

**Ўзбекистон Республикаси**

**Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги**

**Бухоро муҳандислик-технология институти**

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК 665.65

**5А 321401 –“Кимёвий ва нефт-газ кимёвий технологиялар”**

**Ашуров Ойбек.**

**“Этанни пиролиз қилиш технологик тизимида газни фракцияларга  
ажратишни такомиллаштириш йўллари ишлаб чиқиш”**

**МАВЗУСИДАГИ**

**ДИССЕРТАЦИЯ ИШИ**

**Илмий раҳбар:**

**т.ф.н. доц. Б.Ж. Сафаров**

**Бухоро-2019**

## Мундарижа

Кириш.....	4
<b>1. Боб. Пиролиз жараёнининг физик-кимёвий асослари ва кинетик қонуниятлари</b>	
1.1. Этиленнинг нефт газкимё саноатида ишлатилиши.....	12
1.2. Этилен ва пропиленнинг кимёвий хоссалари.....	13
1.3. Пиролиз жараёни тавсифи.....	17
1.4. Углеводород газларининг пиролизи технологияси.....	20
1.5. Технологик жараёни идентификациялаш.....	27
1.6. Этан хом ашёсини ажратиш олиш блоки.....	28
<b>II. Боб. Пиролиз жараёнинг таҳлил этиш, этилен ҳосил бўлишининг оптимал шароитларини аниқлаш омиллари</b>	
2.1. Газни фракцияларга ажратишни такомиллаштириш йулларини ишлаб чиқиш. Этандан этилен ишлаб чиқаришнинг оптимал шароитларини таҳлил этиш.....	44
2.2. Этиленни бевосита гидратациялашнинг физик-кимёвий характери- каси.....	45
2.3. Этиленни тўғридан-тўғри гидратлашнинг оптимал шароитлари.....	46
2.4. Этанни пиролиз қилиш лаборатория қурилмаси тажриба ўтказиш.....	56
<b>III-Боб. Тадқиқот натижалар таҳлили. Пиролиз реакцион зонасида ҳосил бўладиган этиленни миқдорини ошириш йўллари</b>	
3.1. Газларни углеводород қисмларига ажратиш усуллари. Суюлтирилган ва сиқилган газлар.....	59
3.2. Пирогазни конденсацион-ректификационажратиш схемаси.....	68
3.3. Этандан этилен ишлаб чиқаришнинг оптимал шароитларини таҳлил этиш.....	72
3.4. Пиролиз реакцион зонасида ҳосил бўладиган этиленни миқдорини ошириш йўллари.....	77
Хулоса.....	82
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	83

### **Аннотация**

Ушбу магистрлик диссертациясида этанни пиролиз қилиш технологик тизимида этан газини этиленга айланиш миқдорини ошириш ҳамда пиролиз газларини фракцияларга ажратишни муқобил йўллари таҳлил қилинди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики, пиролиз жараёнида ҳосил бўладиган реакция маҳсулотларидан этилен ҳамда қуйи олифинларнинг миқдорий ёки ҳажмий улушини ошириш, пиролиз жараёнининг реакция зонасида водород газини киритиш эвазига эришилиши қайд қилинди. Буни амалга ошириш учун пиролиз печининг реакция қисмида қўшимча тарзда водород бериш ва печнинг конструкция тузилишига ўзгартиришлар киритиш эвазига амалга ошириш мумкинлиги илмий ҳамда амалий жиҳатдан асослаб берилди.

### **Аннотация**

В данном магистрское диссертационное работе велись исследование и разработка процесса пиролиза и превращение этана на этилен а также совершенствование оптимального разделение образовавшихся газов пиролиза. Полученные результаты показывает что, в процессе пиролизе выход объёмные и массовые доли реакционные продуктов этилена и низшие олифенов увеличилось. Для осуществления данного процесса в реакционной зоне вводится водород, а также введена конструктивные изменения пиролизного печка.

### **Annotation**

In this master's thesis, a study was conducted to develop the process of pyrolysis and the conversion of ethane to ethylene, as well as to improve the optimal separation of the resulting pyrolysis gases. The results obtained show that, in the process of pyrolysis, the yield of volume and mass fractions of the reaction products of ethylene and lower olifene increased. For the implementation of this process, hydrogen is introduced into the reaction zone, as well as introductory changes in the pyrolysis furnace are introduced.

## Кириш

Республикамыз мустақилликка эришгандан сўнг нефт ва газ мустақиллигига ҳам эришилди. Хусусан, углеводородли хомашёни пиролиз қилиш асосида юқори молекуляр бирикмаларни олиш яхши самара бермоқда. Шўртангаз кимё мажмуасида этанни пиролиз қилиб ундан олинган монимерлар асосида турли хилдаги полимер маҳсулотлари ишлаб чиқараётганлигини алоҳида таъкидлаб ўтиш мумкин.

Пиролиз –нефт кимё саноатининг баъзавий жараёни бўлиб ҳисобланади. Шунга қарамадан пиролиз жараёни бошқа жараёнларга нисбатан анча термик жиҳатдан қаттиқ “жёский” бўлиб, бу жараёнда асосан газлардан алкенлар: этилен, пропилен ва бутиленлар олиниши билан бирга кўшимча тарзда пиролиз смоласи ҳам ҳосил бўлади. Бу ҳосил бўлган пиролиз смоласидан асосан ароматик углеводородларни ишлаб чиқариш мумкин. Ҳозирги кунда 75% нефт кимё синтизи учун олинаётган маномерлар айнан шу пиролиз йўли орқали олинмоқда. Пиролиз жараёни учун хомашё танлаш жуда муҳим саналади. Чунки, пиролиз жараёнида ҳосил бўладиган маҳсулот хомашёга жуда ҳам боғлиқдир. Номал алканларни пиролиз қилсак бунда этан тўлақонлигича этиленга айланади. Пропан бутанни пиролиз қилганда эса кўп миқдорда этилен ва пропилен ҳосил бўлади. Агар углеродлар сони тўртадан юқори бўлса ҳам унда этилен ҳосил бўлиши 50%ни ташкил этади. Агар изоалканларни пиролиз қилсак унда этиленни чиқиши камайиб кўпроқ газсимон алканлар жумладан асосан метан ҳосил бўлишига қараб боради. Пиролиз жараёнида паст ҳароратда олиб борсак асосан ароматик углеводородларни ҳосил бўлиши балласт яъни кўпайса юқори ҳароратда эса кокс билан пиролиз смоласини кўпайишини айтиш мумкин. Циклоалканларни пиролиз қилганда эса асосан бутадиен ҳосил бўлиши кўпайиб у 15% га етиши мумкин. Одатда пиролиз қурилмасини биринчи навбатда этилен олиш қурилмаси деб ҳам аталади. Жараён пропилен, бутадиен ва ацетиленни максимум чиқишига йўналтирилиши мумкин. Пиролиз газлари билан бир қаторда кам миқдорда суюқ маҳсулот –

