

ӘОЖ 661.531
МРНТИ 61.31.31
DOI 10.56525/KJVA4462

РИФОРМИНГ ӨНІМДЕРІ АРҚЫЛЫ
АММИАК ӨНДІРІСІН ЖАСАУ
ТЕХНОЛОГИЯСЫН ДАЙЫНДАУ

САТАЕВА С.С.*

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті
Орал, Қазақстан
e-mail: sataeva_safura@mail.ru

АХМЕТЖАНОВА А. Н.

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан
аграрлық-техникалық университеті
Орал, Қазақстан
asyl.empress@mail.ru

Корреспондент автор: sataeva_safura@mail.ru

Аңдатпа. Қазіргі уақытта дүние жүзіндегі аммиак өндірісінің шамамен 75-90% дүние жүзіндегі миллиардтаған адамдарға азық-түлік өндірісін қолдауға көмектесетін тыңайтқыштар өндіру үшін пайдаланылады. Аммиактың потенциалы оны тек тыңайтқыш ретінде қолданудан асып түседі, өйткені оны энергия тасымалдаушы ретінде де қолдануға болады.

Хабер-Бош процесі өнеркәсіпке енгізілген алғашқы гетерогенді каталитикалық жүйе және бүгінгі күнге дейін өзекті болып қала береді. Бұл реакцияның механизмін түсіну және технологияны жетілдіру катализ саласындағы ғылыми зерттеулердің маңызды бағытына айналды. Алайда, жоғары жұмыс қысымы мен температураға байланысты энергияны көп тұтынатындықтан, аммиактың әр тоннасына шамамен 2,16 тонна көмірқышқыл газы өндіріледі. Қазіргі уақытта әлемдік өндірістің шамамен 90% - ы қазба отынымен жүзеге асырылады, ал сутектің 96% метанның бу риформингінен алынады. Метанның бу риформингі өндірілген сутектің әр тоннасына шамамен 9-10 тонна көмірқышқыл газын шығарады.

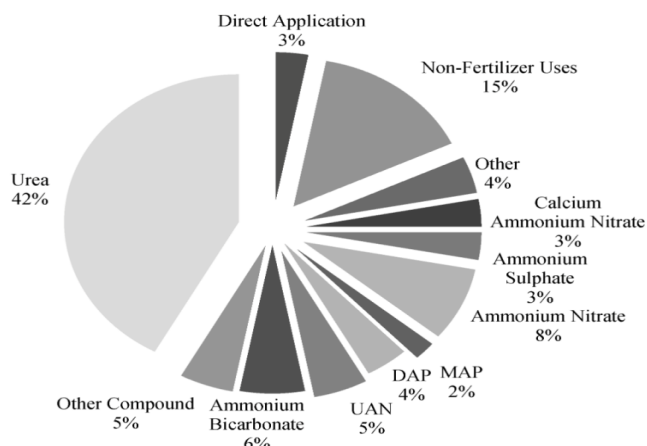
Қазақстанда аммиактың жалғыз өндірушісі "ҚазАзот" АҚ болып табылады, онда оны Хабер-Бош әдісімен азот (N_2) және сутегі (H_2) газдарының өзара әрекеттесуі арқылы алады. Алайда, бұл өндіріс Қазақстанда жалғыз болып табылады, сондықтан аммиактың жетіспеушілігі қатты сезіледі. Импортқа тәуелділікті және газ бағасының ауытқуын азайту үшін елдегі аммиак өндірісінің балама көздерін дамыту маңызды. Біқтимал шешімдердің бірі – мұнай өңдеу зауытының риформинг блогының өнімдерінен аммиак синтезі технологиясын жасау. Бұл риформинг өнімдерін тиімді пайдалануға және бағаның ауытқуымен және импорттық аммиактың қолжетімділігімен байланысты тәуекелдерді азайтуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: аммиак, риформинг, синтез-газ, метандау, бу риформингі, ҚазАзот, Хабер-Бош әдісі.

