аммонийли селитра эритмасининг $P_{абс} = 0,213 \cdot 10^5$ н/м² босим остидаги қайнаш ҳарорати қуйидаги формула орқали топилади:

$$t_{қай.} = t_{тўй.буғ} + \Delta t_{\eta}$$

бу ерда $t_{\text{тўй.буғ}}$ - тўйинган сув буғи ҳарорати $P_{\text{абс}} = 0,213 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимда 61°C ; Δt – ҳарорат депрессияси ($P_{\text{абс.}} = 101325 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги 84% ли аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратининг айримасига тенг, масалан, $134 - 100 = 34 \text{ град}$); η – ҳарорат депрессия коэффиценти, 61°C да $0,763$ га тенг.

$$t_{\text{кай.}} = 61 + 34 \cdot 0,763 = 86^\circ\text{C}$$

Иссиқликнинг келиши.

Аммонийли селитра эритмаси билан келаётган эритма миқдори, кЖ/соат :

$$37500 \cdot 100 \cdot 2,560 = 9600000$$

бу ерда 100 – аммонийли селитра эритмасининг ҳарорати, $^\circ\text{C}$; $2,560$ – 64% ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сифими, $\text{кЖ/кг} \cdot \text{град}$.

Эритмани иситиш учун тўйинган буғ билан келаётган иссиқликни $X \text{ кЖ/соат}$ деб белгилаб оламиз. Бунда умумий иссиқликнинг келиши қуйидагича:

$$9600000 + X \text{ кЖ/соат}$$

Иссиқлик сарфи.

Аммонийли селитра эритмасининг буғлатишга сарф бўлган иссиқлик миқдори, кЖ/соат :

$$28570 \cdot 86 \cdot 2,01 = 4940000$$

бу ерда 86 – эритманинг қайраш ҳарорати, $^\circ\text{C}$; $2,01$ - 84% ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сифими, $\text{кЖ/кг} \cdot \text{град}$.

Биринчи босқич буғлатиш аппаратида шарбат буғи билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, кЖ/соат :

$$8930 \cdot 2613 = 23330000$$

бу ерда 2613 - $P_{\text{абс.}} = 0,213 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги тўйинган буғ энталпияси.

Жараён пайтида атроф муҳитга йўқотилаётган иссиқлик миқдорини 400000 кЖ/соат деб қабул қиламиз.

Умумий иссиқлик сарфи, кЖ/соат :

$$4940000 + 23330000 + 400000 = 28670000$$

Берилган параметрлардаги биринчи босқич буғлатгичдаги иситувчи буғнинг сарфи, кг/соат :

$$28670000 - 9600000 \cdot 1,15 / 2248 = 9750$$

бу ерда 2248 - $P_{\text{абс}} = 0,213 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги буғ ҳосил бўлиш иссиқлиги, кЖ/соат ; $1,15$ – инерт газлар билан иситилаётган вақтда 15% йўқотилиш.

Умумий иссиқликнинг келиши, кЖ/соат :

$$9600000 + 9750 \cdot 2682 = 35750000$$

Яни, 400000 кЖ/соат га тенг бўлган иссиқлик миқдори, келаётган иссиқлик миқдорининг 1% ни ташкил этади, бу эса амалий ҳисобларга тўғри келади.

Аммонийли селитра эритмасини 84% гача буғлатиш учун сарф бўладиган иссиқлик миқдорини нейтрализатор қурилмасидан чиқаётган шарбат буғидан оламиз (8020 кг/соат

буғ). Етишмаётган иссиқлик миқдори $9750 - 8020 = 1730$ кг/соат конденсатор кенгайтиргичдан 895 кг/соат миқдорда олинади. Қолгани эса жараёнга келаётган буғ иссиқлигидан олинади ($1730 - 895 = 835$ кг/соат).
Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамыз.

Буғланишнинг биринчи босқичини иссиқлик баланси.

23 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	кЖ/соат	Кўрсаткичлар	кЖ/соат
64% ли аммонийли селитра эритмаси Шарбат буғи билан		Аммонийли селитра эритмасининг буғлатишга	4940000
	9600000	Шарбат буғи	23330000
	19070000	Атроф–мухитга йўқотилаётган иссиқлик	400000
Жами	28670000	Жами	28670000

Буғланишнинг иккинчи босқичи

Дастлабки маълумотлар:

Буғланишга кираётган эритма миқдори, (кг/соат). 28570
 Буғлатишга кираётган эритма концентрацияси, (%). 84
 Қурилмадан чиқаётган эритма концентрацияси, (%). 98,5
 Буғлатишга кираётган эритма ҳарорати, (°C). 80
 Аппаратнинг абсолют босими, (н/м²). $0,347 \cdot 10^5$
 Қиздирувчи агент тўйинган буғ бўлиб, босими, (н/м²). $9 \cdot 10^8$

Иссиқлик баланс ҳам моддий баланс каби зоналарга ажратилган ҳолда олиб борилади. Босимлар тақсимооти ва буғланиётган сув миқдори моддий балансдан олинади (16-жадвал).

Зоналардаги эритманинг қайнаш ҳароратини аниқлаш.

Биринчи зона.

84% ли аммонийли селитра эритмасининг $P_{абс.} = 0,480 \cdot 10^5$ н/м² босим остидаги қайнаш ҳарорати қуйидаги формула орқали топилади:

$$t_{кай.} = t_{тўй.буғ} + \Delta t_{\eta}$$

бу ерда, $t_{тўй.буғ}$ - тўйинган сув буғи ҳарорати $P_{абс.} = 0,480 \cdot 10^5$ н/м² босимда 79,4°C; Δt – ҳарорат депрессияси ($P_{абс.} = 101325 \cdot 10^5$ н/м² босимдаги 84% ли аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратининг айримасига тенг, масалан, $134 - 100 = 34$ град); η – ҳарорат депрессия коэффиценти, 79,4 °C да 0,87 га тенг.

$$t_{кай.} = 79,4 + 34 \cdot 0,87 = 109^{\circ}\text{C}$$

Иккинчи зона.

88% ли аммонийли селитра эритмасининг $P_{абс.} = 0,453 \cdot 10^5$ н/м² босим остидаги қайнаш ҳарорати қуйидагича:

$$t_{кай.} = t_{тўй.буғ} + \Delta t_{\eta}$$

бу ерда, $t_{\text{тўй.буғ}}$ - тўйинган сув буғи ҳарорати $P_{\text{абс.}} = 0,453 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимда 78°C ; Δt – ҳарорат депрессияси ($P_{\text{абс.}} = 101325 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги **88%** ли аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратининг айримасига тенг, масалан, $142,2 - 100 = 42,2 \text{ град}$); η – ҳарорат депрессия коэффиценти, 78°C да **0,86** га тенг.

$$t_{\text{кай.}} = 78 + 42,2 \cdot 0,86 = 114,4^\circ\text{C}$$

Учинчи зона.

92% ли аммонийли селитра эритмасининг $P_{\text{абс}} = 0,413 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босим остидаги қайнаш ҳарорати қуйидагича топилади:

$$t_{\text{кай.}} = t_{\text{тўй.буғ}} + \Delta t_{\eta}$$

бу ерда, $t_{\text{тўй.буғ}}$ - тўйинган сув буғи ҳарорати $P_{\text{абс.}} = 0,413 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимда $75,4^\circ\text{C}$; Δt – ҳарорат депрессияси ($P_{\text{абс}} = 101325 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги **92%** ли аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратининг айримасига тенг, масалан, $156 - 100 = 56 \text{ град}$); η – ҳарорат депрессия коэффиценти, $75,4^\circ\text{C}$ да **0,85** га тенг.

$$t_{\text{кай.}} = 75,4 + 56 \cdot 0,85 = 123^\circ\text{C}$$

Тўртинчи зона.

96% ли аммонийли селитра эритмасининг $P_{\text{абс}} = 0,373 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босим остидаги қайнаш ҳарорати қуйидагича топилади:

$$t_{\text{кай.}} = t_{\text{тўй.буғ}} + \Delta t_{\eta}$$

бу ерда, $t_{\text{тўй.буғ}}$ - тўйинган сув буғи ҳарорати $P_{\text{абс}} = 0,373 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимда $73,54^\circ\text{C}$; Δt – ҳарорат депрессияси ($P_{\text{абс}} = 101325 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги **96%** ли аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратининг айримасига тенг, масалан, $184,25 - 100 = 84,25 \text{ град}$); η – ҳарорат депрессия коэффиценти, $73,54^\circ\text{C}$ да **0,84** га тенг.

$$t_{\text{кай.}} = 73,54 + 84,25 \cdot 0,84 = 144^\circ\text{C}$$

Бешинчи зона.

98,5% ли аммонийли селитра эритмасининг $P_{\text{абс}} = 0,347 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босим остидаги қайнаш ҳарорати қуйидаги формула орқали топилади:

$$t_{\text{кай.}} = t_{\text{тўй.буғ}} + \Delta t_{\eta}$$

бу ерда, $t_{\text{тўй.буғ}}$ - тўйинган сув буғи ҳарорати $P_{\text{абс}} = 0,347 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимда $72,4^\circ\text{C}$; Δt – ҳарорат депрессияси ($P_{\text{абс}} = 101325 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги **98,5%** ли аммонийли селитра эритмасининг қайнаш ҳароратидан сувнинг қайнаш ҳароратининг айримасига тенг, масалан, $215 - 100 = 115 \text{ град}$); η – ҳарорат депрессия коэффиценти, $72,4^\circ\text{C}$ да **0,838** га тенг.

$$t_{\text{кай.}} = 72,4 + 115 \cdot 0,838 = 169^\circ\text{C}$$

Зоналар бўйича буғланишнинг иккинчи босқичининг иссиқлик ҳисоби.

Биринчи зона.

80% дан 84% гача иситиш учун сарф бўлган иссиқлик $t_{\text{кай.}} = 109^\circ\text{C}$, кЖ/соат:

$$Q_1 = 28570 \cdot 2,01 (109 - 80) = 1668000$$

бу ерда **2,01 - 84%** ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг · град.**

Биринчи зонадаги исситувчи буғнинг сарфи, **кг/соат:**

$$1668000/2037 = 817$$

бу ерда **2037 - $P_{\text{абс}} = 9 \cdot 10^5$ н/м²** босимдаги буғ ҳосил қилиш иссиқлиги, **кЖ/кг.**

Иккинчи зона.

Иссиқликни келиши.

Аммонийли селитра эритмаси билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$28570 \cdot 2,01 \cdot 109 = 6250000$$

Исситилаётган (Q_2) буғи билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат.**

Иссиқлик сарфи.

Аммонийли селитра эритмаси билан буғланаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$27273 \cdot 1,97 \cdot 114,4 = 6150000$$

бу ерда **1,97 - 88%** ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг · град.**

Шарбат буғи билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$1297 \cdot 2642 = 3432000$$

бу ерда **2642 – $P_{\text{абс}} = 0,453 \cdot 10^5$ н/м²** босимдаг буғнинг энталпияси.

Иккинчи зона буғлатишдаги умумий иссиқлик сарфи, **кЖ/соат:**

$$6150000 + 3432000 = 9582000$$

Учинчи зона.

Иссиқликнинг келиши.

• Аммонийли селитра эритмаси билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат.** **6150000**

• Исситилаётган (Q_3) буғи билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат.**

Иссиқлик сарфи.

Аммонийли селитра эритмаси билан буғланаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$26087 \cdot 1,88 \cdot 123 = 6050000$$

бу ерда **1,88 - 92%** ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сифими, **кЖ/кг · град.**

Шарбат буғи билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$1186 \cdot 2642 = 3140000$$

бу ерда, $2642 - P_{\text{абс}} = 0,453 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаг буғнинг энталпияси.

Учинчи зона буғлатишдаги умумий иссиқлик сарфи, **кЖ/соат:**

$$6050000 + 3140000 = 9190000$$

Учинчи зонадаги буғ сарфининг миқдори, **кЖ/соат:**

$$9190000 - 6150000/2037 = 1488$$

Тўртинчи зона.

Иссиқликнинг келиши.

- Аммонийли селитра эритмаси билан келаётган иссиқлик миқдори, **6050000 кЖ/соат.**
- Исситилаётган (Q_4) буғи билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат.**

Иссиқлик сарфи.

Аммонийли селитра эритмаси билан буғланаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$25000 \cdot 1,80 \cdot 144 = 6495000$$

бу ерда **1,80 - 96%** ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сифими, **кЖ/кг · град.**

Шарбат буғи билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$1087 \cdot 2642 = 2878500$$

бу ерда, $2642 - P_{\text{абс}} = 0,453 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаг буғнинг энталпияси.

Тўртинчи зона буғлатишдаги умумий иссиқлик сарфи, **кЖ/соат:**

$$6495000 + 2878500 = 9373500$$

Тўртинчи зонадаги буғ сарфининг миқдори, **кЖ/соат:**

$$9373500 - 6050000/2037 = 1630$$

Бешинчи зона.

Иссиқликнинг келиши.

- Аммонийли селитра эритмаси билан келаётган иссиқлик миқдори, **6495000 кЖ/соат.**
- Исситилаётган (Q_5) буғи билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат.**

Иссиқлик сарфи.