смодалар ҳосил бўлади. Смодалар таркиби асосан кўп миқдордаги моноциклик (бензол, толуол, ксилоллар) ва полициклик (нафталин, антрацен ва бошқалар) ароматик углеводородлардир. Пиролиз орқали олинган этилен полимерлар, этилспирт ва этилен оксиди ишлаб – чиқаришга юборилади. Жараёнда ҳосил бўладиган пропилен асосан полипропилен, акрилонитрил ва бутадиен ишлаб-чиқаришда фойдаланилади. Пиролиз жараёни хомашёси сифатида углеводородли газлар, енгил бензин фракциялари, газ конденсатлари, каталитик риформинг рафинатлари, керосин ва газойль фракциялари ҳизмат қилади. Сўнгги йилларда нефт ва нефт қолдиқлари пиролизи бўйича тадқиқотлар ўтказилмоқда. Жараён хомашёни танлаш билан пиролиз мақсади аниқланади. Пиролиз маҳсулотлар чиқиши хомашё сифатига ва қурилма технологик режимига боғлиқдир. Этанни пиролизда этиленни чиқиш миқдори кўп бўлади. Хомашёни оғирлашиши билан этилен чиқиши камаяди ва бир вақтда пиролиз смоласи ва кокс чиқиши ортади. Жараён ҳароратини ошириш ва реакция вақтини камайтириш орқали этилен чиқиши кўпаяди. Тўйинмаган углеводородлар чиқишини ошириш ва кокс ҳосил бўлишини камайтириш учун реакция аралашмага турли қўшимчалар берилади, масалан: сув буғи, водород, метан ёки водород-метан аралашмаси. Пиролизни турли маълум вариантлари мавжуд: қаттиқ иссиқлик ташувчили, ўта қиздирилган сув буғида, электроразрядли найларда, кучланиш ёйларида, катализаторли тизимда ҳамда саноатда кенг тарқалгани қувурли печларда ўтказиладиган пиролиздир. Замонавий пиролиз қурилмаларининг асосий маҳсулотлари 99,9% (масс.) тозаликдаги этилен, 99,9% (масс.) тозаликдаги пропилен, таркиби 30 – 40% (масс.) бутадиендан иборат бўлиб, бутан-бутадиен фракцияси, 25 – 30% (масс.) изобутелин ва 15 – 30% (масс.) н-бутилен ва пиролиз смоласи ҳисобланади. Пиролиз смоласи турли вариантлар бўйича фракцияларга ҳайдалади, яъни ундан ароматик углеводородлар, бензин ва қолдиқ олинади. Этан ва пропанни пиролиз қилинганда тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, ҳақиқатдан ҳам босим оширилиши тўйинмаган газ кўринишли реакция маҳсулотларидан ҳосил

бўлган суюқ полимерлар чиқиши ортади. Бошланғич хомашё таркибида метанни миқдори - пиролиз натижалари таҳлилига кўра ижобий таъсирга эгадир. Пиролиз печлари конструкцияси нефтни қайта ишлаш заводларида қўлланиладиган печлардан деярли фарқ қилмайди. Асосан икки камерали, икки томонлама қиздириладиган ён экранли вертикал печлар, ҳамда радиант – конвекция типдаги печлардан кенг фойдаланилади. Пиролиз жараёни мақбул (оптимал) шароити қисқа тўқнашув вақтида юқори ҳарорат ҳисобланади. Маҳсулотни реакция зонасида ўртача бўлиш вақти 0,7– 1,5 секундни ташкил этади. Қисқа вақтли тўқнашувни таъминлаш учун змеевик қувурларида буғ ҳаракатни юқори тезлиги талаб этилади. Этан ва пропан пиролизида амалий маълумотларга кўра газ тезлиги печга киришда 10–17м/с ни ташкил этса, чиқишда 150 – 200м/с га этади. Бундай юқори тезлик змеевик узунлиги бўйлаб босимлар фарқи катта бўлмаслиги керак. Змеевикли печда одатда босимлар фарқи 0,7 – 2 ат. ни ташкил этади. Оширилган босим зарарли тасирини камайтириш учун печ қувурларига, хомашёга нисбатан камида 10 % масс. сув буғи берилади.

Ҳозирги замон технологиялари ва халқ хужалигининг тараққий этиши билан нефт, нефт маҳсулотлари ва газга бўлган талаб кун сайин ошиб бормоқда. Мамлакат оғир ва енгил саноати, транспорти ва қишлоқ хужалиги 200 турдан ортиқ нефт маҳсулотларини такомиллашган ва арзон ёқилғи сифатида электр станцияларида, металлургия ва бошқа саноат корхоналарида кенг ишлатиб келмоқда. Табиий газ кимёсаноати учун энг яхши хом ашё ҳисобланади.

Газ саноати мамлакат умумий энергетика тизимининг узвий бир қисми ҳисобланади. Энергияни ишлаб чиқариш, ишлатиш ва уни истеъмол қилиш бир бири билан чамбарчас боғланиб умумий тизимга келтирилган. Бу эса тизимнинг ҳамма ташкил этувчиларнинг иши юқори даражада ташкил этилишини талаб қилади. Магистрал қувур тармоқларининг ортиши мамлакат ишлаб чиқариш саноатининг юксалишига замин яратиб беради. Энергетик ресурсларнинг узлуксиз равишда ва технологик қурилмаларнинг

ўзига узатилиши нефт ва газ истеъмол қилувчи корхоналарнинг техник маданияти ва иш самарадорлигини ошишига омил бўла олади.