Кіріспе

Аммиак (NH_3) - негізгі өндірістік компонент және азотты шикізат элементтерімен біріктіретін ең арзан қосылыс, барлық азот негізіндегі өнімдердің 76% - дан астамында қолданылады [1]. Аммиактың көп бөлігі (80%) тыңайтқыштар өндірісінде қолданылады

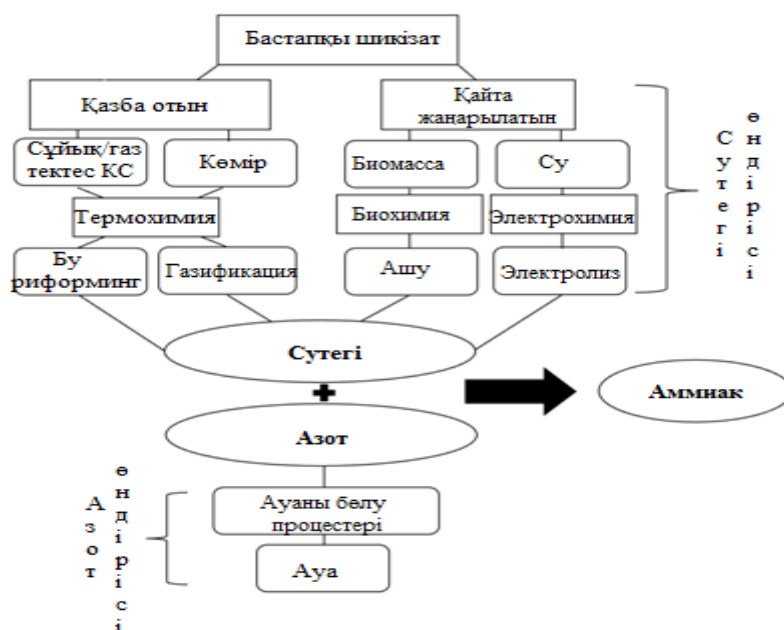
және оның негізгі қолданылуы өндіріс болып табылады: аммоний бикарбонаты, аммоний нитраты, аммоний сульфаты, кальций-аммиак селитрасы, мочевина, жарылғыш заттар, полиуретандар, тұрмыстық тазалау құралдары [2-5].



1 сурет – Аммиакты қолдану аймақтары

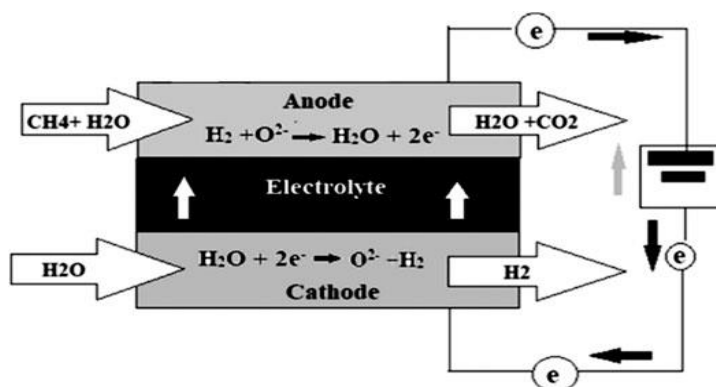
1-суретте көрсетілгендей NH_3 негізінен тыңайтқыштар өндіру үшін қолданылады (карбамидо-аммиак селитрасы (UAN), диам-аммоний фосфаты (DAP), моноаммоний фосфаты (MAP)). Сонымен қатар, NH_3 электр станцияларында нөлдік көміртекті отын ретінде пайдалану үшін энергия көзі ретінде пайдаланылады [6,7]. Аммиак синтетикалық талшықтарды, мысалы, нейлонды алу үшін де қолданылады. Жеңіл өнеркәсіпте ол мақта, жүн және жібекті тазалау және бояу кезінде қолданылады. Мұнай-химия өнеркәсібінде аммиак қышқыл қалдықтарын бейтараптандыру, тотығатын өнімдерді сақтау және тасымалдау үшін қолданылады, ал табиғи резеңке өндірісінде аммиак латексті плантациядан зауытқа тасымалдау процесінде сақтауға көмектеседі [8].

Барлық қолданыстағы өндірістер азот пен сутектің тікелей өзара әрекеттесуіне негізделген. Азот қолданылады атмосфералық және оны алу үшін ешқандай технологиялық проблемалар жоқ. Сутегі көбінесе әртүрлі шығу тегі бар көмірсутек шикізатынан алынады. Сутекті алу процесі өте энергияны және ресурстарды қажет етеді. Оны ұйымдастыруға салынған инвестициялар құрылыстың жалпы шығындарының орта есеппен 70% құрайды [9-13].