Аммонийли селитра эритмаси билан буғланаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$24366 \cdot 1,76 \cdot 169 = 7250500$$

бу ерда **1,76 – 98,5%** ли аммонийли селитра эритмасининг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг · град.**

Шарбат буғи билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$634 \cdot 2642 = 1676500$$

бу ерда **2642 – $P_{абс} = 0,453 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$** босимдаг буғнинг энталпияси.

Бешинчи зона буғлатишдаги умумий иссиқлик сарфи, **кЖ/соат:**

$$7250500 + 1676500 = 8927000$$

Бешинчи зонадаги буғ сарфининг миқдори, **кЖ/соат:**

$$8927000 - 6495000/2037 = 1193$$

Буғлатиш аппаратининг иккинчи поғонасидаги буғ сарфини миқдори, **кЖ/соат:**

$$817 + 1622 + 1488 + 1630 + 1193 = 6750$$

Атроф муҳитга тарқалаётган иссиқлик миқдорини **210000 кЖ/соат** деб қабул қиламиз. Бу эса буғ сарфи миқдорини аниқлашимизга ёрдам беради, **кЖ/соат:**

$$210000/2037=103$$

Буғлатиш аппаратининг иккинчи поғонасидаги буғ сарфининг тақрибий миқдори, **кЖ/соат:**

6750 + 103 = 6853 ёки **6853 / 24 = 286 кг 1000 кг** аммонийли селитра учун.

Конденсат кенгайтиргич ҳисоби.

Буғлатиш аппаратининг иккинчи босқичидан чиқаётган конденсат буғ, конденсат кенгайтиргичга узатилади. Бу ерда буғнинг босими **$1,2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ($9 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ дан)** гача етказилади. Буғ кенгайтиргичда ҳосил бўлган буғ **НИФ** аппаратидан чиқаётган шарбат буғи билан аралашиб, биринчи босқич буғлатиш аппаратида узатилади. Босимнинг тушириш (**$9 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ дан $1,2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ гача**) жараёнида ҳосил бўлган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат:**

$$6853 \cdot 4,19 \cdot (174,5 - 104,3) = 2014000$$

бу ерда **173,5** ва **104,3 – $9 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ва $1,2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$** босимдаги ҳарорат, **°С.** **$P_{абс} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$** босимда ҳосил бўлган буғнинг миқдори, **кг/соат:**

$$2014000/2248 = 895$$

бу ерда, $2248 - P_{abc} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ босимдаги буғнинг ҳосил бўлиш иссиқлиги, **кЖ/кг**.
Кенгайтиргичдан чиқаётган конденсатланган буғнинг миқдори, **кЖ/соат**:

$$6853 - 895 = 5958$$

Назорат топшириқлари.

Мисол. I.5. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг буғлатиш бўлимини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.

24 - жадвал

Син журнали бўйича тартиб раками	Қурилмага келаётган эритма миқдори	Эритманинг бошланғич концентрацияси	Эритманинг охириги концентрацияси	Эритманинг ҳарорати	Қурилманинг абсолют босими
№	кг/соат	NH_4NO_3 , C, %	NH_4NO_3 , C, %	$\text{NH}_4\text{NO}_3, t_6, ^\circ\text{C}$	н/м^2
1	38700	63	84	90	$0,213 \cdot 10^5$
2	25700	67	99	100	$0,213 \cdot 10^5$
3	26000	66	87	99	$0,213 \cdot 10^5$
4	35500	64,5	82	102	$0,213 \cdot 10^5$
5	34400	68	81	106	$0,213 \cdot 10^5$
6	33900	63	84	110	$0,213 \cdot 10^5$
7	32100	61	89	115	$0,213 \cdot 10^5$
8	32900	63	90	107	$0,213 \cdot 10^5$
9	38410	65	90,5	99	$0,213 \cdot 10^5$
10	27700	68	90,2	100	$0,213 \cdot 10^5$
11	33910	65	89	103	$0,213 \cdot 10^5$
12	33600	64	83	110	$0,213 \cdot 10^5$
13	30100	64	95	105	$0,213 \cdot 10^5$
14	23800	65,5	94	98	$0,213 \cdot 10^5$
15	37600	64	93	104	$0,213 \cdot 10^5$
16	33110	63	91	107	$0,213 \cdot 10^5$
17	33700	61	90,4	119	$0,213 \cdot 10^5$
18	40300	68	90,8	117	$0,213 \cdot 10^5$
19	27000	62	95	99	$0,213 \cdot 10^5$
20	39500	63	97	100	$0,213 \cdot 10^5$
21	30700	67	88	109	$0,213 \cdot 10^5$
22	38090	65	84	105	$0,213 \cdot 10^5$
23	48700	62	85	120	$0,213 \cdot 10^5$
24	30900	64	95	120	$0,213 \cdot 10^5$
25	29800	65	87	98	$0,213 \cdot 10^5$
26	38800	65,5	86	99	$0,213 \cdot 10^5$
27	37800	66	98	100	$0,213 \cdot 10^5$
28	33800	64	81	112	$0,213 \cdot 10^5$
29	29600	63	86	97	$0,213 \cdot 10^5$

30	36800	62	98,5	101	$0,213 \cdot 10^5$
----	-------	----	------	-----	--------------------

Эслатма: Буғланишни иккинчи босқичида ҳароратнинг пасайишини унитманг!

Кристаллизация бўлимининг моддий баланси.

Мисол. I.6. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг кристаллизация бўлимини моддий балансини тузинг.

Дастлабки маълумотлар:

Аммонийли селитра суюқланмасини кристаллизация ва донадорлаш минорасига келаётган миқдори, (кг/с). **24366**

Курилмага келаётган суюқланма концентрацияси, (%). **98,5**

Донадорлаш минорасидан чиқаётган аммонийли селитра таркибидаги намлик, (%). **1,0**

Минорадан чиқаётган эритма миқдори, кг/соат:

$$24000 \cdot 100/99 = 24244$$

Минорада буғлатилган сув миқдори, кг/соат:

$$24366 - 24244 = 122$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Кристаллизация бўлимининг моддий баланси.

25 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	кг/соат	Кўрсаткичлар	кг/соат
Суюқланма:		Крисралл ҳолидаги маҳсулот:	
Аммонийли селитра	24000	Аммонийли селитра	24000
Сув	366	сув	244
		Жами	24244
		Сув буғлари	122
Жами:	24366	Жами:	24366

Донадорлаш минорасидаги кристаллизация жараёнинг иссиқлик баланси.

Дастлабки маълумотлар:

Минорага келаётган ҳавонинг максимал ҳарорати, ($^{\circ}\text{C}$). **30**

Курилмага келаётган суюқланма ҳарорати, ($^{\circ}\text{C}$). **150**

Минорадан чиқаётган данадорлашган селитранинг ҳарорати, ($^{\circ}\text{C}$). **80**

Донадорлаш минорасининг юқламаси, (NH_4NO_3 , кг/соат). **24000**

Минорага келаётган ҳавонинг миқдори, ($\text{м}^3/\text{соат}$). **200000**

Аммоний селитра атмосфера босимида **минус 50°C** дан суюқланиш ҳарорати **$169,6^{\circ}\text{C}$** гача ораликда бешта кристалл модификацияга эга. Аммоний селитра бир кристалл ҳолатидан иккинчи кристалл ҳолатига ўтишда иссиқлик ажралиши ёки иссиқлик ютилиши мумкин.

Қуйида аммонийли селитра кристалларининг иссиқлик таосирида ўзгариши берилган.

26 - жадвал

Кристалл модификацияга айланиши	Ҳарорати, °С	Ҳосил бўлиш иссиқлиги, кЖ/кг
Эритилган туз—I	169.6	70.25
I – II	125.2	51.28
II - III	84.2	17.47
III – IV	32.3	20.91
IV – V	-16.9	6.70

Иссиқликнинг келиши.

Кристаллизайия жараёнида эритилган тузнинг **III** модификацион ҳолати **32,3 – 84,2 °С** ни ташкил этади.

$$70,25 + 51,28 + 17,47 = 139 \text{ кЖ/соат.}$$

Аммонийли селитра нағрузкаси **24000 кг/соат** ни ташкил этса, **1 соатда** ажралиб чиққан иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$24000 \cdot 139 = 3340000$$

Суюқланма билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$24366 \cdot 1,76 \cdot 150 = 6440000$$

бу ерда **1,76 – 98,5%** ли аммонийли селитрасининг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг град; 150 –** суюқланма ҳарорати, **°С**.

Ҳаво билан келаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$200000 \cdot 1,29 \cdot 1,006 \cdot 30 = 7750000$$

бу ерда **1,29 –** ҳавонинг зичлиги; **1,006 –** ҳавонинг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг град; 30 –** ҳавонинг ҳарорати, **°С**.

Донадорлаш минорасига келаётган умумий иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$3340000 + 6440000 + 7750000 = 17530000$$

Иссиқлик сарфи.

Донадорлашган селитра билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$24244 \cdot 1,761 \cdot 80 = 3420000$$

бу ерда **1,761 – 99%** ли аммонийли селитрасининг иссиқлик сиғими, **кЖ/кг · град; 80 –** донадорлашган селитранинг ҳарорати, **°С**.

Ҳаво билан чиқиб кетаётган иссиқлик миқдори, **кЖ/соат**:

$$17530000 - 3420000 = 14110000$$

Минорадан чиқиб кетаётган ҳавонинг ҳарорати, **°С**.

$$14110000/200000 \cdot 1,29 \cdot 1,007 = 54,5$$

Шундай қилиб донадорлаш минорасидаги ҳавонинг исситилиши **= 24,5°С**.

54,5 – 30

$$3340000 + 6440000 + 7750000 = 17530000$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Кристаллизация бўлимининг иссиқлик баланси.

27 - жадвал

Кириш		Сарф	
Кўрсаткичлар	кЖ/соат	Кўрсаткичлар	кЖ/соат
Ҳаво билан	7750000	Ҳаво билан	14110000
Суюқланма билан	6440000	Доналар билан	3420000
Кристалланиш иссиқлиги	3340000		
		Жами:	17530000
Жами:	17530000		

Олинган натижалардан кўриниб турибдики, иссиқликнинг 80% минорадан ҳаво билан атмосферага чиқиб кетади.

Назорат топшириқлари.

Мисол. I.7. Аммонийли селитра ишлаб чиқаришнинг донадорлаш бўлимини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.

28 - жадвал

Синф журна- ли бўйича тартиб рақами	Қурилмага келаётган суюқланма миқдори	Суюқланманинг концентрацияси	Қурилмадан чиқаётган селитра таркибидаги намлик
№	кг/соат	NH ₄ NO ₃ , C, %	(%)
1	38700	98,4	0,99
2	25700	97,8	0,98
3	26000	99,6	0,97
4	35500	97,5	0,96
5	34400	97,9	0,95
6	33900	97,3	1,0
7	32100	99,3	1,9
8	32900	98,8	1,8
9	38410	98,6	1,7
10	27700	99,1	1,6
11	33910	97,6	1,5
12	33600	98,0	1,4
13	30100	99,0	1,3
14	23800	98,1	1,2
15	37600	97,7	1,1
16	33110	97,0	0,91
17	33700	98,2	0,92
18	40300	99,4	0,93
19	27000	98,2	0,94
20	39500	99,3	0,95
21	30700	98,3	1,1
22	38090	99,4	1,2
23	48700	97,6	1,3

24	30900	97,8	1,4
25	29800	98,1	1,5
26	38800	98,6	1,6
27	37800	97,7	1,6
28	33800	98,5	1,7
29	29600	99,0	1,8
30	36800	98,4	1,9

Эслатма: Донадорлаш минорасининг иссиқлик балансини тузиш вақтида минорага келаётган ҳавонинг миқдорини **200500** дан **500000 м³/соат** оралиғида олишни унитманг!

1.2. КАРБАМИД ИШЛАБ ЧИҚАРИШ.

Карбамид ишлаб–чиқариш усули ва технологияси **1868** йилда А.И. Базаров томонидан ишлаб чиқилган. Бу усул газ ҳолдаги аммиак ва карбонат ангидриднинг қайтар реакциясидан иборат. Жараён икки босқичда боради.

Биринчи босқичда аммоний карбамат ҳосил бўлади:



Иккинчи босқичда карбамид ҳосил бўлади:



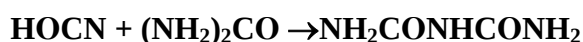
Карбамид $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ азотли ўғитлар ичида энг кўп миқдорда азот элементини тутади. Таркибида **46-46,5%** азот бор. Карбамиднинг техник номи мочеви́на бўлиб, у тоза ҳолда рангсиз, ҳидсиз ок кристалл бўлади. Унинг **25 °С** даги зичлиги **1330 кг/м³**, **132,7°С** да эрийди.

Техник маҳсулот оқ ёки сарғиш кристалл, шакли игнасимон ромбик призма ҳолида бўлади. Атмосфера босимида суюқланиш ҳароратигача қиздирилса, карбамид парчаланади, бунда аммиак ажралади.