Йилига ишлаб чиқарилаётган 55 млрд метр кубдан ортиқ табиий газ, «Ўзтрансгаз» АК қарамоғидаги узунлиги 13000 км дан ортиқ бўлган магистрал газ қувурлари орқали керакли манзилларга етказиб берилмоқда. Истеъмолчиларни нефт ва нефт маҳсулотлари билан таъминлаш умумий резервуарлар саройининг ҳажми 1,1 млн метр кубдан ортиқ бўлган 60 та (шоҳобчалари билан бирга) тақсимловчи нефт омборлари ва умумий резервуарлар саройининг ҳажми 380 минг метр куб бўлган 2 та узатувчи нефт омборлари (Ангрен ва Поп) орқали амалга оширилмоқда. Булардан ташқари республикамизда халқаро андозаларга жавоб берувчи 6 та «Комплекс автосервис пунктлар» ташкил етилган. Булар транспорт воситаларига ёқилғи қуйиш, техник хизмат кўрсатиш билан бирга турли кўринишдаги маданий-маиший ишларни ҳам амалга оширадилар.

Истеъмолчилар томонидан газ ишлатишдаги нотекисликларни (суткали, мавсумий) компенсация қилиш мақсадида республикамизда ер усти газ сақлагичлари (газголдерлар) ва ер ости газ омборларидан (Хўжаобод, Газли, Шимолий Сўх) фойдаланилмоқда.

Нефт таркибининг ўзига хос хоссалари ва ишлатиш жойларининг аниқланиши кўп миқдордаги нефтни қазиб олиш ва уни қайта ишаш каби муаммоларни юзага келтирган. Бундай муаммолар XVIII—XIX асрларга келиб ўз ечимини топа бошлади, яъни нефтни саноат миқёсида олиш ва қайта ишлаш қурилмаларини қуриш бошланди.

Ҳозирги вақтда нефт ва газ саноати ходимлари олдида янги нефт ва газ конларини топиш, ишлаб турган конларимиз бағридан иложи борича купрок нефт ва газ чиқариб олишни таъминлаш, нефт ва газ кудукларини бургилаш технологиясини илгор ва замонавий усулларини куллаган холда ер чиқариш имкониятларини бажариш масалалари энг долзарб мавзу сифатида қуйилгандир.

Мустақиллик йилларида соҳада амалга оширилган туб ўзгаришлар самарасини бермоқда. Хорижий инвестициялар ўзлаштирилмоқда. Жаҳон миқёсидаги лойиҳалар ишлаб чиқилиб, ҳаётга муваффақиятли татбиқ этилмоқда. Чунончи, Сурғил кони негизида бунёд этилаётган Устюрт газ-кимё мажмуаси жаҳон нефть-газ соҳасидаги энг йирик лойиҳалардан биридир. Жанубий корейлик шериклар билан ҳамкорликда амалга оширилаётган ушбу лойиҳанинг умумий қиймати 3,9 миллиард АҚШ долларини ташкил этади. Унинг амалга оширилиши йилига 4,5 миллиард куб метр табиий газни қайта ишлаш ҳисобидан 3,7 миллиард куб метр газ, 387 минг тонна полиэтилен, 83 минг тонна полипропилен, 102 минг тонна пиролиз бензини ва бошқа зарур маҳсулотлар ишлаб чиқариш имконини беради. Мамлакатимиз энергетика мажмуасини ривожлантиришда ҳам салмоқли ютуқларга эришилмоқда.

Шу йилнинг июль ойи охирида жаҳондаги энг нуфузли ахборот агентликлари, интернет нашрлари юртимизда рўй берган навбатдаги оламшумул воқеа – Шўртан газ-кимё мажмуаси яқинида синтетик суюқ ёнилғи (GTL) ишлаб чиқаришга ихтисослашган ноёб завод – “Uzbekistan GTL” қўшма корхонасининг қурилиши бошлангани ҳақидаги хабарни тарқатишди. “Ўзбекнефтгаз” МХК ҳамда “Sosol” компанияси (Жанубий Африка Республикаси) ва “Petronas” корпорацияси (Малайзия) ҳамкорлигида бунёд этиладиган ушбу улкан корхона пойдеворига уч мамлакат вакиллари томонидан эсдалик капсуласи жойланар экан, телекўприк ёрдамида тўғридан-тўғри кўрсатилган бу тасвирларни юртдошларимиз ғурур ва ҳаяжон ила, чет эллик экспертлар эса ҳавас ва ҳайрат билан кузатишди. Зеро, шу пайтгача бундай йирик GTL заводлари сайёрамиздаги атиги 2 та давлатда барпо қилинган бўлса, Ўзбекистон мазкур рўйхатдан ўрин олган учинчи мамлакат бўлди.

Дастлабки ҳисоб-китобларга кўра, лойиҳа қиймати қарийб 4 миллиард АҚШ долларига тенг бу замонавий корхонада ҳар йили 3,5 миллиард кубметр ҳажмдаги метан газни қайта ишланиб, 1,5 миллиард тоннадан ортиқ



синтетик суюқ ёнилғи, шу жумладан, 860 минг тонна дизель ёнилғиси, 300 минг тонна авиакеросин, 390 минг тонна нефть ва 11 минг тонна суюлтирилган газ каби ноёб ва харидоргир маҳсулотлар ишлаб чиқарилади.

Келажакда GTL заводининг инфратузилма объектлари қад ростлайдиган қурилиш майдончасида тарихий лаҳзалар гувоҳига айланган эканмиз, 2001 йил 20 декабрь куни Шўртан газ-кимё мажмуаси очилишига бағишланган тантанали маросимда Юртбошимиз томонидан янги корхона раҳбарига топширилган рамзий калит – ҳозир ШГКМ музейида сақланаётган нодир экспонат ёдга тушади. Кейинги ўн йилдан ортиқ вақт давомида ушбу рамзий калитга эга фидойи жамоа қанчадан қанча хазиналар очганлиги ва улардан нечоғли кўп инсонлар баҳраманд бўлаётганлиги кишида илиқ таассуротлар уйғотади.

Истиқлолнинг қудрати шу қадар эканки, нисбатан қисқа вақт ичида қип-қизил саҳрода жаҳондаги энг замонавий технология ва техник ускуналар билан жиҳозланган улкан мажмуа қад ростлади. Энг муҳими, бу ноёб корхонанинг ишга тушиши, давлатимиз раҳбари олдиндан кўра билиб айтганидек, наинки Қашқадарё вилояти салоҳиятини, айти пайтда бутун мамлакатимизнинг индустрия қудратини янги босқичларга кўтаришга беқиёс ҳисса қўшди.