2 сурет – Аммиакты өндіру әдістері

Аммиак синтезі процесі әлемдік экономика үшін өте маңызды. Бірақ технологиялық тұрғыдан жетілмеген. Жоғары энергия сыйымдылығы мен металл сыйымдылығы синтетикалық аммиак өндіру технологиясын үнемі жетілдіруге алғышарттар береді. Жаңғыртудың негізгі бағыттары технологиялық циклде пайда болатын қалдықтар санын азайту, энергия шығындарын азайту, каталитикалық жүйелердің өнімділігін арттыру болып табылады. Мысалы, Фам sofec (SolidOxideFuelElectrolysisCell) технологиясын ұсынды: қатты оксидті отынмен электролиз, онда судың ыдырауының энергетикалық әлеуетін төмендету үшін электролизердің анодты бөлігіне метан орналастырылады [14-18].

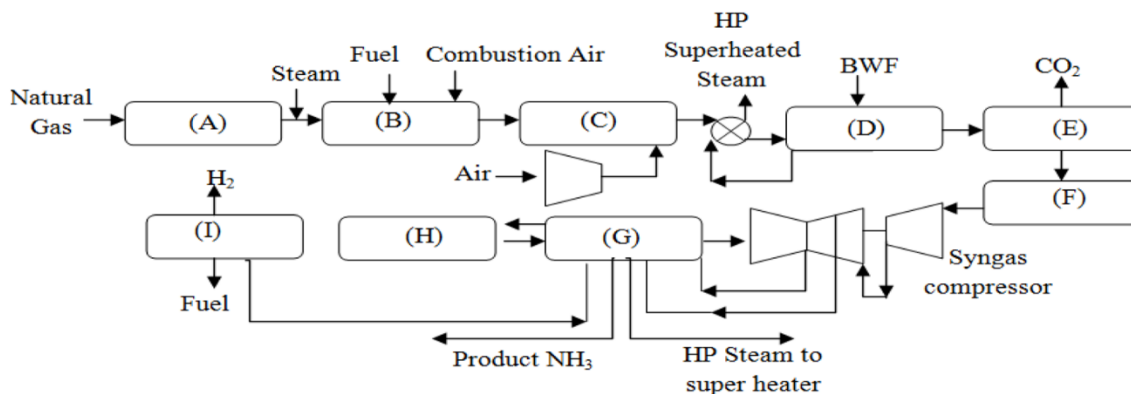


3 сурет – Метаннан сутегі алу схемасы [19]

Сондай-ақ дәстүрлі табиғи газбен салыстырғанда тұрақты және экологиялық таза шикізатты қамтамасыз ете алатын биомасса және қалдықтар сияқты аммиак өндіру үшін баламалы шикізат көздерін пайдалану мүмкіндіктері белсенді түрде зерттелуде [20-23]. Бұл бағыт қазба отындарына тәуелділікті азайту және атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту үшін жаңа көкжиектер ашады.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Жаңа NH_3 өндіру қондырғыларында сусыз аммиак өндіру үшін процесс H_2 -ге қатты температура мен қысым жағдайында ($730 \text{ K} / 456.85 \text{ }^\circ\text{C}$, 20 MPa) N_2 -мен әрекеттесу үшін парометанды риформинг (SMR) әдістерін қолдану арқылы беріледі, бұл суретте көрсетілгендей қосылыс синтезі үшін катализатордың болуымен бірге жүреді. Haber-Bosch (HB) процесі – бұл кезеңді сипаттау үшін қолданылатын тұжырымдама. Қазіргі уақытта қазба отындары, ауа және су аммиак өндіруге қажетті негізгі қуат көзі болып табылады. Табиғи газ қазба отынындағы ең көп қолданылатын энергия көзі болып табылады, ол бүкіл әлемде өндірілетін NH_3 энергиясының шамамен 76% құрайды. Көмір электр станциялары жалпы қуаттың 24% құрайды [24].



4 сурет – NH_3 қалыпты өндіріс схемасы

(A) - күкіртсіздендіру; (B) - бастапқы риформинг қондырғысы; (C) - қайталама риформинг қондырғысы; (D) - CO ауыстыру; (E) - CO₂ жою; (F) - Метанизация; (G) - NH₃ контуры; (H) - салқындату; (I) – Контур NH₃.

Технологиялық ағындар: Natural Gas - табиғи газ; Steam– бу; Fuel– отын; Combustion Air - жану ауасы; SuperheatedSteam - қызып кеткен бу; BWF - қоректік су (қазандық суы); CO₂ Removal - CO₂ жою; HP Steamtosuperheater - супер жылытқышқа арналған жоғары қысымды бу; SynGascompressor - компрессор газ синтезі; NH₃ өнімі (аммиак).