Бу жараёнда аввал аммоний ционит, сўнгра аммиак ва ционат кислота ҳосил бўлади:



Цианит кислота карбамид билан бирикиб биурет ҳосил қилади:



Карбамид сувда, спиртда ва суюқ аммиакда яхши эрийди. Тўйинган сувли эритма таркибида 20°C да **51,8 %** , 60°C да **71,9 %** , 120°C да **95 %** карбамид бўлади. Карбамид аммиак билан бирикиб аммиакат ҳосил қилади. Унда 46°C да **77,9 %** карбамид бўлади. Ҳарорат ортиши билан карбамиднинг суюқ аммиакда эриши кўпаяди. Кислоталар билан карбамид кучсиз ишқорлар ҳосил қилади:

Нитрат $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{HNO}_3$ - сувда кам эрийди, қиздирилса портлаш билан парчаланади; фосфат $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$ сувда яхши эрийди, тўла парчаланади.

Карбамид тузлар билан комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Бунда ҳар икки компонент ўғит ҳисобланади. Масалан: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4(\text{NH}_2)_2\text{CO}$; $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 4(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ва энг асосий карбофосфат $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$ лар.

Карбамиднинг сувли эритмалари 80°C гача ўз ҳолатини сақлайди. Ундан ортиқ ҳароратда карбамид аммоний изоцианатга, сўнгра аммоний карбонатга ўтади.



Аммоний карбонат ўз навбатида аммоний гидрокарбонат ва аммиакка парчаланади:



Аммоний гидрокарбонатдан аммиак ва карбонат ангидрид ажратилади



Аммоний карбамат эритмаси аммоний карбонатга ўтиши мумкин:



Тоза аммоний карбаматнинг суюқланиш ҳарорати **152 - 155 $^{\circ}\text{C}$** . Углеаммоний тузлар, карбамид ва сув иштирокида бу ҳарорат пасаяди.

Олиниши ва ишлатилиши. Карбамидни чиқиш даражаси реагентлар билан тўлдириш зичлигига, босимига, ҳароратига, аммиак ва сувни реагент таркибидаги миқдорига ҳамда бошқа шароитларга боғлиқ. Тўлдириш зичлиги деб, бошланғич моддалар миқдорини реактор ҳажмига бўлган нисбатига айтилади.

Карбамид синтези асосан суюқ фазада боради. Бошланғич моддалар миқдори бир ҳажмда қанча кўп бўлса, босим шунча юқори бўлади. Жараён **180 - 200 $^{\circ}\text{C}$** ва **18 - 20 МПа** босимда олиб борилади. Ундан юқори ҳароратда аппарат материалларини коррозияга олиб келади.

Реагентлар таосирида углерод (IV) - оксиди ортиқча миқдори карбаматни карбамидга айлантиришга таосир кўрсатмайди. Чунки, жараён асосан газ фазада бўлади. Ортиқча аммиак мувозанатни карбамид ҳосил бўлиши томонига силжитади. Аппаратларнинг коррозияланишларини камайтиради, сувни ўзига бириктириб олади:



Карбамидни аммонийли селитрадан бир қанча афзалликлари бор. У портлашга ҳавфсиз, тупроққа тушганда секин эрийди, гигроскоплиги камроқ, ёпишқоқлиги унча юқори эмас. Шунинг учун у карбамидни донатор ҳолда идишсиз ташиш мумкин. Карбамидни гигроскоплигини ошириш учун донаторлашдан олдин суюқланмаган карбамидоформалрдегид смола (**КФС**) қўшилади. Карбамиднинг гигроскопик нуктаси 20°C да **80%** га тенг.

Карбамиднинг биринчи мартда 1828 йилда Вёлер аммоний цианатдан синтез қилган. Шундан буён карбамид органик синтезнинг муҳим моддаларидан бир бўлиб хизмат қилади. У асосида бир неча моддалар синтез қилинган. Бир қанча моддаларни олиш учун хом - ашё сифатида ишлатилади. Фармацевтика саноатида дори препаратлари олишда қўлланилади фторокарбамид ишлаб-чиқариш NH_3 ва CO_2 ни **150 - 220 $^{\circ}\text{C}$** ҳароратда ва **7 - 100 МПа**

босимдаги ўзаро таосирлашишини ўз ичига олади. Карбамид синтези қуйидаги қайтар реакциядан иборат: Дастлаб карбонат аммоний олинади:



Сўнгра аммоний карбонат - карбамид ва сувга парчаланadi. Жараён икки фаза иштирокида боради: газ ва суюқ фазалар.

Аммоний карбонат **150 - 220 °C** да аммиак ва углерод (IV) - оксидига парчаланadi.

Бу жараён содир бўлмасилиги учун карбамид синтези юқори босимда олиб борилади.

Аммоний карбонатнинг ҳосил бўлиш тезлиги босимни квадратига пропорционал равишда ортади. Атмосфера босими ва паст ҳароратда аммоний карбонат ҳосил бўлиши жуда секинлик билан боради. **10 МПа** ва **150°C** да жуда тез ҳосил бўлади. Босимни ортиши билан системада аммоний карбонатнинг конверсия даражаси ортади.

Карбамидни карбонат аммоний суюқланмасидан ҳосил бўлиши аммоний карбонатни суюқланиш ҳароратидан паст ҳароратда (**152 °C**) содир бўлади.

Қўшимча газлар **H₂, CO, N₂, O₂** ва бошқа газлар аммиакни парциал босимини ва суюқ фазада эришини камайтиради. Уларни таркибини (**газ аралашмасида**) **CO₂** нинг концентрациясини **98 - 99%** дан **85 - 86%** гача камайтири, конверсия даражасини **65%** дан **45 %** гача туширади.

Ортиқча аммиак карбамиднинг чиқишига кўп таосир кўрсатади. Ортиқча аммиак реакциядаги сув билан бирикиб, жараёнга ижобий таосир кўрсатади. У аппаратларни коррозиясини секинлаштиради.

Ортиқча аммиак циклга қайтадан берилади ёки бошқа мақсадлар учун, масалан, аммонийли селитра ишлаб-чиқаришга берилади.

Аммиакни рециркуляцияси ишлаб-чиқаришни кенгайтириш, капитал харажатларни ортиши, эксплуатацион сарфларни ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади.

Ортиқча аммиакни аммонийли селитра ишлаб-чиқаришга юбориш билан катта фойда олинади. **1 тонна** карбамид олинганда **5 - 8 тонна** селитра олинади. Карбамид ишлаб-чиқариш селитра ишлаб-чиқариш учун қўшимча ҳисобланади.

Карбамид ишлаб чиқариш технологияси (расм. 6.). Газ ҳолида углерод (IV)-оксиди тахминан қуритилган ва ҳар хил механик зарралардан, водород сульфид ва олтингургут тутган бирикмалардан дағал ва майин филтрларда тозаланиб, тўрт босқичли компрессор (1) да **20 МПа** босимгача сиқилади ва **95 - 100°C** ҳароратда аралаштиргич (6) га берилади. Аралаштиргич (6) га **20 МПа** босимда плунжерли насос (3) орқали сўриб олинган **90°C** ҳароратдаги суюқ аммиак ҳам берилади. Плунжерли насос (7) орқали эса **95°C** ҳароратли углеаммонийли тузлар берилади, у циклга **NH₃** ва **CO₂** ҳолатида қайтарилади. Натижада компонентларни ара-лаштиргичда **175°C** ҳароратда аралаштирганда аммоний карбонат ҳосил бўла бошлайди. Сўнгра реакция аралашмаси (**NH₃ : CO₂ : H₂O = (4.3) : 1 : (0,5 - 0,8)**) синтез коллонаси (5) га берилади, бу ерда **185 °C** ва **20 МПа** босим остида аммоний карбонатга айланиши тугалланади ва карбамидга парчаланadi.

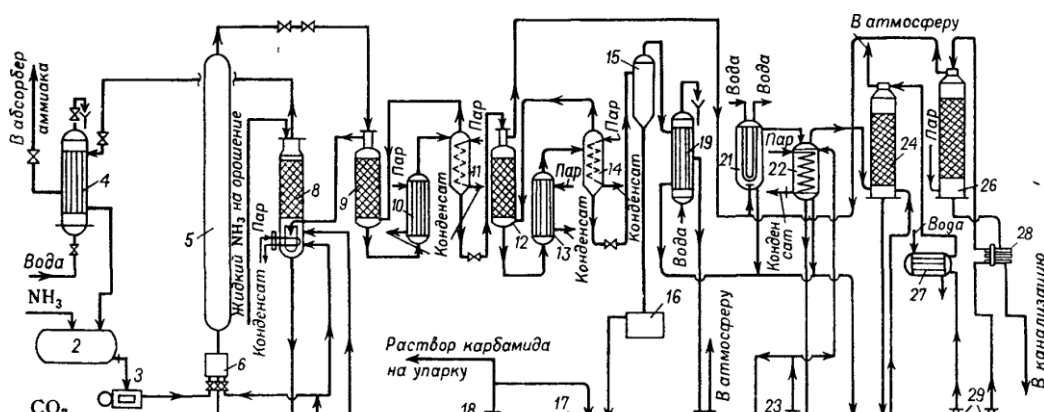
Синтез коллонасида ҳосил бўлган эритма, таркиби **30 - 31%** карбамид, **21 - 22%** аммоний карбонат, **33 - 34%** ортиқча аммиак ва **16 - 17%** сув, икки босқичли дистилляцияторга берилади. Дистилляция қурилмасининг ҳар бир босқичи учта аппаратдан: ректификацион коллона, иситкич ва Сеператордан иборат. Синтез коллони (5) дан чиқаётган карбамид эритмаси **20 МПа** дан **1,8 - 2,0 МПа** гача дроселланади ва биринчи босқич дистилляция қурилмасидаги ректификацион коллонаси (9) нинг юқори қисмига берилади. Бу ерда ортиқча аммиакни **120 - 125°C** ҳароратда газ фазага ўтказилади. Сўнгра эритма аммоний карбонатга парчаланиши учун иссиқлик алмашилиш аппарати (10) да **158 - 162°C** ҳароратгача иситилади ва ҳосил бўлган буг суюқ ҳолидаги аралашма сеператор (11) да ажратилади. Газ фаза ректификацион коллонаси (9) нинг пастки қисмидаги барботаж қатламига келади, суюқ фаза эса **0,25 - 0,4 МПа** гача дроселланади ва иккинчи босқич дистилляцияга берилади.

Ректификацион калонна (9) дан газ фаза аралашмалари (унинг таркиби 75–76% аммиак, 21 - 22% углерод (IV) - оксиди ва 3% гача сув) ювувчи калонна (8) ни пастки қисмига берилади, у ерда буғли иситкичда аралашма ҳарорати 92 - 96⁰С гача ушлаб турилади. Шу ерга иккинчи босқич диситляциядан углеаммонийли тузлар эритмаси ҳам берилади. Бу ерда углерод (IV) - оксидини асосий қисми ютилади ва сув буғи таркиби 38 - 45% аммиак, 30 - 37% углерод (IV) - оксиди, 22 - 27% сув бўлган эритма кўринишигача конденсатланади. Бу эритма плунжерли насос (7) да 20 МПа босимгача сиқилади ва аралаштиргич (6) га қайтарилади. Газ ҳолидаги аммиак 45 - 50⁰С ҳароратда ювувчи калоннаси (8) нинг юқори насадкали қисмида тўлиқ углерод (IV) - оксидидан ажратилади, концентрланган аммиакли сув (93 - 96% аммиак) билан бойитилади ва конденсатор (4) га берилади; у ерда аммиак сиқилади ва танк (2) орқали циклга қайтарилади. Конденсатланмаган газлар (асосан водород, азот, кислород) абсорбция жараёнида ютилмай қолган аммиакдан ювилади ва атмосфера босимигача дроселланади ва атмосферага чиқариб юборилади.

Иккинчи босқич дистилляцияга келаётган эритма таркибида 55 - 61% карбамид, 4 - 5% аммоний карбонат, 6 - 7% аммиак ва 28 - 35% сувдан иборат. Иккинчи босқич дистилляция ҳам биринчи босқич дистилляция каби боради. Аввал эритма ректификацион калонна (12) га берилади. Ректификацион калоннасида буғланган аммиак, аммоний карбонат ҳисобига 110⁰С ҳароратгача совутилади. Сўнгра иситгич (13) орқали 140 - 142⁰С ҳароратгача иситилади ва сеператор (14) га берилади, у ерда газ ва суюқ фазаларга ажратилади. Иккинчи босқич дистилляцияда аммоний карбонатнинг парчаланиши ҳисобига, аммиак ва углерод (IV) - оксидини берилиши тўхтатилади.

Таркибида 70 - 72% карбамид бўлган эритма сеператорда (14) да дроселланади ва вакуум - иситкич (15) га берилади. Бу ерда қолган 40 кПа босим остида концентрацияси 74 - 76% гача оширилади ва 90⁰С ҳароратгача совутилади. Сўнгра эритма йиғич (16) дан ёғ ажраткич (17) га берилади ва тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришга жўнатилади.