ШГКМнинг бунёд этилиши юртимизда ва хусусан, Қашқадарёда биргина саноат соҳаси эмас, балки уй-жой ва ижтимоий инфратузилма объектлари қурилиши, илғор технологияларга асосланган қишлоқ хўжалиги тармоқларига хизмат кўрсатиш, спорт, илм-фан, маданият ва бошқа жабҳаларнинг бир неча поғона юқори кўтарилиши учун мустақкам пойдевор яратди.

**Мавзунинг долзарблиги:** Маълумки, республикамызда синтетик юқори молекуляр бирикмалар (полиэтилен, полипропилен) ишлаб чиқариш учун хомашё сифатида кўп миқдорда мономерлардан этилен ва пропилен керак бўлади. Шу мақсадда дастлаб хом-ашё таркибини таҳлил қилиш, асосан

пиролиз жараёнида хомашёни этилен ва пропилен ҳосил бўлишга қаратиш, ҳосил бўлган мономерларни тўлиқ ажрата олиш, жараёнининг кинетик қонуниятларини ўрганиш, жараён кимёвий мувозанат константасини муқобил танлаб олиш вазифалари мавзунинг долзарб муаммолари сифатида қараш мумкин.

**Ишнинг мақсади:**Этанни пиролиз қилиш жараёнида ҳосил бўладиган этиленни ва пропиленни миқдорини ошириш бўйича изланишлар олиб бориш ва этилен мономерини аралашма таркибидан тоза ҳолатда ажратиб олишнинг муқобилпараметрларини излаб топиш мақсадга мувофиқ ҳолда қараб чиқилади. Бундан ташқари пиролиз жараёни учун энг характерли бўлган жиҳатлардан бири муқобил “оптимал” режимни танлаш ва шу асосида жараённинг техник-иқтисодий самарадорлигини ошириш чора тадбирлари ишнинг бош мақсади бўлиб ҳисобланади.

**Илмий янгилиги:**Этилен, этан ва бошқа моддаларни турли методлар ёрдамида ҳосил қилиш билан газлар аралашмасини ажратиш мумкин. Бу метод газлар аралашмасини жуда паст ҳароратларгача совитишга ҳамда ҳосил бўлган фракцияларни аралашмалардан тозалашга асосланган. Бу усул билан газлар аралашмасидан ундаги этиленнинг 98% ини ажратиб олиш ва ҳаммаси бўлиб 0,02% га яқин қўшилма бўлган маҳсулот ҳосил қилиш мумкин. Янги ишлаб чиқаришни яратишда – этанни пиролиз қилишда кимё технологиясининг илгари топилган умумий қонуниятларидан ва баъзи маҳсулотларнинг ишлаб чиқарилиш тажрибасидан фойдаланилади.

**Амалий жиҳатдан баҳолаш:** Маълумки, этан ёпиқ циклда этиленга айланади. Уни фракцияларга ажратишда қўшимча аралашмалар иложи борича кам бўлиши керак. Циркуляция газида инерт газлар кўп бўлгани учун ундан аралашманинг бир қисмини вақти-вақти билан чиқариб туриш керак бўлади, яъни қўшимчалар (15% га яқин) сақланади. Инерт ва бошқа углеводород газларидан тозаланган этилен полимер олиш учун хом ашё

бўлгани учун уни фракцияларга ажратиш учун энг иқтисодий самарали йўлни танлаб олиш амалий жиҳатдан муҳим масала бўлиб, ҳисобланади.

**Мавзуга оид чоп этилган мақолалар:** Диссертация мавзусига оид 3-та мақола ва битта тезис чоп этилган.

**Ишнинг структураси ва ҳажми:** Диссертация кириш қисмидан, учта боб ва хулоса ҳамда фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат бўлиб, 86-та стандарт ёзув вароғида (ўн олти минг тўрт юз йетмиштўртта сўздан) текст сифатида 20та расм ва 6-та жадваллар шаклида баён этилган:

#### **Чоп қилинган илмий ишлар рўйхати:**

1. Ашуров О.О. Сафаров Б.Ж. Влияния температуры на кинетике процесса пиролиза этана. Вопросы науки и образования, (журнал), Москва, (декабрь-2017г №11 (12)). 54-56 стр
2. Сафаров Б.Ж., Ашуров О. Экология добычи нефти. “Роль науки и образования в решении экологических проблем”. Материалы республиканской научно-практической конференции. Бухара-2018. Стр.122.
3. Сафаров Б.Ж., Ашуров О. Проблемы утилизации углекислого газа. “Роль науки и образования в решении экологических проблем”. Материалы республиканской научно-практической конференции. Бухара-2018. Стр. 129.

## 1. Боб. Адабиётлар шарҳи

### 1.1. Этиленнинг нефт газкимё саноатида ишлатилиши.

Нефт кимёвий саноатида тўртта углеводород: этилен, пропилен, бутадиен ва бензоллар муҳим аҳамиятга эга. Нефткимёвий маҳсулотларининг кўп қисми шу моддалар асосида ишлаб чиқарилади. Этиленни нефт кимё саноатида ишлатилиши: полиэтилен 50,1% поливинилхлорид ва бошқа этиленни хлорли бирикмалари -18,5% этилбензол (стирол учун)- 8,0%, этиленоксид ва этиленгликол -12,3%, этил спирт ацетальдегид винилацетат пропионли альдегид (ёки кислота) мустаҳкам маҳсулотлар -11,1% ишлаб чиқариш ва истеъмол қилиш кўламлари бўйича этилен биринчи ўринни эгаллайди. Этилен ишлаб чиқаришнинг асосий усули – углеводородли хом ашёни пиролизлашдир. 1980 йилда этиленни дунё миқёсида ишлаб чиқариш қуввати йилига 60 млн. тонна, 1995 йилда эса бу кўрсаткич йилига 90 млн. тоннадан юқори бўлди [1]. Этиленни истеъмол қилишнинг охириги тузилишида пластмассалар (полиэтилен, поливинилхлорид, полистрол 60–70 % ни эгаллайди. Этиленнинг энг йирик истеъмолчиси бу полиэтилен ишлаб чиқариш саноатидир. Юқори босимли (кичик зичликли) полиэтиленни радикалли полимерланиш усули билан 200–270 °С ва 100–350 МПа да инициаторлар (кислород, органик, пероксидлар) иштирокида оладилар [2]. Ўрта босимли полиэтиленни оксидли катализаторлар иштирокида 130–170 °С ва 3,5–4,0 МПа да оладилар. Паст босимли (юқори зичликли) полиэтиленни ишлаб чиқаришда Циглернинг металлоорганик катализаторларини 75–85 °С ва 0,2–0,5 МПа босимда қўллайдилар. Этиленнинг кўпгина қисми этилен оксидини ишлаб чиқариш учун сарфланади. Кўпгина ривожланган мамлакатларда этиленни каталитик оксидлаб этилен оксиди олинади. Энг кўп ишлатиладиган катализатор–кумушли ташувчи (ташувчида кумуш). Этилен оксидининг асосий миқдори (58 %) антифриз, полиэфир толалар ва бошқа маҳсулотлар олиш учун қўлланиладиган этиленгликолнинг ишлаб чиқаришда сарфланади. Этилен оксиди молекуляр массаси катта бўлган