Табиғи газды SMR процесіне дайындау үшін оны салыстырмалы түрде аз H₂ ~ араластырады, содан кейін кіріктірілген риформинг пешінде немесе сыртқы жылу көзінде (жылу алмастырғыштар, жылытқыштар және т.б.) шамамен 730 К дейін қыздырады. Алдын ала қыздырылған газ қоспасын кез келген күкірт құрамынан (H₂S және күкірттің органикалық қосылыстары) бір немесе екі реактор сериясындағы молярлық үлестің 1% - дан аз деңгейіне дейін тазарту қажет. Біріншісінде кобальт молибден (Co-Mo) катализаторы, ал екіншісінде никель негізіндегі катализатордың кез келген улануын жою үшін мырыш оксиді адсорбенті (ZnO) бар.

Риформингті орнатуды екі кезеңге бөлуге болады. Бастапқы риформинг қондырғысы-қыздырылған парометан қоспасы (молярлық лоб бойынша 1:4) никель негізіндегі риформинг катализаторы бар радиациялық қыздыру арналары арқылы берілетін және ішінара H₂, CO және CO₂ (әдетте бастапқы метанмен қамтамасыз етудің 66%) түрлендірілетін метан риформинг қондырғысының бөлімшесі. Қажетті жылу үшін бірінші қондырғыда риформинг жүзеге асады. Конвекциялық блок басқа операцияларда (мысалы, суперкритикалық бумен қыздыру және технологиялық ауаны алдын ала қыздыру) пайдалану үшін жану камерасында өндірілген қалдық жылуды (түгін газының жылу мөлшері) қайта өңдеу үшін қолданылады. Ішінара түрлендірілген газ екінші риформинг қондырғысына жіберіледі, онда ол реттелетін ауа мөлшерімен араласады (ол 790 К және 4 миллион PSI дейін қыздырылған және сығылған). Эндотермиялық процесті аяқтау үшін газдың ішінара жануы арқылы температура 1050 К ден шамамен 1490 К дейін көтеріледі.

CH₄-тің барлығы дерлік каталитикалық материалдан өткен кезде стандартты қондырғыларда адиабатикалық түрде түрленіп, реакциясы жоқ концентрацияны 0,6% - дан төмен қалдырады. NH₃ синтезі үшін отын критерийлеріне сәйкес болу үшін барлық көміртегі оксидтерін қоспадан алып тастау керек. Дәстүр бойынша, судың газға ауысу реакциясы CO-ны атмосферадан шығаруға болатын түрге айналдыру үшін қолданылды. Қызып кеткен будың температурасын көтеру үшін пайдаланылатын пайдаланылған жылуды кәдеге жарату үшін екінші риформинг қондырғысының газ тәрізді өнімдерінің температурасы жылу алмасу арқылы төмендейді.

Содан кейін қызып кеткен бу Fe₂O₃ және Cr₂O₃ толтырылған Жоғары температуралы реакысу реакторына беріледі. 600 К температурада со артық H₂O-мен әрекеттесіп, H₂ және CO₂ түзеді, реакция 310 К температурада тепе-теңдік күйіне жақындайды. бұл процесс үшін Будауар реакциясын болдырмау үшін жеткілікті H₂O қажет (тиімді Фишер-Тропш катализаторларының көмегімен алдын алады). Егер кәдімгі қондырғы қолданылса, жоғары температуралық ауысу (HTS) талаптарын қанағаттандыру үшін риформинг қондырғысында жану жылуының арақатынасы кемінде 3,0 болуы керек. Жоғары температуралы реакысу реакторынан шыққан кезде со-ға қол жеткізіледі 22 % - дан аспайды; осылайша, төмен температуралы реакысу реакторын (LTS) пайдалану қалдық со-ны түрлендіру үшін қажет: 490 К-да синтез газына дейін. CO-ны тиімді еріту үшін жоғары қысымда еріткіш кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта көптеген әртүрлі еріткіштер бар және олар кіріс ағынындағы CO₂ мөлшеріне байланысты физикалық немесе химиялық негіздегі еріткіштер ретінде жіктеледі. Негізінен алканоламиннен