Ректификацион калонна (12) дан газ фазаси (таркиби 55 - 56 % NH₃, 24 - 25% CO₂ ва 20 - 21 % H₂O) конденсатор (21) га берилади. Бу ерда ҳосил бўлган 40⁰С ҳароратдаги углеаммонийли тузлар (33 - 50% NH₃, 10 - 16% CO₂, 35 - 55% H₂O) резервуар (22) дан насос (23) орқали ювувчи калонна (8) га берилади. Конденсатор (21) дан чиқаётган газ фаза (NH₃, CO₂ ва бошқа газлар) абсорбер (24) га берилади. Бу ерда (NH₃ ва CO₂) газлар углеаммоний тузлар эритмасига юттирилади ва совуткич (27) дан ўтади. Абсорбердан чиқаётган инерт газлар атмосферага чиқариб юборилади. Абсорбер (24) да ҳосил бўлган углеаммоний тузлари иситкич (28) да 90 - 95⁰С ҳароратгача иситилади ва десорбер (26) га берилади. Бу ерда 0,3 - 0,4 МПа босимда ва 135 - 145⁰С ҳароратда ўткир буғ ёрдамида NH₃, CO₂ ва H₂O га тўлиқ парчаланadi. Газ ҳолидаги NH₃ ва CO₂ сув буғи билан бирга иккинчи босқич конденсатор (2) га берилади. Қолган сув канализациядан чиқариб юборилади. Ҳосил бўлган суюқланма насос орқали донаторлаш минораси юқори қисмида жойлашган йиғичга берилади, насосга беришдан олдин КФС қўшилади. Йиғичдан филтрга тушади ва тоза ҳолидаги эритма донаторлаш минорасига берилади. Сўнгра акустик тебранувчан гранулятор ёрдамида сочиб берилади. Пастдан ҳаво юборилади. Ҳаво ёрдамида карбамид донатор ҳолатига ўтади. Ҳосил бўлган доналар совутиш учун миноранинг пастидида жойлашган мавҳум қайнаш қатламли қурилмасига берилади ва 40 - 50⁰С ҳароратгача совутилган доналар омборга ва ундан исотемолчиларга юборилади.



Расм.6. Суюқлик рецикли билан карбамид ишлаб чиқаришнинг технологик тасвири.

1-тўрт босқичли компрессор СО газ учун; 2-аммиак йиғгич; 3-плунжерли насос аммиак учун; 4- I босқич конденсатори; 5-синтез калонна; 6-аралаштиргич; 7-плунжерли насос; 8-ювувчи калонна; 9- I босқич ректификацион калонна; 10- I босқич иситкич; 11- I босқич Сеператор; 12- II босқич ректификацион калонна; 13- II босқич иситкич; 14- II босқич Сеператор; 15- вакуумли-буғлаткич; 16- карбамид эритмаси йиғгичи; 17- ёғ ажраткич; 18- II босқич конденсатори; 22- резервуар; 23- марказдан қочма насос; 24- абсорбер; 25- углеаммонийли туз эритмасини йиғгичи; 26- десорбер; 27- холодильник; 28-иссиклик алмашиinish аппарати; 29-марказдан қочма насос.

Карбамид ишлаб чиқаришни саноат қурилмалари. Аммиак ва **углерод (IV) - оксидини** синтез қилиш - синтез калоннасида амалга оширилади. Синтез калонна сфериксимон тубли цилиндр бўлиб, суюқланма тегиб турган қисми ичкаридан хром никел, молибден каби лигерланган элементлардан **X 17H 16 M 3T** маркали пўлат билан химояланган. Қурилманинг корпуси углеродли пўлатдан тайёрланиб, **25 - 30 МПа** босимгача чидай олади. Синтез калоннада **185⁰С** ҳароратда ва **20 МПа** босимда карбамид ҳосил бўлиши тугалланади. Карбоматдан карбамидга айланиши бошланади. Қурилмани унумдорлиги **1250 т/кун (450000 т/й)** бўлганда калонна **d = 2/2,5 м**, баландлиги **H = 30 - 35 м**, ҳажми эса **V = 160 м³** га тенг бўлади. Синтез калоннада ҳосил бўлган эритманинг таркиби **30 - 31% карбамид, 20 - 21% аммоний карбомат, 33 - 34% ортиқча NH₃, 16 - 17% сувдан иборат бўлган калоннага келаётган аралашманинг компонентлар нисбати: NH₃ : CO₂ : H₂O = (3,8/4,5) : 1 : (10,5/0,8)**

Аралашма калоннанинг пастки қисмидан кириб юқорига чиқади, калоннадан чиқаётган эритма дросселланади ва дистилляцияга берилади.

Дистилляция жараёни икки босқичдан иборат бўлиб, бунда аммоний карбомат парчаланиб карбамид миқдори оширилади (**70% гача**).

Дистилляция жараёнини ҳар бир босқичи учта қурилмадан иборат:

- Ректификацион калонна
- Иситкич
- Сеператор

Биринчи босқич дистилляцияда **51 - 61% карбамид 4 - 5% аммоний карбомат, 6 - 7% NH₃** ва **28 - 35% сув** бўлган эритма чиқиб, иккинчи босқич дистилляцияга келади. Сўнгра иккинчи босқичдан сеператордан **70 - 72% ли карбамид эритмаси** чиқади. Карбамиднинг буғланиш жараёни иккинчи босқичли буғлатиш қурилмасида амалга оширилади.

Биринчи босқичда **70 - 72% ли карбамид 45С⁰** ҳароратда насос ёрдамида биринчи босқич буғлатиш қурилмасини пастки қисмидан берилади.

Иситиш буғланиш ёрдамида амалга оширади. Биринчи босқичдан карбамид эритмаси **95% концентрацияли ва 125 - 135⁰С** ҳароратда чиқиб ўз оқими билан иккинчи босқичга келади.

Иккинчи босқичда иситувчи буғ ёрдамида уни концентрацияси оширилади (**98,8% гача**) ва **135 - 145⁰С** ҳароратда иккинчи босқич буғлатиш қурилмасидан чиқиб, насос ёрдамида донадорлаш минорасининг юқори қисмида жойлашган напор бакига узатилади.

Буғлатиш қурилмаси иситгич ва сеператордан иборат бўлиб, карбамид эритмаси иситгичдаги трубалар ичига берилади. Иситувчи буғ эса трубалар орасига берилади. Сеператорларнинг вазифаси эритма таркибидан чиқаётган иккиламчи буғни ва унинг таркибидаги ўзи билан бирга олиб чиқиб кетаётган томчи ҳолидаги эритмаларни бир биридан ажратади. Иккиламчи буғ сеператорнинг юқори қисмидан чиқарилади. Эритма эса сеператорнинг ён томонидан чиқарилади.

Карбамид суюқланмасини донаторлаш, донаторлаш минорасида амалга оширилади. Донаторлаш минорасининг баландлиги **112 м**, донаторларни тушиш баландлиги **93 м**. Эритмаларни сочиб бериш учун **8** та акустик донаторлаш қурилмаси жойлаштирилган бўлиб, **4** таси захира ҳисобида туради, минора пастки қисмида мавҳум қайнаш қурилмаси жойлашган бўлиб, бунда карбамид доналари ҳаво ёрдамида совитилади. Минорани юқори қисмида вентилятор жойлашган бўлиб, уларнинг вазифаси ҳавони сўриб олиш ва ҳаво билан бирга чиқаётган карбамид чанглари скуперларда тутиб қолади. Чанглари ютиб қолиш учун ванналардан ўтказилади ёки сув берилади. Ҳосил бўлган эритма жараёнга қайтарилади.

Скуперда суюқланма учун ванна, насос, карбамид тозалаш учун филтр ва **40** дон пурковчи қурилмалар жойлашган.

Ваннада йиғилган карбамид эритмаси **20 - 40%** гача етганда карбамид йиғиш қурилмасига узатилади.

Мисол. I.8. Карбамид ишлаб чиқаришнинг синтез колоннасини моддий балансини тузинг (эслатма: аммиак ва углерод (IV) - оксидининг рециркуляцияси аммоний тузларининг суви эритмаси ҳолатида содир этирилади).

Дастлабки маълумотлар.

100 % ли мочевина олиш учун қурилманинг унумдорлиги, (кг/соат). **12000**

Суюқ аммиакнинг таркиби, (%):

Аммиак. **99,8**

Сув. **0,2**

Экспанзер газининг таркиби, (%):

Углерод (IV)—оксиди. **97**

Бошқа газлар. **3**

Шулар билан бирга, (%):

(N₂+H₂) аралашмаси. **2**

Кислород. **1**

Жараёнга қайтаётган аммоний тузларининг суви аралашмасидаги

аммиак миқдори, (%). **40**

Синтез колоннасидаги босим, (н/м²). **200 · 10⁵**

Ҳарорат, (°C). **200**

Синтез колоннасида берилаётган компонентларнинг

молр нисбати (NH₃, CO₂, H₂O). **4,5 : 1,0 : ,5**

45 мин. давомида карбаматни карбамидга айланиши даражаси, (%). **65**

Мочевинанинг йўқотилиши, (%):

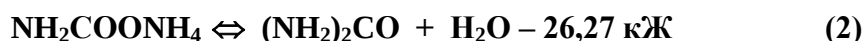
Дистилляция вақтида. **5**

Буғланиш вақтида. **1**

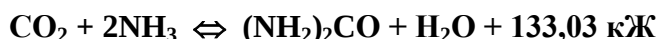
7% (5+1+1) йўқотилишни ҳисобга олган ҳолда **12000 кг/соат** тайёр маҳсулот олиш учун синтез колоннасида ҳосил бўлган мочевина, **кг/соат**:

$$12000 \cdot 1,07 = 12840$$

Мочевинанинг ҳосил бўлиши қуйидаги реакция бўйича боради:



Қуйидаги реакция бўйича **1000 кг** мочевинага сарфланаётган аммиак ва углерод (IV) - оксидининг стехиометрик сарфи, **кг**:



Аммиак учун стехиометрик сарфи, кг:

$$(2 \cdot 17 \cdot 1000)/60 = 566,7$$

Углерод (IV) - оксиди учун стехиометрик сарфи, кг:

$$(44 \cdot 1000)/60 = 733,3$$

бу ерда: **17, 60** ва **44** - аммиак, мочевино ва углерод (IV) - оксидларининг молекуляр массаси.

12840 кг/соат мочевино олиш учун цикилга берилётган регентларнинг миқдори, кг/соат:

Аммиакнинг миқдори, кг/соат:

$$12840 \cdot 0,5667 = 7276$$

Углерод (IV) - оксидининг миқдори, кг/соат:

$$12840 \cdot 0,7333 = 9416$$

Реагентларнинг амалий сарфини ҳисобга олган ҳолда, аммоний карбонатни мочевинога айланишида аммиак ва углерод (IV) - оксидининг молрлар нисбати қуйидагича, кг/соат:

$$m_{\text{NH}_3} = 12840 \cdot (17 \cdot 4,5 \cdot 100) / (60 \cdot 65) = 25186$$

$$m_{\text{NH}_3} = 12840 \cdot (44 \cdot 1 \cdot 100) / (60 \cdot 65) = 14486$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 12840 \cdot (18 \cdot 0,5 \cdot 100) / (60 \cdot 65) = 2963$$

бу ерда: **4,5 : 1** ва **0,5** - аммиак, углерод (IV) - оксидининг ва сувнинг молр миқдорлари; **65** – аммоний карбонатнинг мочевинога айланиш даражаси, (%).

Аммиак, углерод (IV) - оксиди ва сувнинг аммоний тузлари эритмаси билан циклга қайтариш миқдори.

Аммоний тузларидаги аммиак, углерод (IV)-оксидининг ва сувнинг фоизлардаги миқдорини **α, β** ва **γ** деб белгилаймиз. Бошланғич маолумотларга кўра **α=40%** ни ташкил қилади. Шунга асосан аммоний тузлари эритмасининг таркиби қуйидагича топилади:

$$m_{\text{CO}_2} = 12840 \cdot (44 \cdot (1 - \eta)) / 60 \cdot \eta + 12000 \cdot 44 \cdot \Pi / 60 \quad (1)$$

бу ерда, **η** - аммоний карбаматнинг мочевинога айланиш даражаси, **0,65**;

Π – дистилляция ва буғлатилиш жараёнида мочевинани йўқотилиши нисбатлардан ташқари **0,05 + 0,01 - 0,005 = 0,055**); (сувсиз)

$$m_{\text{NH}_3} = m_{\text{CO}_2} \cdot \alpha / \beta \quad (2)$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{CO}_2} \cdot \gamma / \beta \quad (3)$$

Номаолум сонларни ўрнига қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз, кг/соат:

$$m_{\text{CO}_2} = 12840 \cdot (44 \cdot (1 - 0,65)) / 60 \cdot 0,65 + 12000 \cdot 44 \cdot 0,55 / 60 = 5554$$

Аммоний тузлари эритмасидаги углерод (IV) - оксиди ва сув (аниқланган) фоиз миқдорини қуйидагича аниқлаймиз:

$$\beta + \gamma = 1 - \alpha = 1 - 0,4 = 0,6$$

$$\gamma = 0,6 - \beta$$

Аммоний тузлари эритмасидаги аммиак ва янги аммиак миқдорини қуйидаги тенгламадан аниқлаймиз:

$$A_1 = m_{\text{NH}_3} - m'_{\text{NH}_3}$$

Қайтган ва янги аммиак билан берилаётган сувнинг миқдори қуйидаги тенгламадан топилади:

$$B_1 = (m_{\text{NH}_3} - m'_{\text{NH}_3}) \cdot 0,002 / (1 - 0,002) = (m_{\text{NH}_3} - m_{\text{CO}_2} \cdot \alpha / \beta) \cdot 0,002 / (1 - 0,002)$$

$$B_1 = (25186 - 5554 \cdot 0,4/\beta) \cdot 0,002 / (1 - 0,002) = 50,5 - 4,45 \cdot 1/\beta$$

бу ерда, **0,002** - аммиакдаги сувнинг миқдори.