гликолла, мураккаб эфирлар, этаноламин ва сирт-фаол моддаларни ишлаб чиқаришда дастлабки материал бўлиб ҳисобланади. Этиленни гидратациялаб бутadiен ишлаб чиқариш учун қўлланиладиган этил спирти олинади. Аммо бу усул бутан ва бутиленлардан бутadiен ҳосил қилиш усулига қараганда тежамлилиги камдир. Этил спиртининг келажакдаги ишлатилиш йўналиши бўлиб, оксилли дармон-дорили концентратларни ишлаб чиқариш ҳисобланади.  $\text{CH}_2=\text{CH}_2-\text{Cl}_2$   $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$  дихлорэтан  $-\text{HCl}$   $\text{CH}_2=\text{CHCl}$  винил хлорид полимерланиш  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_n$  поливинилхлорид  $\text{HOCl}$ ,  $\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_2$ ,  $\text{O}-\text{HCl}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5$  этилен оксиди оксидланиш (катализатор  $\text{Ag}$ ) этилбензол  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$  суний каучук стирол полимерланиш полистирол  $\text{C}_8\text{H}_8$ ,  $n\text{CH}_2\text{ClCH}_2$ ,  $n\text{CCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$  суный тола ва бошқа материаллар полимерланиш  $\text{C}_2\text{H}_4$  n-полиэтилен  $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$  этил спирти  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  дивинил суний каучук дегидрогенлаш  $\text{CH}_3\text{CHO}$  оксидланиш  $\text{CH}_3\text{COOH}$  сирка кислота этиленни нефт кимёси саноати миқёсида кенг ишлатилади [3].

## 1.2. Этилен ва пропиленнинг кимёвий хоссалари

Ҳозирги вақтда пропиленни дунё миқёсида ишлаб чиқариши йилига тахминан 30 млн. тоннани ташкил қилади. Пропиленнинг асосий ишлаб чиқариш усули бу пиролиздир. Пропилен асосида олинадиган яна муҳим маҳсулот бу акрилонитрилдир. Акрилонитрил синтетик тола ва каучук олиш учун мономердир. Унинг амалдаги ягона олиниш усули бўлиб пропиленни оксидловчи аммонолизи ҳисобланади. Пропилен оксиди полиуретанлар, пропиленгликол, сирт-фаол моддалар ишлаб чиқаришда ва бошқа соҳаларда ишлатилади.  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}-\text{CH}_3$  изопропиленбензол ва пропиленни нефт кимёси саноати миқёсида ишлатилаши пропиленни сульфат кислотали гидротацияси билан изопропил спирти олинади ва у пергидрол, ацетон, иккиламчи алкилсульфатлар, гидротормозли суюқлик олишда қўлланилади. Пропиленнинг кўп миқдори бутил спиртларини ишлаб чиқаришда сарфланади, улар эса ўз навбатида пластификаторлар (дибутилфталат), локлар, бўёқлар, эритувчилар олиш учун қўлланилади.

Пропилендан оксосинтез йўли билан олинган мой альдегиди 2-этилгексанони олишда дастлабки модда бўлиб ҳисобланади. 2-этилгексанол эса ўз навбатида пластификаторлар ва синтетик мойлар олишда қўлланилади.

*Этиленни олиниши ва кимёвий хоссаси:* 1.  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  этилен оксидини олиш усули ҳозирги вақтда этилен оксиди икки усул билан олинади: этиленни тўғридан-тўғри оксидлаш ва хлоргидрин усули билан этиленни тўғридан-тўғри оксидлаш йўли билан: этиленни тўғридан-тўғри оксидлаш жараёни кумуш катализаторида  $220-280^\circ\text{C}$  ҳароратда ва 7-10 ат босимда кетади:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{CH}_2$  оксидлаш учун 98% ли этилен қўлланилади у ҳаво билан аралаштирилиб, реакцион аралашмадаги унинг концентратцияси 3% ни ташкил этади. Катализатор билан контакт вақти 1,5 сек. Оксидланиш жараёнини одадда стационар катализаторда, камроқ - қатламда ҳам олиб борилади. Жараён пиринципиал технологик схемаси қуйдагидан иборат: Этилен ва ҳаво тозалагичлардан ўтиб аралаштирилади, иссиқлик алмаштиргичдан ўтиб (у контакт газлар иссиқлиги ҳисобига исийди) реакторга боради. Реактор қувурчали ( $d=25\text{мм}, L=3-9\text{м}$ ). Қувурчалар оралиғида реакция иссиқлигини олиб кетадиган иссиқлик ташувчи айланиб ҳаракат қилади. Оксидлаш маҳсулоти реактордан чиқиши билан иссиқлик алмаштиргичда ва совутгичда совутилади ва абсорберга жўнатилади. Абсорцияни 7-10 ат босимда олиб борилади ушбу шароитда этилен оксиди сувда эрийди. Абсорбердан чиқаётган 1,5% яқин этилен савловчи газлар оксидлашни иккинчи босқичга йўналтирилади. Десорбер олдида босимни ташлаш этилен оксидини сувдан 99,5% тозликда ажратиш имконини беради. Этилен оксидини хлоргидрин усули билан олиш: Этилен оксидини хлоргидрин усули билан олиш икки босқичдан иборат: Биринчи босқичда этилен ва хлор сув орқали ўтказилганда этиленхлоргидрин ҳосил бўлади.  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{CH}_2 + \text{HCl} + \text{OH}$  реакция ҳарорати  $48-52^\circ\text{C}$  босими 1,1 атм. га яқин. Иккинчи босқичда этиленхлоргидрин эритмасига  $90-100^\circ\text{C}$  ҳароратли оҳак сути эритмаси (10-12% концентратцияли) қуйлиб совунланрилади  $2\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Сўнгра