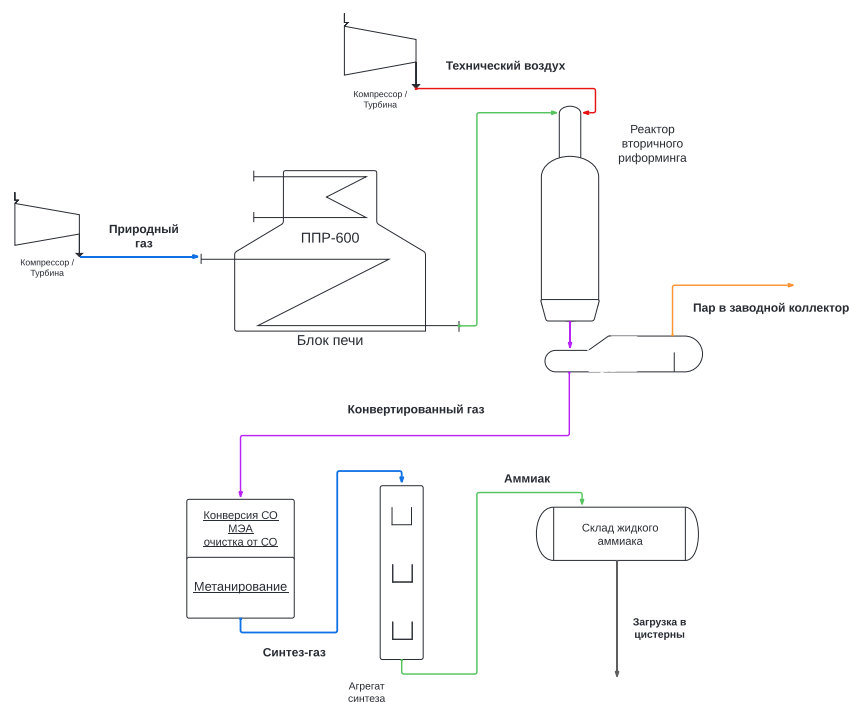
алынатын химиялық еріткіштер аммиак синтезі процесінде қолданылады, өйткені олар көп мөлшерде CO_2 тасымалдауды қамтамасыз етеді, бірақ сонымен бірге регенерацияға көп энергия жұмсауды қажет етеді.

Моноэтаноламинді (IEA) өндіру жүйесі регенерация, бумен пісіру және HP сіңіру бағандарынан тұрады, олардың қуаты әдетте шамамен 5,3 МПа құрайды, әр саты арасында 3 кПа қысым жоғалады. Ребойлер кезеңдерінің жалпы саны әдетте 10-нан 15-ке дейін болады. Жүйенің кемшіліктерінің бірі – сіңіру ерітіндісінде карбонат тұздары жиналады, олар каустикалық болып келеді. Карбонаттардың пайда болуына жол бермейтін NH_3 және Ca негізіндегі сұйық еріткіштер сияқты жаңадан табылған еріткіш қоспалары өнеркәсіпте карбонаттардың түзілуін азайту үшін қолданылады. Аммиак синтезінде соңғы тазарту қажет, өйткені қалдық мөлшері 0,2-0,5% моль аралығында болады, концентрациясы 0,005-0,2% моль. Мыс негізіндегі тазалау әдісі ерте зауыттарда кеңінен қолданылды, бірақ жоғары қуат тұтынуына байланысты ескірген. Сонымен қатар, қалған көміртекті жою экологиялық қолайсыз болып саналады.

Зерттеу нәтижелері

Метанизация – көміртегі деңгейін миллионға 10 бөліктен төмен түсірудің ең кең тараған тәсілі. Сонымен қатар, экзотермиялық процесс энергияны қалпына келтіру және оны жүйеге қайта айналдыру үшін қолданылады. Реакция құрамында никель бар катализаторда 2,5-тен 3,5 Мпа-ға дейінгі қысымда жүреді. Тікелей экзотермиялық реакция пайда болған кезде температура 500-1040 к дейін көтерілуі мүмкін. Ранкиннің бу циклі (SRK) энергияны қалпына келтіру үшін электр энергиясын өндіру үшін жылуды пайдаланады. Кептіру процесін бастау арқылы Метанизация кезінде пайда болатын газдан H_2 және CO_2 қалдықтарын алып тастау керек (яғни қысым айырмашылығымен адсорбция, криогендік бөліну). Айта кету керек, көптеген әдістер аммиак өндіруге қажетті H_2 және N_2 тазалығын жақсарту үшін қолданылады. Аммиак синтезі реакцияның соңғы сатысында ғана жүреді. Бұл кезеңде N_2 және H_2 бұл процесті аяқтау үшін бу турбиналары басқаратын қысу қадамдарының жиынтығы. Алдын ала қыздыру және синтез газының қысымын 15-25 МПа дейін арттыру қажетті синтез температурасына жеткенше орындалады.