Бундан ташқари қайтган ва янги аммиак билан берилаётган сувнинг миқдори қуйидагича топилади:

$$B_1 = m_{\text{H}_2\text{O}} - m'_{\text{H}_2\text{O}}$$

Иккита тенгламаларнинг йиғиндиси B_1 га нисбатан қуйидагича:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{CO}_2} \cdot \gamma / \beta = 50,5 - 4,45 \cdot 1/\beta$$

Қуйидаги тенгламани ҳисоблаб, β ни аниқлаймиз:

$$2963 - 5556 \cdot (0,6 - \beta)/\beta = 50,5 - 4,45 \cdot 1/\beta, \quad \beta = 0,3930$$

Шунга кўра, γ қуйидагига тенг:

$$\gamma = 0,6 - 0,3930 = 0,2070$$

β ва γ сонларини билган ҳолда, (2) ва (3) тенгламадан аммоний тузлари эритмасидаги аммиак ва сувнинг миқдорини аниқлаймиз, **кг/соат**:

$$m_{\text{NH}_3} = 5554 \cdot 0,4/0,3930 = 5653$$

$$m'_{\text{H}_2\text{O}} = 5554 \cdot 0,2070/0,3930 = 2924$$

Аммоний тузлари эритмаси билан келаётган компонентлар миқдори, **кг/соат**:

$$5554 + 5653 + 2924 = 14131$$

Аммиакни ҳисобга олмаган ҳолда, аммоний тузлари эритмаси билан циклга қайтаётган тоза ва қайтар аммиак миқдори, **кг/соат**:

$$A_1 = 25186 - 5653 = 19533$$

Циклга кираётган тоза аммиак ва қайтар аммиак таркибидаги сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$B_1 = 50,5 - 4,45 \cdot 1/0,3930 = 39$$

Синтез колоннаси.

Синтез колоннасига кираётган компонентларнинг умумий миқдори, **кг/соат**:

$$m_{\text{NH}_3} = 25186, \quad m_{\text{CO}_2} = 14486, \quad m_{\text{H}_2\text{O}} = 2963$$

Тоза углерод (IV)-оксидининг миқдори, **кг/соат**:

$$m_{\text{CO}_2} - m'_{\text{CO}_2} = 14486 - 5554 = 8932$$

Углерод (IV)-оксиди билан кираётган бошқа газларнинг миқдори (3 ҳажм %), **нм³/соат**:

$$V_{\text{б.г}} = 8932 \cdot (22.4/44) \cdot (3/(100 \cdot 3)) = 140,6$$

$$m_{\text{б.г}} = 140,6 \cdot 0,73 = 103$$

бу ерда, **0,73** – бошқа газларнинг зичлиги, **кг/м³**.

(1) реакция тенгламасига мувофиқ, аммоний карбонатнинг ҳосил бўлиши, **кг/соат**:

$$(m_{\text{CO}_2} \cdot 78/44) = 14486 \cdot 78/44 = 25680$$

бу ерда, **78** ва **44** – аммоний карбонат ва углерод (IV)-оксидининг молекуляр массаси.

Ушбу миқдордаги аммоний карбонатнинг ҳосил бўлиши учун сарфланаётган аммиакнинг миқдори, **кг/соат**:

$$25680 \cdot 2 \cdot 17/78 = 11194$$

бу ерда, **17** – аммиакнинг молекуляр массаси.

Реакцияга киришмай қолган аммиакнинг миқдори, **кг/соат**:

$$25186 - 11194 = 13992$$

Аммоний карбонатдан мочевиначининг ҳосил бўлиши, **кг/соат**:

$$25680 \cdot (60/78) \cdot (65/100) = 12840$$

Реакцияга киришмай қолган аммоний карбонат миқдори, **кг/соат**:

$$25680 \cdot (100 - 65/100) = 8988$$

(2) реакция бўйича аммоний карбонатдан мочевиначининг ҳосил бўлишида ажралиб чиқаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$25680 \cdot (18/78) \cdot (65/100) = 3852$$

Синтез колоннасидаги ҳосил бўлган жами сувнинг миқдор, **кг/соат**:

$$3852 + 2963 = 6815$$

Ортиқча аммиак билан сувнинг таҳсиллаши натижасида ҳосил бўлган аммоний гидроксидининг миқдори, **кг/соат**:

$$6815 \cdot 35/18 = 13251$$

бу ерда, **35** ва **18** - аммоний гидроксиди ва сувнинг молекуляр массалари.

13251 кг/соат аммоний гидроксидни ҳосил бўлишида аммиакнинг сарфи:

$$13251 \cdot 6815 = 6436$$

Газ фазасида эркин аммиакнинг қолиши:

$$13992 - 6436 = 7556$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Мочевина синтезининг моддий баланси

29 - жадвал

Кириш		Чикиш		
Номланиши	кг/соат	Номланиши	кг/соат	%
Аммиак (тоза ва қайтган):		Мочевина	12840	30,06
NH ₃	19533	Аммоний карбонат		21,00
H ₂ O	39	Ортиқча эркин аммиак	8988	
		Сув+NH ₃ NH ₄ OH)		17,70
		Бошқа газлар	7556	31,00
			13251	
Умумий аммиак:	19572		103	0,24
Углерод (IV)-оксиди		Жами:	42738	100
CO ₂	8932			
Бошқа газлар	103			
Умумий CO ₂ :	9035			
Аммоний тузлари				
эритмаси:				
NH ₃	5653			
CO ₂	5554			
H ₂ O	2924			
Жами эритма:	14131			
Жами:	42738			

Синтез калоннасининг сонини аниқлаш.

Моддий балансга мувофиқ синтез калоннасига 42738 кг/соат турли ҳилдаги моддалар аралашмаси келади. Ҳосил бўлаётган мочевина суюқланмасининг ҳажми, **м³/соат**:

$$42738 / 900 = 47,5$$

бу ерда, **900** – суюқланманинг зичлиги, **кг/м³**.

Берилган унумдорликка эришиш учун суюқланмани синтез калоннасида 45 минут атрофида ушлаб турилади, у ҳолда синтез калоннасининг реакцион қисмининг ҳажми, **м³**:

$$V_{p.c.} = V_{суюқ} \cdot \tau = 47,5 \cdot 0,75 = 35,5$$

бу ерда, **0,75** – суюқланмани калоннада ушлаб туриш вақти, **соат**.

Саноат миқёсида ишлаб чиқариладиган мочевина синтез калонналари **1200 мм** диаметрда, узунлиги **14000 мм**, реакцион стакан қисми эса **11,8 м³** ҳажмга тенг. Берилган қувватни таоминлаш учун калонналар сони, **дона**:

$$35,5 / 23 = 1,54 \approx 2$$

Синтез калоннасининг заҳира қуввати, %:

$$(2 - 1,54) \cdot 100 / 1,54 = 30$$

Бу захира қувватидан кўриниб турибдики, ушбу шарт учун юқорироқ қувватли калонналарни танлаш мақсадга мувофиқ эмас.

Биринчи босқич дистилляциясининг моддий баланси.

Биринчи босқич дистилляцияда суюқланмадан ортиқча аммиак ҳайдалади ва мочевинаяга айланмаган аммоний карбонат эритмаси парчаланаяди. Мочевина ва парчаланмаган аммоний карбонат аммиак ва сув тутган суюқ фаза иккинчи босқич дистилляцияга, газ фазаси эса ювиш калоннасыга берилаяди.

Дастлабки маълумотлар:

Биринчи босқич дистилляция калоннасининг босими, н/м². **20·10⁵**

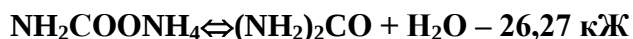
Ортиқча аммиакнинг ҳайдалиш миқдори, %. **90**

Аммоний карбонатнинг парчаланиш даражаси, %. **90**

Биринчи босқич дистилляцияга келаятган суюқланманинг таркиби (моддий балансга қаралсин).

Биринчи босқич дистилляция калоннасыдан чикаятган газ фазасидаги сув буғларининг миқдори, %. **3**

Аммоний карбонат қуйидаги реакция бўйича парчаланаяди:



$$8988 \cdot 0,9 = 8089 \text{ кг/соат}$$

Аммоний карбонат парчаланишида ажралааятган аммиакнинг миқдори, кг/соат:

$$8089 \cdot 2 \cdot 17/78 = 3526$$

Аммоний карбонат парчаланишида ажралааятган углерод (IV)-оксидининг миқдори, кг/соат:

$$8089 \cdot 44/78 = 4563$$

Суюқ фазада қолган аммоний карбонат миқдори, кг/соат:

$$8988 - 8089 = 899$$

Ҳайдалаятган ортиқча аммиак миқдори, кг/соат:

$$13992 \cdot 0,9 = 12593$$

Суюқ фаза таркибида қолган аммиакнинг миқдори, кг/соат:

$$13992 - 12593 = 1399$$

Ҳайдалаятган аммиакнинг умумий миқдори, кг/соат:

$$3526 + 12593 = 16119$$

Газ фазаси билан чиқиб кетаятган сув буғининг миқдори, кг/соат:

$$(103 + 4563 + 16119) \cdot 3/100 - 3 = 643$$

Суюқ фазада қолган сувнинг миқдори, кг/соат:

6815-643=6172

бу ерда, 6815-суюқланмадаги сувнинг миқдори, кг/соат.

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Биринчи босқич дистилляциясининг моддий баланси.

30 - жадвал

Келиш			Сарф		
Номланиши	кг/соат:	%	Номланиши	кг/соат:	%
Мочевина	12840	30,1	Газ фаза (ювиш калоннасига):	16119	75,3
Аммоний карбонат	8988	21,0	Аммиак		
Аммиак (ортикча):	7556	17,2	Углерод (IV)-оксиди	4563	21,2
Сув+аммиак	13251	31,0	Сув буғи	643	3,0
Бошқа газлар	103	0,24	Бошқа газлар	103	0,5
Жами:	42738	100	Жами:	21428	100
			Суюқ фаза (II-босқич дистилляцияга):	12840	60,2
			Мочевина	899	4,2
			Аммоний карбонат	1399	6,6
			Ортикча аммиак	6172	29,0
			Сув		
			Жами:	21310	100
			Умумий:	42738	

Иккинчи босқич дистилляция бўлимининг моддий баланси.

Иккинчи босқич дистилляцияда қолган аммоний карбонат тўлиқ парчаланadi. Парчаланиш натижасида ажралиб чиқаётган аммиак ва углерод (IV) - оксиди иккинчи босқич конденсаторига берилади.

Ҳосил бўлган мочеина эритмаси сеператорда дроселланади ва вакуум – буғлатгичга берилади.

Дастлабки маълумотлар:

Калоннадаги босим, н/м² $3 \cdot 10^5$

Мочевинани йўқотилиши, %. 5

Иккинчи босқич дистилляция калоннасида чиқаётган газ фазаси таркибидаги сув буғи, %. 30

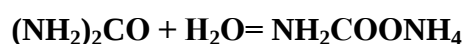
Иккинчи босқич дистилляция бўлимига келаётган суюқланманинг таркиби биринчи босқич дистилляция бўлимининг моддий балансида олинади.

Аммоний карбонатнинг парчаланиши, аммиакни ҳайдалиши ва суюқланма таркибидаги углерод (IV) – оксидлари ҳисоблаш ишлари учун тўлиқ олинади.

Дистилляция жараёнида ажратиб олинган (парчаланиб) мочеинани миқдори, тайёр маҳсулот массасининг 5% га тенг, кг/соат:

$$12000 \cdot 0,05 = 600$$

Қуйидаги реакция бўйича мочеинадан аммоний карбонатнинг ҳосил бўлиши, кг/соат:



$$600 \cdot 78/60 = 780$$

Мочевинадан аммоний карбонатнинг ҳосил бўлишида сарфланган сувнинг миқдори, **кг/соат:**

$$600 \cdot 18/60 = 180$$

Колоннада парчаланаётган аммоний карбонатнинг умумий миқдори, **кг/соат:**

$$899 + 780 = 1679$$

Қуйидаги реакция бўйича аммоний карбонатнинг аммиак ва углерод (IV) – оксидларига парчаланиш (ажралиш) миқдори, **кг/соат:**



Аммоний карбонатнинг парчаланиши натижасида ажралиб чиқаётган аммиакнинг миқдори, **кг/соат:**

$$1679 \cdot 2 \cdot 17/78 = 732$$

Аммоний карбонатнинг парчаланиши натижасида ажралиб чиқаётган углерод (IV) - оксидининг миқдори, **кг/соат:**

$$1679 \cdot 44/78 = 947$$

бу ерда, **17** ва **44** – аммиак ва углерод (IV) – оксидининг молекуляр массалари. Колоннадан ҳайдалаётган аммиакнинг умумий миқдори, **кг/соат:**

$$1399 + 732 = 2131$$

Колоннадан ҳайдалаётган аммиак ва углерод (IV) – оксидларининг умумий ҳажми, **м³/соат:**

$$v_{\text{NH}_3} = 2131 \cdot 22,4(273+110) \cdot 101325/17 \cdot 273 \cdot 3 \cdot 10^5 = 1313$$

$$v_{\text{CO}_2} = 947 \cdot 22,4(273+110) \cdot 101325/44 \cdot 273 \cdot 3 \cdot 10^5 = 225$$

бу ерда, **22,4** – **1 кмол** газнинг н.ш. даги ҳажми, **м³**; **(273+110)** – ҳайдалаётган газларнинг ўртача ҳарорати, **°К**; **3·10⁵** – калоннадаги босим, **н/м²**.