сувли эритмада этилен оксиди ҳайдалади. Этилен оксидини тўғридан-тўғри оксидлаб олиш иқтисодий кўпроқ нафи бордир, чунки ушбу усулда хлор сарф қилинмайди. Хлоргидрин усулида 1т этилен оксиди олиш учун 1,9 т хлоро сарфланади. Тўғридан – тўғри оксидланиш йўли билан олинган этилен оксидини тан нархи хлоргидриднинг усулидагига нисбатан 20% паст. Этиленни тўғридан-тўғри гидратация қилиш 1932 йилдаёқ ўрганила бошлаганэди [4]. Жараён каталитик. Катализаторни икки синфга бўлиш мумкин: 1. Суюқ. катализаторлар: сульфат кислота ( $H_2SO_4$ ), хлорид кислота ( $HCl$ ), фосфат кислота( $H_3PO_4$ ) 2.Қаттиқ катализаторлар: 1)  $CaO+0,5B_2O_3+3,6H_3PO_4$  (кальций оксиди бор оксиди +фосфат кислота); 2) Силикагелдаги  $H_3PO_4$ ; 3) Алюмосиликатдаги  $H_3PO_4$ ; 4) Турли ёувчилардаги  $WO_3$  (вольфрам оксиди). Санаб ўтилган катализаторлардан алюмосиликатдаги  $H_3PO_4$  ва силикагельдаги вольфрам оксиди sanoat ахамиятига эга. Ҳамдўстлик мамлакатларида (РФ) этиленни тўғридан-тўғри гидратация усули билан этил спирт ишлаб чиқаришнинг биринчи sanoat курилмаси 1949 йилда ишга туширилган. Этиленни тўғридан-тўғри этил спиртига гидратация жараёни бир босқичда кетиб, қайтар экзотермик реакциядан иборат:  $C_2H_4+H_2O \rightarrow C_2H_5OH+10,9$  ккал/моль Реакция хажмининг камайиши билан кетганлиги сабаб, термодинамик жараёни спирт ҳосил бўлиш томонига мувозанатни силжитиш омиллари қуйидагилардир: юқори босим, қуйи ҳарорат сув ва этиленларни юқори нисбатлари. Жараёнга шароитларни таъсири: Этиленни тўғридан-тўғри гидратация жараёни ҳарорат, босим, сув ва этиленларни нисбатлари турлича таъсир кўрсатади.

Ҳароратнинг таъсири: Қуйи ҳароратда этиленни сувга ютилиши яхшироқ кечади ва реакциянинг термодинамик эхтимоли  $0^\circ C$  дан паст ҳароратда жойлашган, бироқ шароитларни танлаш реакция тезлигига, олефинни реакцион қобилиятига ва қўлланилаётган катализаторларни активлигига боғлиқдир. Этиленни конверциясини ҳарорат ва босимга боғлиқлиги Бироқ ханузга ча  $270-300^\circ C$  ҳароратдан пастда етарли активлик билан ишлайдиган катализаторлар топилган эмасли [5] адабиётда

такидланади. Шундай қилиб, этиленни тўғридан-тўғри гидратацияси жараёнига қуйидаги факторлар таъсир кўрсатади: ҳарорат, босим, сув ва этиленларни моль нисбатлари, этиленни ҳажмий тезлиги [ҳажмий тезлик (W) деб бир соатдаги хом ашё ҳажмини катализатор ҳажмига нисбатига айтилади]. Этиленни конверсиясини ҳарорат ва босимга боғлиқлигини. Бирдай босимда ҳароратни 150 дан 350°C гача оширилиши конверсияни кескин пасайишига олиб келади, синалаётган катализаторлар фақат юқори ҳароратларда активлигини ҳисобга олсак, 280-300°C да конверсия (~ 5%) пастдир. Босимнинг таъсири: Босим қатталиги икки фактор билан боғлиқдир: 1) этиленни ўз парциал босими билан; 2) сув буғларининг конденсатланишини бошланиши билан. Этиленни парциал босимини ошиши билан реакциянинг тезлиги ошади. Катализинг актив бошланиши сифатида ёювчини юзида суюқ агрегат ҳолатда жойлашган ва концентрацияси катализатор юзида сув буғининг таранглигига боғлиқ ҳолда бўлган эркин фосфат кислотасидир. Одатда фосфат кислотанинг концентрацияси 83-85% оралигида бўлади. Агарда сув буғининг таранглигига катализатор юзида кучли ошса-сув буғлари конденсатланади ва фосфат кислотани суюлтиради, Натижада спиртнинг салмоғи кескин пасаяди. Шунинг учун системани умумий босими (П) 70-75ат. Сув буғининг парциал босими  $P_{H_2O}$  20-27-30ат. Этиленни парциал босими  $P_{C_2H_4}$  30-38ат. Сувни этиленга нисбатини таъсири: Жараённи белгилаб берувчи зарур фактор сувини этиленга нисбатан моль нисбатларидир. Амалда сувни этиленга моль нисбатлари 0,6-0,7:1га тенг қилиб ушлаб турилади. Бундай нисбатларни танлаш фосфат кислотаси концентратиясини 83-85% да сақлаб туриш билан боғлиқлиқлиги [6] адабиётда келтирилган. Бошқа факторлар таъсири: Контакт вақти (ҳажмий тезликка тескари қатталиқ)-18÷20сек, унинг қийматини ошириш этиленни конверциясини оширади. Реакция ёнаки маҳсулотлари миқдорини ҳам ошишига олиб келади. Этиленни ҳажмий тезлиги 1800-2000-соат<sup>-1</sup> бир ўтишда этиленни конверцияси 4-6%. Этиленни тўғридан-тўғри гидратация қилиш қурилмаси иш режими қуйидагичадир: умумий босим, 70-75ат -