NH_3 өндірісі жүретін реактор синтез жүйесінің өзегі болып табылады. Түрлендіргіштің жауап беру жылдамдығы мен жұмыс параметрлері түрлендіргіштің жалпы жұмысына әсер етеді. Қысымның жоғарылауымен қолайлы тепе-теңдік реакциясы мен реакция жылдамдығының арқасында аммиак шығымы күрт артады. Аммиак өндіретін заманауи қондырғылардағы синтез қысымы 15000-нан 25000 кПа-ға дейін өзгереді. Сонымен қатар, қажетті температураны ұстап тұру өте маңызды, өйткені температура өзгерген сайын өндіріс процесінің қарқыны күрт өзгереді. Кіріс синтез газындағы $\text{H}_2:\text{N}_2$ қатынасы және шикізат ағынының жылдамдығы түрлендіргіштің жұмысына бұрын аталған факторлармен бірге әсер етеді. Ең жақсы конверсияға жылдамдық жоғары болғанда және $\text{H}_2:\text{N}_2$ қатынасы екіге тең болғанда қол жеткізіледі. Катализаторға барар жолда синтез ішінара 25-35% конверсияға ұшырайды. Осыдан кейін түзілген аммиак конвертерге оралмас бұрын реакцияға түспеген газдан бөлінеді. Синтез тізбектерінің әртүрлі конструкциялары болуы мүмкін және NH_3 конденсатының орны қайсысы қолданылатынын анықтайды. Аммиактың реакцияға түспеген газдан бөлінуі барлық заманауи қондырғыларда Тоңазытқыш салқындату арқылы жүреді. Әдетте температура шамамен 25 К-ге дейін төмендейді, ал жоғары қысымды сепараторлардағы сұйытылған NH_3 2000 кПа-да кальцийленеді. Содан кейін аммиак өндірісінің негізгі жеке қадамдары қысқаша сипатталады.



5 сурет – "ҚазАзот" АО аммиак өндірісі

Қазақстанда "ҚазАзот" АО көптеген ұлттық компаниялар мен ауыл шаруашылығы өндірушілері үшін аммиак селитрасы мен аммиактың негізгі жеткізушісі болып табылады. Өндірісте қажетсіз қоспалардан тазартылатын және атмосфералық ауадан алынған азотпен араласатын табиғи газды (Шағырлы-Шомысты газ кен орны) риформингпен бөледі.