Дастлабки маълумотларга асосан, сув буғлари қуруқ газларни ҳажмига нисбатан **30%** ни ташкил қилишини ҳисобга олган ҳолда, қуйидагини ҳосил қиламиз, **м³/соат:**

$$v_{\text{H}_2\text{O}} = (1313 + 225) \cdot 0,3 = 461,4$$

Ёки нармал шароитда қуйидагича, **нм³/соат:**

$$461,4 \cdot 273 \cdot 3 \cdot 10^5 / (273 + 110) \cdot 101325 = 987$$

Бу эса қуйидагига тенг бўлади, **кг/соат:**

$$987 \cdot 18/22,4 = 793$$

Иккинчи босқич дистилляцион калоннасидан ҳайдалаётган аммиак ва углерод (IV) – оксидларининг умумий миқдори, **кг/соат:**

$$1399 + 732 + 947 = 3078$$

Мочевина эритмаси таркибидаги қолган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$6172 - (793 + 180) = 5199$$

Дистилляцион калоннасидан чиқаётган мочевиначининг миқдори, **кг/соат**:

$$12240 - 600 = 12240$$

Иккинчи босқич дистилляцион калоннасидан чиқаётган мочевиначининг миқдори, **кг/соат**:

$$12240 + 5199 = 17439$$

Мочевина эритмасининг концентрацияси, %:

$$12240 \cdot 100 / 17439 = 70,4$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Иккинчи босқич дистиллянинг моддий баланси.

31 - жадвал

Келиш			Сарф		
Номланиши	кг/соат:	%	Номланиши	кг/соат:	%
Суюкланма:			Эритма (тайёр		
Мочевина	12840	60,3	махсулот олиш учун):		
Аммоний					
карбонат	899	4,22			
Аммиак	6172	29,0	Мочевина	12240	70,4
Сув	1399	0,005	Сув	5199	29,6
Жами:	21310	100	Жами:	17439	100
			Чиқинди газлар (II-босқич конденсаторига):		
			аммиак	2131	55,1
			углерод (IV)-оксиди	947	24,4
			Сув буғи	793	20,5
			Жами:	3871	100
			Умумий:	21310	

Мочевина эритмасини буғлатиш жараёнининг моддий ҳисоби.

Мочевина эритмасини буғлатиш жараёни икки босқичда олиб борилади. Жараённинг биринчи босқичи вакуум – буғлатгичларда олиб борилса, иккинчи босқич эса плёнкали буғлатиш аппаратларида олиб борилади.

Вакууми – буғлатишнинг моддий баланси.

Дастлабки маълумотлар:

Вакуум – буғлатгичга келаётган эритманинг миқдори, **кг/соат**. 17439

Эритманинг концентрацияси, %. 70,4

Эритманинг ҳарорати, °C:

кираётган. 140

чиқаётган. 95

Босим, (сийракланиш 440 мм см. ус.) н/м². 0,127·10⁵

Вакуум – буғлатгичнинг моддий ва иссиқлик баланси – қуйидаги тенгламадан топилади:

$$(m_1 c_1 + m_2 c_2) \cdot t_1 = m_1 c_3 t_2 + (m_2 - x) \cdot c_2 t_2 + x r + Q_{\text{йўқ.}}$$

Бу ердан:

$x = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \cdot t_1 - m_1 c_3 t_2 + (m_2 - x) \cdot c_2 t_2 + x r + Q_{\text{йўқ.}} / (r - c_2 t_2)$, кг/соат:
бу ерда, m_1 – эритма таркибидаги мочевинанинг миқдори, (12240 кг/соат); m_2 – эритма таркибидаги сувнинг миқдори, (5199 кг / соат); x – буғланаётган сувнинг миқдори, кг/соат; c_1 - 140°C ҳароратдаги мочевинанинг иссиқлик сиғими, (2,014 кж / кг · град); c_2 – сувнинг иссиқлик сиғими: а) 140 °С ҳароратда 4,208 кж / кг · град; б) 95 °С ҳароратда 4,19 кж / кг · град; c_3 - 95 °С ҳароратда мочевинанинг иссиқлик сиғими, (1,845 кж / кг · град); t_1 – эритманинг бошланғич ҳарорати, (140°C); t_2 – эритманинг охириги ҳарорати, (95°C); r – $0,427 \cdot 10^5$ н/м² босимдаги сув буғининг иссиқлиги, (2320 кж/кг); $Q_{\text{йўқ.}}$ – атроф – мухитга йўқотиллаётган иссиқлик миқдори, (2000 кж/соат).

$$x = (12240 \cdot 2,014 + 5199 \cdot 4,208) \cdot 140 - 12240 \cdot 1,845 \cdot 95 - 5199 \cdot 4,19 \cdot 95 - 2000 / 2320 - 4,19 \cdot 95 = 1178$$

Мочевина таркибидаги қолган сувнинг миқдори, кг/соат:

$$5199 - 1178 = 4021$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамыз.

Вакуум – буғлатгичнинг моддий баланс жадвали.

32 - жадвал

Келиш			Сарф		
Номланиши	кг/соат	%	Номланиши	кг/соат	%
II- босқич дис-тиляциядан келаётган мочевина эритмаси:			Суюқ фаза (плёнкали буғлатиш қурилмага):		
Мочевина	12240	70,4	Мочевина	12240	75,3
Сув	5199	29,6	Сув	4021	24,7
Жами:	17439	100	Жами:	16261	100
			Сув буғлари (конденсаторга)	1178	
			Жами:	3871	100

	Умумий:	21310	
--	---------	-------	--

Плёнкали буғлатиш апаратынинг моддий баланси.

Дастлабки маолумотлар:

Буғлатиш апаратыга келаётган мочевина эритмасининг
 миқдори, **кг/соат**. **16261**
 Мочевина эритмасининг концентрацияси, %. **75,3**
 Суюқланманинг охириги концентрацияси, %. **98,0**
 Буғлатиш натижасида мочевинанинг парчаланиши, %. **1**

Парчаланиш натижасида ажратиб олинган мочевинанинг миқдори, **кг/соат**:

$$12000 \cdot 0,01 = 120$$

Ушбу парчаланиш қуйидаги реакция бўйича боради:



Парчаланиш натижасида ажралиб чиқаётган углерод (IV)–оксиднинг миқдори,
кг/соат:

$$120 \cdot 44/60 = 88$$

Парчаланиш натижасида ажралиб чиқаётган аммиакнинг миқдори, **кг/соат**:

$$120 \cdot 2 \cdot 17/60 = 68$$

Мочевинанинг парчаланиши учун сарфланаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$120 \cdot 18/60 = 36$$

Буғлатиш апаратыдан чиқаётган суюқланма таркибидаги мочевинанинг миқдори,
кг/соат:

$$12240 - 120 = 12120$$

Суюқланма таркибидаги сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$12120 \cdot 2/98 = 247$$

Буғлатиш апаратыда буғланган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$4021 - (247 + 36) = 3738$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Плёнкали буғлатиш апаратынинг моддий баланс жадвали.

33 - жадвал

Келиш			Сарф		
Номланиши	кг/соат	%	Номланиши	кг/соат	%
Эритма:			Суюқланма (донадарлаш		
Мочевина	12240	75,3	қурилмасига):		
Сув	4021	24,7	Мочевина	12120	98,0
			Сув	247	2,0
Жами:	16261	100	Жами:	112367	100
			Буг газ фаза		
			(конденсаторга):		
			сув буғи	3738	
			аммиак	68	
			углерод (IV)-оксид	88	

	Жами:	3894	
	Умумий:	16261	

Донадорлаш минорасининг моддий баланси.

Дастлабки маълумотлар:

Донадорлаш минорасига келаётган суюқланманинг миқдори, **кг/соат** **12367**
Келаётган суюқланманинг концентрацияси, % **98**
Донадорлаш минорасидан чиқаётган мочевиначининг намлиги, % **0,8**
Мочевинанинг йўқотилиши, % **1**

Эслатма: Суюқланма таркибини буғлатиш бўлимининг моддий баланс жадвалидан оламиз.

Донадорлаш минорасида йўқотилаётган мочевиначининг миқдори, **кг/соат:**

$$12000 \cdot 0,01 = 120$$

Донадорлаш минорасидан чиқаётган мочевиначининг миқдори, **кг/соат:**

$$12120 - 120/0,992 = 12097$$

Мочевина таркибидаги сувнинг миқдори, **кг/соат:**

$$12097 - 12000 = 97$$

Буғланаётган сувнинг миқдори, **кг/соат:**

$$247 - 97 = 150$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Донадорлаш бўлимининг моддий баланс жадвали.

34 - жадвал

Келиш			Сарф		
Номланиши	кг/соат	%	Номланиши	кг/соат	%
Суюқланма: Мочевина Сув	12120 247	98,0 2,0	Донадор маҳсулот: Мочевина Сув	12000 97	99,2 0,8
Жами:	12367	100	Жами:	12097	100
			Сув буғлари Мочевинанинг йўқотилиши	150 120	

	Жами:	3871	
	Умумий:	21310	

Биринчи ва иккинчи босқич дистилляция калоннасидаги ювгич ва конденсаторларнинг моддий баланси.

Дастлабки маълумотлар:

Ювгич калоннасидаги босим, н/м^2 $20 \cdot 10^5$
Биринчи босқич конденсатордаги босим, н/м^2 $20 \cdot 10^5$
Иккинчи босқич конденсаторидаги босим, н/м^2 $3 \cdot 10^5$
Биринчи босқич конденсаторига кираётган газнинг ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$ 50
Биринчи босқич конденсаторидан чиқаётган
суяқ аммиакнинг ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$ 40
Биринчи босқич конденсаторидан бошқа газлар билан чиқиб кетаётган
аммиакнинг миқдори, %..... 65

Биринчи босқич дистилляция конденсаторидан бошқа газлар билан чиқиб кетаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат :

$$m_{\text{бг}} \cdot 0,65 / 1 - 0,65 = 103 \cdot 0,65 / 1 - 0,65 = 191$$

бу ерда, **103** – бошқа газларнинг миқдори, кг/соат .

Иккинчи босқич дистилляция конденсаторига келаётган аммиакнинг миқдори кг/соат :

$$2131 + 225 = 2356$$

бу ерда, **2131** – иккинчи босқич дистилляциядан келаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат ;
225 – десорбердан келаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат .

Ювгич колоннасида келаётган аммиакнинг миқдори кг/соат :

$$16119 + 2356 = 18475$$

бу ерда, **16119** – биринчи босқич дистилляциядан келаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат ;
2356 – конденсатордан иккинчи босқич дистилляцияга келаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат .

Ювиш калоннасидан биринчи босқич конденсаторига газ фазаси билан келаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат :

$$18475 - 5653 = 12822$$

бу ерда, **5653** - ювиш калоннасидан аммонийли туз эритмаси кўринишида чиқаётган аммиакнинг миқдори, кг/соат .

Ювиш калоннасида келаётган углерод (IV) – оксидининг миқдори, кг/соат :

Биринчи	босқич	дистилляция
агрегатидан.....		4563
Иккинчи босқич дистилляция конденсаторидан.....		947 + 44 = 991

Жами.....
.....**5554**

бу ерда, **44** – десорбердан иккинчи босқич дистилляция конденсаторига келаётган углерод (IV) – оксидининг миқдори (десорберни моддий балансидан олинади).

Биринчи босқич конденсаторида конденсатланган аммиакнинг миқдори, кг/соат :

$$12822 - 191 = 12631$$

бу ерда, **12822** – биринчи босқич конденсаторидан чиқаётган аммиакнинг миқдори, **кг/соат**; **191** – адсорбердан бошқа газлар билан чиқиб кетаётган аммиакнинг миқдори, **кг/соат**.

Ювиш калоннасидан чиқаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

Аммонийли	туз
эритмасибилан.....	2924
Биринчи босқич конденсатори газ фазаси билан.....	2631·0,002/0,998 = 25

Жами.....
2924+25 = 2949

бу ерда, **0,002** – биринчи босқич конденсаторидан чиқаётган суюқ аммиак таркибидаги сувнинг миқдори (аммиакни оғирлик улуши ҳисобида).