харорат, 280-300 °С моль нисбат,  $H_2O/C_2H_4=0,7:1$  -Контакт вақти, 18÷20сек. этилени хажмий тезлиги 1800-2000 соат<sup>-1</sup>/м<sup>3</sup> катализаторда олинган спирт миқдори, 190- 200кг/соат катализатор 500 соат ишлайди, ундан сўнг фосфат кислота тез кетиб қолиши оқибатида унинг активлиги тушиб кетади, шу сабабли жараён пайтида катализаторга янги  $H_3PO_4$  кўшиб турилади ва уни регенерациясиз хизмати 900 соатгача узайтирилиши [7] айтиб ўтилган. Реакцияни ёнаки маҳсулотлари куйидагилардир: диэтил эфири ( $C_2H_5-O-C_2H_5$ )-2%; ацетальдегид -1%; полимерлар -2% Этилен конверсиясини куйидаги ва шу боис этиленни кўп маротаба циркуляцияси - жараёни жиддий камчилигидир. Ушбу камчилик тозаллиги 98% дан кам бўлмаган концентранган этиленни мажбуран ишлатишни тақозо этади. Суюқ фазада этиленни сув билан 250-300°С ҳароратда ва 300ат босимда гидратация қилиш жараёни ишлаб чиқилган [8]. Катализатор сифатида силикагелда  $W_2O_3$  (15-20%) қўлланилади. Усулнинг афзалликлари: катализатор аппаратури коррозияга учратмайди; сувни буғлатишга ва сув буғини ўта қиздиришга катта миқдорда иссиқлик сарфи талаб қилинмайди. Катализатор буғ фазадаги гидратация учун яроқсиздир, чунки бу шароитда у кам активдир. Усулнинг камчилиги-катализатор нархини юқорилигидадир. Акрилонитрил алкенларни юқори молекуляр полимерларгача полимерлаш қимматбаҳо полимер материаллари – полиэтилен, полипропилен ва полиизобутиленларни беради [9]. Этилен ва пропиленларни хлорлаш ва гидрохлорлаш айрим эритувчи ва оралик маҳсулотларни олишда аҳамиятли усуллардир. Нордон катализаторлар иштирокида алкенларнинг гидратацияси спиртларнинг ҳосил бўлишига олиб келади.

### **1.3. Пиролиз жараёни тавсифи**

Нефт ва газ кўринишидаги хомашёларни термик крекинглашни, яна бир кўриниши пиролиз деб аталиб, у крекингнинг юқори температурада ўтказиладиган формасидир [10]. Таркиби кўп миқдордаги тўйинмаган углеводород газларини олиш учун жараён асосан 670 дан 1200<sup>0</sup>С гача бўлган температураларга амалга оширилади. Одатда пиролиз қурилмасини биринчи

навбатда этилен олиш қурилмаси деб ҳам аталади [11]. Жараён пропилен, бутадиен ва ацетиленни максимум чиқишига йўналтирилиши мумкин. Пиролиз газлари билан бир қаторда кам миқдорда суюқ маҳсулот – смолалар ҳосил бўлади. Смолалар таркиби асосан кўп миқдордаги моноциклик (бензол, толуол, ксилоллар) ва полициклик (нафталин, антрацен ва бошқалар) ароматик углеводородлардир. Пиролиз орқали олинган этилен полимерлар, этилспирт ва этилен оксиди ишлаб – чиқаришга юборилади. Жараёнда ҳосил бўладиган пропилен асосан полипропилен, акрилонитрил ва бутадиен ишлаб-чиқаришда фойдаланилади. Пиролиз жараёни хомашёси сифатида углеводородли газлар, енгил бензин фракциялари, газ конденсатлари, каталитик риформинг рафинатлари, керосин ва газойл фракциялари хизмат қилади. Сўнгги  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$   $\text{H}_2\text{-O} - \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3\text{OH}$  йилларда нефт ва нефт қолдиқлари пиролизи бўйича тадқиқотлар ўтказилмоқда [13, 14]. Жараён хомашёни танлаш билан пиролиз мақсади аниқланади. Пиролиз маҳсулотлар чиқиши хомашё сифатига ва қурилма технологик режимига боғлиқдир. Этанни пиролизида этиленни чиқиш миқдори кўп бўлади. Хомашёни оғирлашиши билан этилен чиқиши камаяди ва бир вақтда пиролиз смоласи ва кокс чиқиши ортади. Жараён температурасини ошириш ва реакция вақтини камайтириш орқали этилен чиқиши кўпаяди. Тўйинмаган углеводородлар чиқишини ошириш ва кокс ҳосил бўлишини камайтириш учун реакция аралашмага турли қўшимчалар берилади, масалан: сув буғи, водород, метан ёки водород-метан аралашмаси. Пиролизни турли маълум вариантлари мавжуд: қаттиқ иссиқлик ташувчили, ўта қиздирилган сув буғида, электроразрядли найларда, кучланиш ёйларида, катализаторли тизимда ҳамда саноатда кенг тарқалгани қувурли печларда ўтказиладиган пиролиздир. Замонавий пиролиз қурилмалари асосий маҳсулотлари 99,9 % (масс) тозаликдаги этилен, 99,9 % (масс.) тозаликдаги пропилен, таркиби 30 – 40% (масс.) бутадиендан иборат бутан-бутадиен фракцияси, 25 – 30 % (масс.) изобутелин ва 15 – 30 % (масс.) н– бутилен ва пиролиз смоласи ҳисобланади. Пиролиз смоласи турли вариантлар бўйича фракцияларга ҳайдалади, яъни

ундан ароматик углеводородлар, бензин ва қолдиқ олинади. Этан ва пропанни пиролиз қилинганда тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, ҳақиқатдан ҳам босим оширилиши тўйинмаган газ кўринишли реакция маҳсулотларидан ҳосил бўлган суяқ полимерлар чиқиши ортади [15].