Қорытынды

Аммиак – тыңайтқыштар, синтетикалық талшықтар, жарылғыш заттар және басқа да химиялық өнімдер өндірісін қоса алғанда, әртүрлі салаларда кеңінен қолданылатын негізгі химиялық қосылыс. Оны өндіру азық-түлік қауіпсіздігі мен өнеркәсіптік дамуды қолдау үшін өзекті міндет болып қала береді. Хабер-Бош аммиак синтезінің дәстүрлі әдісі кең таралғанымен, жоғары энергия сыйымдылығы мен металл сыйымдылығымен сипатталады. Бұл кемшіліктер технологияны үнемі жетілдіруге, соның ішінде энергия шығындарын азайтуға және каталитикалық жүйелердің тиімділігін арттыруға алғышарттар береді. Атырау мұнай өңдеу зауытында іске асырылатын аммиак синтезінің ұсынылған әдісі қолда бар ресурстарды пайдалануды едәуір жақсартуға мүмкіндік береді. Ол құрамында сутегі бар газды және техникалық азотты қоспалардан тазарту шығындарын азайту арқылы жоғары тиімділікті қамтамасыз етеді. Бұл процесті үнемді және экологиялық тұрақты етеді. Қазақстанда аммиак өндірісінің баламалы көздерін дамыту импортқа тәуелділікті және газ бағасының ауытқуын төмендету үшін маңызды міндет болып табылады. Риформинг өнімдерінен аммиакты синтездеу технологиясы отандық шикізатты пайдалануға және ел қажеттіліктері үшін аммиакты жеткізудің тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін тиімді шешімді ұсынады. Осылайша, ұсынылған технология мен жобалық жабдық аммиак өндірісінің орнықтылығы мен экономикалық тиімділігін қамтамасыз ете отырып, Қазақстанда химия өнеркәсібін одан әрі дамыту үшін перспективалы бағытты білдіреді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Dawson, C. J., Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus /C. J. Dawson, J. Hilton//Food Policy. -2011. -Vol. 36. -P. S14-S22 DOI: 10.1016/j.foodpol.2010.11.012
- [2] Capetti G.L., Talarico P., Filippi E., Razi III a new ammonia plant designed by Casale//20th AFA Intern. Annual Technical Conf. (Tunis, Tunisia, 19-21 June, 2007). Ammonia Casale S.A., Lugano., Switzerland, 2007.
- Bussurmanova A PROPERTIES OF WATER-SOLUBLE POLYMERS AND THEIR POLYCOMPLEXES IN AQUEOUS SOLUTIONS, YESSNOV SCIENCE JOURNAL №2 (45)-2023.
- [3] Marchionna M., Girolamo M. D., Tagliabue L., A review of low temperature methanol synthesis//Stud. In Sur. Sci and Catal. 1998. V. 119. P. 539.
- [4] Brandt, S. Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers /S. Brandt. -New York: Springer, 2014. -523 p DOI: 10.1007/978-3-319-03762-2
- [5] Herman R. G., Klier K., Simmons G. W., Finn B. P. Catalytic synthesis of methanol from CO/H₂. I. Phase composition, Electronic properties and Activities of the Cu/ZnO/M₂O₃//J. Catal. 1979. V. 56. P. 407.
- [6] Kung H. H. Methanol synthesis//Catal. Rev-Sci. Eng. 1980. V. 22. P. 235.
- [7] Marechal F., Heyen G., Kalitventzeff B., Energy-saving in methanol synthesis: use of heat integration techniques and simulation tools//Computers. Chem.Engng. 1997. V. 21. P. 511.
- [8] Ladanjuk, A. P., Suchasnimetodyavtomatyzacijitekhnologichnykhob'ektiv /A. P. Ladanjuk, O. A. Ladanjuk, R. O. Bojko et. al. -Kyiv: Integhr. LoghistrykUkrajina, 2015. -408 p.
- [9] Maxwell G.R. Synthetic nitrogen products: a practical guide to the products and processes. New York: Kluwer Academic: Plenum Publishers, 2004.
- [10] Arora, V. K. Use multistage integrated chilling to increase ammonia production /V. K. Arora//Hydrocarbon processing. -2015. -Vol. 94, Issue 4. - P. 39
- [11] Махлин В.А., Цецерук Я.Р., Современные технологии получения синтез-газа из природного и попутного газа//Хим. пром. сегодня. 2010. № 3. С 6-17.
- [12] Brandt, S. Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers /S. Brandt. -New York: Springer, 2014. -523 p DOI: 10.1007/978-3-319-03762-2

REFERENCES

- [1] Dawson, C. J., Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus /C. J. Dawson, J. Hilton//Food Policy. -2011. -Vol. 36. -P. S14-S22 DOI: 10.1016/j.foodpol.2010.11.012
- [2] Capetti G.L., Talarico P., Filippi E., Razi III a new ammonia plant designed by Casale//20th AFA Intern. Annual Technical Conf. (Tunis, Tunisia, 19-21 June, 2007). Ammonia Casale S.A., Lugano., Switzerland, 2007.
- [3] Bussurmanova A PROPERTIES OF WATER-SOLUBLE POLYMERS AND THEIR POLYCOMPLEXES IN AQUEOUS SOLUTIONS, YESSNOV SCIENCE JOURNAL №2 (45)-2023.
- [4] Marchionna M., Girolamo M. D., Tagliabue L., A review of low temperature methanol synthesis//Stud. In Sur. Sci and Catal. 1998. V. 119. P. 539.
- [5] Brandt, S. Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers /S. Brandt. -New York: Springer, 2014. -523 p DOI: 10.1007/978-3-319-03762-2
- [6] Herman R. G., Klier K., Simmons G. W., Finn B. P. Catalytic synthesis of methanol from CO/H₂. I. Phase composition, Electronic properties and Activities of the Cu/ZnO/M₂O₃//J. Catal. 1979. V. 56. P. 407.
- [7] Kung H. H. Methanol synthesis//Catal. Rev-Sci. Eng. 1980. V. 22. P. 235.

[8] Marechal F., Heyen G., Kalitventzeff B., Energy-saving in methanol synthesis: use of heat integration techniques and simulation tools//Computers. Chem.Engng. 1997. V. 21. P. 511.

[9] Ladanjuk, A. P., Suchasnimetodyavtomatyzacijitekhnologhichnykhob'ektiv /A. P. Ladanjuk, O. A. Ladanjuk, R. O. Bojko et. al. -Kyiv: Integhr. LoghistrykUkrajina, 2015. -408 p.