Ювиш калоннасига келаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

Биринчи	босқич	дистиляция	гази
билан.....		643	
Иккинчи	босқич	дистиляция	гази
билан.....		793	
Десорбердан		чиқаётган	газ
билан.....		x	

Жами.....
.....**1436 + x**

Десорбердан ювиш калоннасига келаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$X = 2949 - 1436 = 1513$$

Иккинчи босқич конденсаторидан ювиш калоннасига келаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$739 + 1513 = 2306$$

Ювиш калоннасидан чиқаётган аммонийли туз эритмасининг таркиби, **кг/соат**:

$$5554 \cdot 96/44 = 12108$$

Аммоний карбонат қуйидаги реакция бўйича ҳосил бўлади:



бу ерда, **96** ва **44** – аммоний карбонат ва углерод (IV) – оксидининг молекуляр массалари; **5554** – эритмадаги углерод (IV) – оксидининг миқдори (синтез калоннасининг моддий балансидан олинади).

12108 кг/соат аммоний карбонат ҳосил бўлишида сарфланаётган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$5554 \cdot 18/44 = 2271,6$$

12108 кг/соат аммоний карбонат таркибидаги аммиакнинг миқдори, **кг/соат**:

$$12108 - 5554 - 2271,6 = 4282,4$$

Натрий гидроксидини ҳосил бўлиши учун қолган сувнинг миқдори, **кг/соат**:

$$2924 - 2271,6 = 652,4$$

Аммоний гидроксидининг ҳосил бўлиши, кг/соат:

$$652,4 \cdot 35/18 = 1265,6$$

Шундан аммиакнинг таркиби, кг/соат:

$$1265,6 - 652,4 = 613,2$$

Эркин аммиакнинг миқдори, кг/соат:

$$5653 - (4282,4 + 613,2) = 757,4$$

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтирамиз.

Ювиш калоннасининг моддий баланс жадвали.

35 - жадвал

Келиш		Сарф		
Номи	кг/соат	Номи	кг/соат	%
Биринчи босқич дистилляция газлари:		Биринчи босқич дистилляция конденсаторига газ фаза:		
Аммиак	16119	Аммиак	12822	99,0
Углерод (IV) – оксиди	4563	Сув буғлари	25	0,2
Сув буғи	643	Бошқа газлар	103	0,8
Бошқа газлар	103			
Жами:	21428	Жами:	12950	100
Иккинчи босқич дистилляция конденсаторидан суюқ фаза:		Синтез калоннасига аммонийли туз эритмаси:		
Аммиак	2356	(NH ₄) ₂ CO ₃	12108	
Углерод (IV) – оксиди	991	NH ₄ OH	1265,6	
Сув	2306	Эркин аммиак	757,4	
Жами:	5653	Жами:	14131	
Умумий:	27081	Умумий:	27081	

Биринчи босқич дистилляция конденсаторининг моддий баланси.

36 - жадвал

Келиш		Сарф	
Номи	кг/соат:	Номи	кг/соат:
Ювиш калонналаридан газ фаза:		Абсорберга газ фаза:	
Аммиак	12822	Аммиак	191
Сув	25	Бошқа газлар	103
Бошқа газлар	103	Жами:	294
		Суюқ фаза таркиби:	
		Аммиак	12631
		Сув	25
Жами:	12950	Жами:	12656
		Умумий:	12950

Иккинчи босқич дистилляция конденсаторининг моддий баланси.

37 - жадвал.

Келиш		Сарф	
Номи	кг/соат	Номи	Кг/соат
Иккинчи босқич дистилляция газлари:		Ювиш калоннасига суюқ фаза:	
Аммиак	2131	Аммиак	2356
Углерод (IV) – оксиди	947	Углерод (IV)– оксиди	991
Сув буғлари	793	Сув	2306
жами:	3871	Умумий:	5653
Десорбердан газ фаза:			
Аммиак	225		
Углерод (IV) – оксиди	44		
Сув буғлари	1513		
Жами:	1782		
Умумий:	5653		

Абсорбер ва десорберларнинг моддий ҳисоби.

Дастлабки маълумотлар:

Абсорбердаги н/м^2 **$1,0 \cdot 10^5$** босим,
 Десорбердаги н/м^2 **$3,0 \cdot 10^5$** босим,

Абсорберга келаётган компонентлар, кг/соат:

Вакуум — буғлатгичдан
 сув **1178**

Плёнкали буғлатиш аппаратида:

Сув
 **3738**
 Аммиак
 **68**
 Углерод (IV) —
 оксиди **68**

Биринчи босқич конденсаторидан:

Аммиак
 **191**
 Бошқа газлар
 **103**

Абсорберга биринчи босқич дистилляция конденсаторидан конденсатланмаган газлар, вакуум – буғлатгич ва буғлатиш аппаратларидан шарбат буғлари келади.

Абсорберга келаётган жами аммиакнинг миқдори, **кг/соат:**

$$\mathbf{68+191 = 259}$$

Аммиак, углерод (IV) – оксиди ва чиқинди газлари тайёр маҳсулотнинг (мочевина) шартли равишда 0,5% ни ташкил этади.

Аммиакнинг йўқотилиши, **кг/соат:**

$$\mathbf{12000 \cdot 0,005 \cdot 2 \cdot 17/60 = 34}$$

Углерод (IV) – оксидининг йўқотилиши, **кг/соат:**

$$12000 \cdot 0,005 \cdot 44/60 = 44$$

Аммиак ва углерод (IV) – оксиди аммоний корбонат ҳолида йўқолади,



стехиометрик реакцияси бўйича 34 кг аммиак, 44 кг углерод (IV) – оксиди ва 18 кг сув билан реакцияга киришади. У ҳолда, десорбердан иккинчи босқич дистилляция конденсаторига қуйидаги миқдорда аммиак келади, **кг/соат:**

$$259 - 34 = 225$$

бу конденсаторни ҳисоблашда миқдорга тўғри келади.

Десорбердан иккинчи босқич дистилляция конденсаторига аммиак билан кираётган углерод (IV) – оксидининг миқдори, **кг/соат:**

$$88 - 44 = 44$$

Абсорбердан атмосферага бошқа газлар билан чиқаётган сув буғининг миқдори, **кг/соат:**

$$103 \cdot 0,05 = 5$$

бу ерда, 0,05 – чиқинди газларнинг 40 °C ва $\phi = 100\%$ бўлгандаги 1 кг қуруқ газнинг таркибидаги намлиги.

Ҳавони намлиги (1 кг қуруқ ҳавога нисбатан d кг H₂O) ва энталпияси (1 кг қуруқ ҳавога нисбатан I кж), (барометрик босим 99325,2 н / м²)

38 - жадвал

t °C	$\phi = 100\%$		$\phi = 90\%$		$\phi = 80\%$		$\phi = 70\%$		$\phi = 60\%$		$\phi = 50\%$	
	d·10 ³	i	d·10 ³	i	d·10 ³	i	d·10 ³	i	d·10 ³	i	d·10 ³	i
-10	1.63	-5.99	1.47	-6.41	1.30	-6.82	1.14	-7.20	0.98	-7.62	0.82	-8.00
-5	2.52	1.26	2.27	0.63	2.02	0.00	1.76	-0.63	1.51	-1.26	1.26	-1.88
0	3.85	9.63	3.46	8.62	3.07	7.66	2.69	6.70	2.30	5.74	1.92	4.81
5	5.51	18.84	4.95	17.42	4.40	16.04	3.85	14.65	3.29	13.27	2.47	11.89
10	7.78	29.60	7.00	27.63	6.21	25.62	5.43	23.70	4.65	21.73	3.87	19.76
20	15,00	58,07	13,46	54,18	11,94	50,28	10,42	46,47	8,91	42,62	7,41	38,81
30	27,78	101,0	24,89	93,66	22,03	86,37	19,19	79,09	16,37	71,89	13,59	64,77
50	88,42	279,3	78,47	253,6	68,79	228,5	59,38	204,1	50,21	180,3	41,29	157,2
90	1509	4108	1097	3014	818,2	2271	616,3	1733	463,6	1326	344,1	1008
100	∞	∞	5754	15525	2554	6950	1488	4092	955,1	2664	635,8	1807
120	∞	∞	5721	15680	2540	7034	1480	4149	950,2	2708	632,7	1844

Эслатма: Ушбу жадвал бўйича кенг маълумот олмақчи бўлсангиз, **Позин М.Е. Расчетк по технологии неорганических веёств. Л. Химия, 1967.** 511 бетига қаранг!

Десорберга келаётган конденсат миқдори, **кг/соат:**

$$(1178 + 3738) - 5 = 4911$$

Йиғгичга ташланаётган конденса миқдори (канализацияга), **кг/соат:**

$$4911 - 1513 - 18 = 3380$$

бу ерда, 1513 – десорбердан иккинчи босқич конденсаторга берилаётган газ фазаси таркибидаги сув буғининг миқдори (ювиш колоннасининг моддий балансга этибор беринг.)

Олинган натижаларни жадвал шаклига келтираимиз.

Абсорбернинг моддий баланси.

39 - жадвал.

Келиш		Сарф	
Номи	кг/соат	Номи	кг/соат
Биринчи босқич дистилляция газлари:		Десорбердан суюқ фаза:	
Аммиак	191	Сув	4911
Бошқа газлар	103	Аммиак	259
		Углерод (IV)– оксиди	88
Жами:	294	Жами:	5258
Конденсат шарбат буғи:		Атмосферага ташланаётган газлар фазаси:	
Сув	4916	Башқа газлар	103
Аммиак	68	Сув буғи	5
Углерод (IV) – оксиди	88		
Жами:	5072	Жами:	108
Умумий:	5366	Умумий:	5366

Десорбернинг моддий баланс жадвали.

40 - жадвал

Келиш			Сарф		
Номланиши	кг/соат	%	Номланиши	кг/соат	%
Асорбердан суюқ фаза:			Иккинчи босқич дистилляция конденсаторидан		
Сув	4911	93,4	Аммиак		
Аммиак	259	4,4	Углерод (IV)-оксиди	225	12,6
Углерод (IV)-оксиди	88	1,6	Сув буғи	44	2,5
				1513	84,9
Жами:	5258	100	Жами:	1782	100
			Йиғичга (канализация) ташланаётган суюқ фаза:		
			Сув	3380	
			(NH ₄) ₂ CO ₃	96	
			Жами:	3476	
			Умумий:	5258	

Аммиак баланси.

41 - жадвал.

Келиш		Сарф	
Номи	кг/соат	Номи	кг/соат

Ювиш колоннасига қайтариш	5653	Тайёр маҳсулот билан	6800
Биринчи босқич конденсаторидан	12631	Йўқотилиш (қайтармасдан):	68
қайтариш	6902	Донадорлаш минорасида	34
Янги аммиак		Десорберда	
		Жараёнга қайтишда:	
		Ювиш колонналарида	5653
		Иккинчи босқич конденсаторида	12631
Жами:	294	Жами:	25186

Углерод (IV) – оксиди баланси.

42 - жадвал.

Келиш		Сарф	
Номи	кг/соат	Номи	кг/соат
Ювиш колоннасига қайтариш	5554	Тайёр маҳсулот билан	8800
Янги CO ₂	8932	Йўқотилиш (қайтармасдан):	68
		Донадорлаш минорасида	44
		Десорберда	
		Жараёнга қайтишда:	
		Ювиш колонналарида	5554
Жами:	294	Жами:	25186

Эслатма: Янги аммиакнинг миқдорини - синтез колоннасига келаётган аммиакнинг миқдоридан, биринчи босқич конденсаторидан чиқаётган суяқ аммиакнинг миқдори айримасидан топилади.

Назорат топшириқлари.

Мисол. II.1. Карбамид ишлаб чиқаришнинг синтез бўлимини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.

43 - жадвал

Синф журнали бўйича тартиб рақами	Унумдор- лиги, (100%)	Суяқ аммиак таркиби, %		Экспанзер газ таркиби, %			Жараёнга қайтишдаги аммиакнинг миқдори (эритмада), %	Мочевинага айланиш даражаси, %	Йўқотилиш, %		
№	G, тонна	NH ₃	H ₂ O	CO ₂	AB*	O ₂	Аммоний туз таркибида	45 минутда	Дистиляция	Буглатиш	Донадорлаш
	22	99,8	0,2	97	2	1	41	61	5	1	1
	25	98,7	0,3	96	3	1	42	62	5	1	1
	23	99,0	1,0	98	1,5	0,5	43	63	5	1	1
	22	99,9	0,1	96	3	2	44	6	5	1	1
	31	99,7	0,3	95	3	2	45	64	5	1	1

	38	99,2	0,8	93	2,5	1,5	40	65	5	1	1
	28	99,1	0,9	97	2	1	46	66	5	1	1
	20	99,6	0,4	98	1	1	47	67	5	1	1
	33	99,4	0,6	96	3	1	48	68	5	1	1
	41	99,5	0,5	97	2	1	49	69	5	1	1
	25	99,3	0,7	98	1,5	0,5	40	60	5	1	1
	26,5	93,8	6,2	96	3	1	41	63	5	1	1
	35	96,8	3,2	97	2	1	42	61	5	1	1
	45	97,8	2,2	98	1	1	43	62	5	1	1
	48	95,8	4,2	98	1	1	44	64	5	1	1
	25	98,8	1,2	97	2	1	45	65	5	1	1
	51	99,0	1,0	96	2,9	1,1	46	66	5	1	1
	43	99,9	0,1	98	1	1	47	67	5	1	1
	53	99,8	0,2	97	2	1	48	68	5	1	1
	58	99,4	0,6	96	3,5	0,5	49	69	5	1	1
	24,7	99,5	0,5	98	1	1	47	67	5	1	1
	22	99,1	0,9	97	2	1	48	69	5	1	1
	29	99,7	0,3	96	2,5	1,5	49	68	5	1	1
	21	99,3	0,7	98	1	1	46	66	5	1	1
	24	99,2	0,8	97	2	1	45	65	5	1	1
	26	99,3	0,7	96	3	1	44	64	5	1	1
	27	99,5	0,5	97	2	1	43	63	5	1	1
	29	99,7	0,3	98	1	1	42	62	5	1	1
	31	99,6	0,4	98	1	1	41	61	5	1	1
	37	99,9	0,1	96	2,8	1,8	40	60	5	1	1

- **АВ** – азот – водород аралашмаси.
- Синтез колоннасидаги босим, н/м^2 ($200 \cdot 10^5$)
- Синтез колоннасидаги компонентларни молр миқдори, % ($4,5 : 1,0 : 0,5$)
- Колоннадаги ҳарорат, $^{\circ}\text{C}$ ($180 - 200$)

Эслатма: Жараёни иссиқлик балансини тузишда синтез колоннасининг моддий баланс жадвалидан фойдаланишни унутманг!