[10] Maxwell G.R. Synthetic nitrogen products: a practical guide to the products and processes. New York: Kluwer Academic: Plenum Publishers, 2004.

[11] Arora, V. K. Use multistage integrated chilling to increase ammonia production /V. K. Arora//Hydrocarbon processing. -2015. -Vol. 94, Issue 4. - P. 39

[12] Махлин В.А., Цецерук Я.Р., Современные технологии получения синтез-газа из природного и попутного газа//Хим. пром. сегодня. 2010. № 3. С 6-17.

[13] Brandt, S. Data Analysis: Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers /S. Brandt. -New York: Springer, 2014. -523 p DOI: 10.1007/978-3-319-03762-2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА С ПОМОЩЬЮ ПРОДУКТОВ РИФОРМИНГА

¹Сагаева С. С., ¹Ахметжанова А.Н.

¹Западный Казахстан имени Жангир хана Аграрно-технический университет
г.Урал, Казахстан

Аннотация. В настоящее время около 75-90% мирового производства аммиака используется для производства удобрений, которые помогают миллиардам людей во всем мире поддерживать производство продуктов питания. Потенциал аммиака перевешивает его использование только в качестве удобрения, поскольку его также можно использовать в качестве переносчика энергии.

Процесс Хабера-Боша был первой гетерогенной каталитической системой, внедренной в промышленность, и остается актуальным и по сей день. Понимание механизма этой реакции и совершенствование технологии стали важной областью научных исследований в области катализа. Однако, поскольку он потребляет много энергии из-за высокого рабочего давления и температуры, образуется около 2,16 тонны углекислого газа на тонну аммиака. В настоящее время около 90% мирового производства производится на ископаемом топливе, а 96% водорода получают из парового риформинга метана. Паровой риформинг метана производит около 9-10 тонн углекислого газа на каждую тонну производимого водорода.

Единственным производителем аммиака в Казахстане является АО "КазАзот", где его получают методом Хабера-Боша путем взаимодействия газов азота (N₂) и водорода (H₂). Однако это производство является единственным в Казахстане, поэтому ощущается острая нехватка аммиака. Чтобы уменьшить зависимость от импорта и колебания цен на газ, важно разработать альтернативные источники производства аммиака в стране. Одним из возможных решений является разработка технологии синтеза аммиака из продуктов риформингового блока нефтеперерабатывающего завода. Это позволит более эффективно использовать продукты риформинга и снизить риски, связанные с колебаниями цен и доступностью импортного аммиака.

Ключевые слова: аммиак, риформинг, синтез-газ, метанирование, паровой риформинг, КазАзот, метод Хабера-Боша.

PREPARATION OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF AMMONIA BY REFORMING PRODUCTS

¹Sataeva Sapura, ¹Akhmetzhanova Assyl

¹Western Kazakhstan named after Zhangir Khan Agrarian-Technical University,
Ural, Kazakhstan

Abstract. Currently, about 75-90% of global ammonia production is used to produce fertilizers that help billions of people around the world maintain food production. The potential of ammonia outweighs its use only as a fertilizer, since it can also be used as an energy carrier. The Haber-Bosch process was the first heterogeneous catalytic system introduced into industry, and remains relevant to this day. Understanding the mechanism of this reaction and improving the technology has become an important area of scientific research in the field of catalysis. However, because it consumes a lot of energy due to high operating pressure and temperature, about 2.16 tons of carbon dioxide per ton of ammonia is generated. Currently, about 90% of global production is produced from fossil fuels, and 96% of hydrogen is obtained from steam reforming of methane. Steam reforming of methane produces about 9-10 tons of carbon dioxide for every ton of hydrogen produced. The only producer of ammonia in Kazakhstan is KazAzot JSC, where it is produced by the Haber-Bosch method through the interaction of nitrogen (N₂) and hydrogen (H₂) gases. However, this production is the only one in Kazakhstan, so there is an acute shortage of ammonia. To reduce dependence on imports and fluctuations in gas prices, it is important to develop alternative sources of ammonia production in the country. One of the possible solutions is to develop a technology for the synthesis of ammonia from the products of the reforming unit of an oil refinery. This will allow for more efficient use of reforming products and reduce the risks associated with price fluctuations and the availability of imported ammonia.

Key words: ammonia, reforming, synthesis gas, methanation, steam reforming, KazAzot, Haber-Bosch method.