Вазифа: Юқоридаги синтез колоннасининг моддий баланс жадвалидан фойдаланиб, қуйидагиларни бажаринг.

- Биринчи ва иккинчи босқич дистилляция бўлимини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.
- Биринчи ва иккинчи босқич буғлатиш қурилмасини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.

Ёдда тутинг! Буғланишни иккинчи босқичида ҳароратнинг пасайишини унитманг!

- Донадорлаш минорасини моддий ва иссиқлик балансини тузинг.

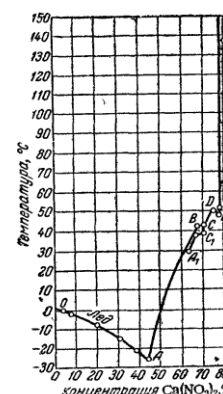
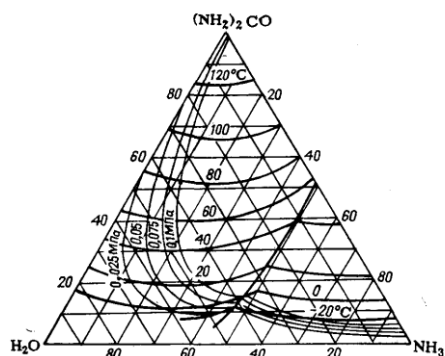
ИЛОВА

Қуйида азотли, фосфорли, калийли ва комплекс ўғитлар мажмуаси келтирилган.

1 - жадвал

Азотли ўғитлар		Фосфорли ўғитлар	
Суюк аммиак (NH ₃) 82,3% N	Сувли аммиак (NH ₃ +H ₂ O) 16,5-20,5% N	Оддий суперфосфат Ca(H ₃ PO ₄) ₂ ·H ₂ O+H ₃ PO ₄ +CaSO ₄ 14-21% P ₂ O ₅	Иккиламчи суперфосфат Ca(H ₃ PO ₄) ₂ · H ₂ O+H ₃ PO ₄ 42—52 % P ₂ O ₅
Аммонийли селитра NH ₄ NO ₃ 32-34 % N	Аммоний сульфат (NH ₄) ₂ SO ₄ 19-21% N	Фосфорли ун Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ [(OH)F] ₂ 15-35 % P ₂ O ₅	Фосфорли шлак 4CaO·P ₂ O ₅ +5CaO · P ₂ O ₅ · SiO ₂ 14- 20 % P ₂ O ₅
Натрий нитрат NaNO ₃ 15-16% N	Кальций нитрат Ca(NO ₃) ₂ ·3H ₂ O 13-15 % N	Дикальций фосфат CaHPO ₄ · 2H ₂ O 46-47 % P ₂ O ₅	Фторсиллантилрилган фосфор 3CaO·P ₂ O ₅ +4CaO · P ₂ O ₅ 20-38 % P ₂ O ₅
Карбамид (NH ₂) ₂ CO 46-46,5 % N	Карбамид формалгдегид NH ₂ CONHCH ₂ 33—42 % N	Калий хлорид KCl 50-62 % K ₂ O	Аралаштирилган калийли тузлар KCl+NaCl ёки KCl+MgSO ₄ 38-52 % K ₂ O
		Калилий сульфат K ₂ SO ₄ 48-52 % K ₂ O	
Аммонийлаштирилган суперфосфат CaHPO ₄ +NH ₄ H ₂ PO ₄ +CaSO ₄ 1.5 – 3 % N, 19-20 % P ₂ O ₅		Калий нитрат KNO ₃ 13,5 % N , 46,5 % K ₂ O	
Аммофос NH ₄ H ₂ PO ₄ + (H ₄) ₂ HPO ₄ 11-14 % N, 46-55 % P ₂ O ₅		Магний аммоний – фосфат NH ₄ MgPO ₄ · H ₂ O 34-35 % P ₂ O ₅ 17-19 % MgO	
Диаммофос (NH ₄) ₂ HPO ₄ +NH ₄ H ₂ PO ₄ 16-18 % дан N, 46-48 % P ₂ O ₅		Аммоний метафосфат (NH ₄ PO ₄) _n 17% N, 80 % P ₂ O ₅	
Нейроаммофос NH ₄ NO ₃ + NH ₄ H ₂ PO ₄ 21-25% N, 20-25% P ₂ O ₅			
Аммофоска (NH ₄) ₂ HPO ₄ +(NH ₄) ₂ SO ₄ +KNO ₃		Аммоний полифосфат (NH ₄) ₅ P ₃ O ₁₀ +(NH ₄) ₄ P ₂ O ₇ +	

$+ \text{NH}_4\text{Cl}$ 8-12 % N, 10-24 % P_2O_5 , 15-24 % K_2O		$+(\text{NH}_4)_3\text{HP}_2\text{O}_7 + \text{NH}_4 \text{H}_2\text{PO}_4$ 12 – 25 % N, 53-61 % P_2O_5
--	--	--



Расм 1. $(\text{NH}_2)_2\text{CO} - \text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ тўйинган эритманинг
эгри чизилли политермик диаграммасы

Расм 2. $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ эрувчанлик
диаграммасы.

калций нитратнинг $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ сувдаги эритмасы

2 - жадвал

Ҳарорат °C	Эрувчанлик огр. %	Қаттиқ фаза	Ҳарорат °C	Эрувчанлик огр. %	Қаттиқ фаза
-4,7	12,5	Муз	40,0	66,3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
-9,0	22,9	Муз	42,7*	69,7	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
-16,1	33,2	Муз	42,6	70,6	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
-28,0	42,9	Муз	51,1*	75,2	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
0	50,5	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	50,6	77,0	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
20,0	56,0	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	51,6	78,0	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
25,0	58,0	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	151,0	79,0	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

• суяқланиш температураси

Натрий нитратнинг сувдаги эрувчанлиги

3 - жадвал

Ҳарорат, °C	100г сувдаги эрувчанлиги	Қаттиқ фаза	Ҳарорат, °C	100г сувдаги эрувчанлиги	Қаттиқ фаза
-6,7	20,0	Муз	119*	209,0	NaNO_3
-12,1	40,0	Муз	120	213,0	NaNO_3
-18,1	61,5	Эвтетик	140	255,0	NaNO_3
0	70,7	NaNO_3	160	301,0	NaNO_3
20	88,0	NaNO_3	180	383,0	NaNO_3
25	92,7	NaNO_3	200	432,0	NaNO_3
40	104,9	NaNO_3	224,7	724,0	NaNO_3
60	124,7	NaNO_3	253,6	1250,0	NaNO_3
80	148,0	NaNO_3	289,2	4494,0	NaNO_3
100	176,0	NaNO_3			NaNO_3

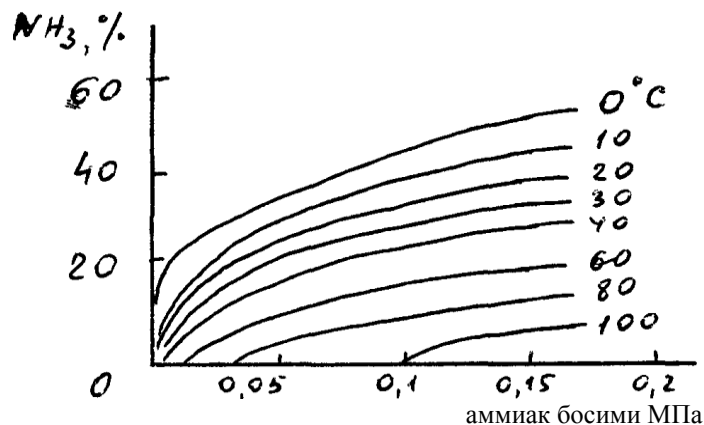
*Натрий нитратнинг тўйинган эритмасы (736 мм.сим.уст.)

Натрий нитратнинг суви эритма зичлиги (ρ)

4 - жадвал

NaNO_3	Ҳарорат °C
-----------------	------------

концент- рацияси огр. %	10	25	40	50	60	80	100
1	1,0066	1,0037	0,9986	0,9944	0,9894	0,9779	0,9644
10	1,0712	1,0656	1,0584	1,0532	1,0473	1,0348	1,0208
20	1,1483	1,1402	4,1314	1,1250	1,1187	1,1048	1,0901
30	1,2320	1,2225	1,2122	1,2051	1,1980	1,1830	1,1674
45	1,3760	1,3646	1,3528	1,3448	1,3371	1,3206	1,3044



Расм 3. Аммиакни сувда эрувчанлик изотермаси.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Дқбина И.В. Расчетк по технологии неорганических веёств. М.: Химия, 1967.
2. Справочник азотчика. 2-е (1 и 2 том). изд. М.: Химия, 1987. 464с.
3. Горловский Д.М. Технология карбамида. Л.: Химия, 1981. 320с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примерк и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия, 1987.
5. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. ва бошқалар. Кимё ва озик – овқат саноатининг асосий жараён ва қурилмаларини ҳисоблаш ва лойихалаш. – Тошкент, Жаҳон, 2000. – 231 б.
6. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озик – овқат саноатининг жараён ва қурилмалари фанидан ҳисоблар ва мисоллар. Тошкент, Nisim, 1999. – 351 б.
7. Батаев А.А., Усмонов Б.С., «Ноорганик ишлаб чиқариш лойихалаш асослари фанидан ўқув қўлланма. Фарғона, 1995, – 109 бет

ҚЎШИМЧА АДАБИЁТЛАР

1. Яшке И.В. Соколовский А.Н. Технология минералғнкх удобрений и кислот. М.: Химия, 1970.
2. Печковский В.В. Технология калийнкх удобрений. « Вқшая школа» Минск, 1968.
3. Унаняц Т.П. Химические товарк для селғского хозяйства: справочник. М.: Химия, 1979. 240с.
4. Качество В.Н. Фосфорсодержаёне удобрения. Справочник. М.: Химия, 1982. 400с.
5. Технология фосфорнкх и комплексной удобрений. Под ред. Эвенчика. М. Химия, 1987.
6. Соколовский А.А. Краткий справочник по минералғнкм удобрениям. М.: Химия 1977. 376с.

7. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. Л.: Химия, 1989. 352с.
8. Артюшин А.М. Краткий справочник по удобрениям. М.: 1971.288с.
9. Кутепов А.М. Общая химическая технология. М.: 1990. 520с.
10. Кучерявый В.И. Синтез и применение карбамида. Л.: Химия, 1970.448с.
11. В.М. Производства аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности. М.1990.
12. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
13. Алферт Л.З. Основы проектирования химических установок. – М.: Высшая школа, 1976 – 272 с.
14. Дикнерский Ю.И. Процесс и аппаратура химической технологии. М.Химия, 1 и 2 часть, 1995.
15. Исмаилов А.А., Отакузиев Т.А. и др. Неорганические материалы химической технологии. – Ташкент. «Ўзбекистон», 2002.

БИРИНЧИ БОСҚИЧ ДИСТИЛЛЯЦИЯСИНИНГ МОДДИЙ
 БАЛАНСИ....
 ИККИНЧИ БОСҚИЧ ДИСТИЛЛЯЦИЯ БЎЛИМИНИНГ ВАКУУМИ
 – БУҒЛАТИШНИНГ МОДДИЙ
 БАЛАНСИ.....
 ПЛЁНКАЛИ БУҒЛАТИШ ҚУРИЛМАСИНИ МОДДИЙ БАЛАНСИ.. ...

 ДОНАДОРЛАШ МИНОРАСИНИНГ МОДДИЙ
 БАЛАНСИ.....
 БИРИНЧИ ВА ИККИНЧИ БОСҚИЧ ДИСТИЛЛЯЦИОН
 КАЛОННАСИДАГИ ЮВГИЧ ВА КОНДЕНСАТОРЛАРНИНГ МОДДИЙ
 БАЛАНСИ.....

 АБСОРБЕР ВА ДЕСОРБЕРЛАРНИНГ МОДДИЙ
 ХИСОБИ.....
 АДАБИЁТЛАР.....