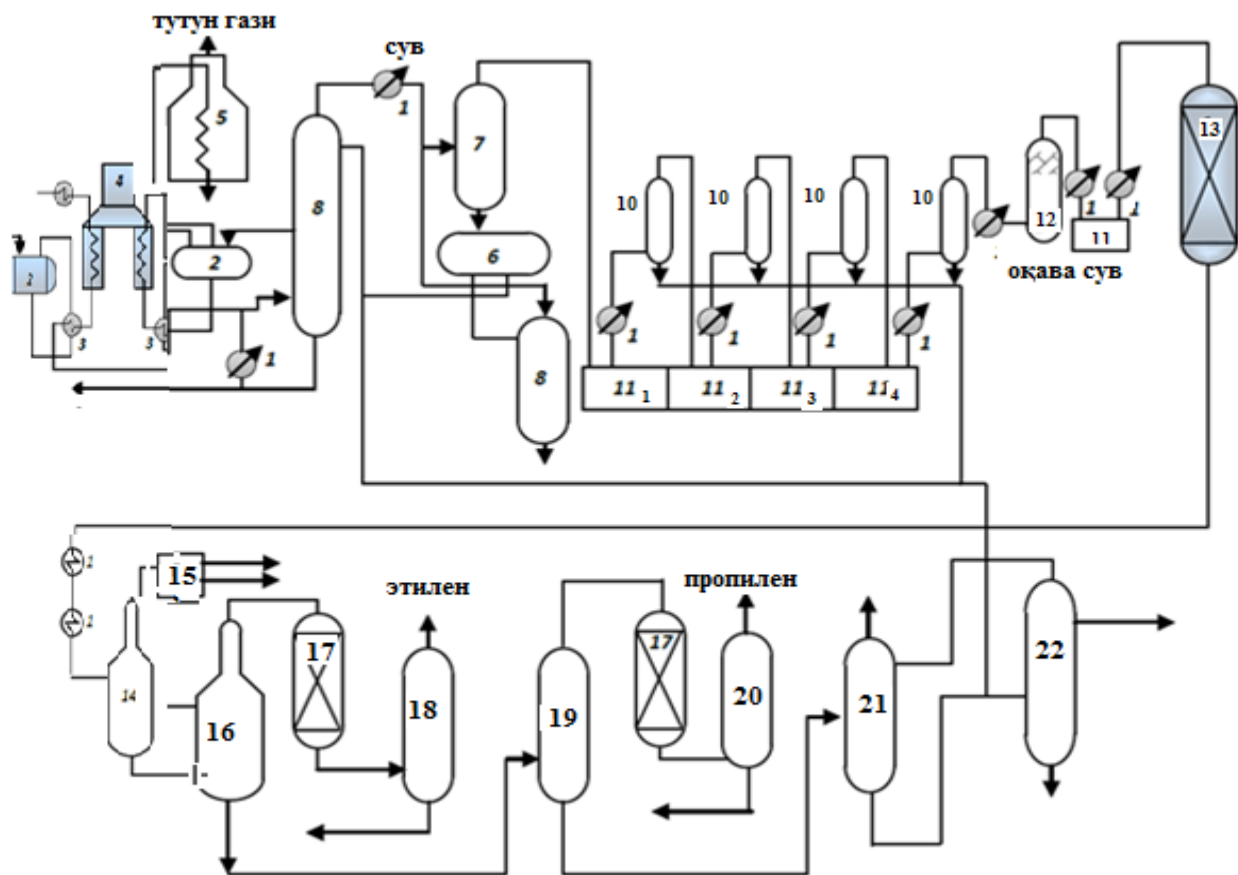
Бошланғич хомашё таркибида метанни миқдорипиролиз натижалари таҳлиliga кўра ижобий таъсирига эгадир. Пиролиз печлари конструкцияси нефтни қайта ишлаш заводларида қўлланиладиган печлардан деярли фарк қилмайди. Асосан икки камерали, икки томонлама қиздириладиган ён экранли вертикал печлар, ҳамда радиант – конвекция типдаги печлардан кенг фойдаланилади. Пиролиз жараёни мақбул (оптимал) шароити қисқа тўқнашув вақтида юқори температура ҳисобланади. Маҳсулотни реакция зонасида ўртача бўлиш вақти 0,7 – 1,5 сек ташкил этади. Қисқа вақтли тўқнашувни таъминлаш учун змеевик қувурларида буғ ҳаракатни юқори тезлиги талаб этилади. Этан ва пропан пиролизида амалий маълумотларга кўра газ тезлиги печга киришда 10–17 м/с ни ташкил этса, чиқишда 150 – 200 м/с га етади. Бундай юқори тезлик змеевик узунлиги бўйлаб босимлар фарқи катта бўлмаслиги керак. Змеевикли печда одатда босимлар фарқи 0,7–2 ат. ни ташкил этади. Оширилган босим зарарли таъсирини камайтириш учун печ қувурларига, хомашёга нисбатан камида 10 % масс. сув буғи берилади. Пиролиз маҳсулотларини совитишда қурилманинг муҳим жиҳозларидан бири 2-тобловчи жиҳоз, кўшимча буғ ишлаб чиқарувчи қозон(котелутилизатор) ва 4-скруббер ҳисобланади. Пиролиз маҳсулотларини тез совитиш учун тобловчи жиҳоз кўшгич (смеситель) га қиздирилган сув берилади, қайсики буғларнинг температурасини 400–600<sup>0</sup>С гача пасайтиради. Буғларни навбатдаги совитишни кўшимча буғ ишлаб чиқарувчи қозон(котельутилизатор) 3 да ва 4-сувли скрубберда ўтади. Скруббер икки қисмдан иборат бўлиб, пастки қисми насадкасиз, юқориси насадкали кўринишдадир. Ҳар иккала қисмга юқоридан сув қуйилиб турилади ва бунда скруббер юқорисидан 60 – 620<sup>0</sup>С гача совутилган пиролиз, пастидан эса смола конденсати ва сув буғи чиқади. Конденсат 5-тиндиргичга

ажралишга тушади, пастидан смола, ўрта қисмдан сув ва юқори қатламдан энгил дистиллятга ажратилади. Дистиллят сув қайта фойдаланиш учун циркуляция тизими қўлланилади. Саноат пиролизида этандан этилен олишдаги доимий температура 750–800<sup>0</sup>С чегарасида [20] бўлади деб таъкидланади адабиётда.

#### **1.4. Углеводород газларининг пиролизи технологияси.**

Илк хом ашё қандай бўлишидан қатъий назар газ холидами суюқликми пиролиз жараёнларини иссиқлик олиб келиш усулига қараб 2 гуруҳга бўлиш мумкин: А) Ташқи иситишли пиролиз жараёни; Б) Ички иссиқдик олиб келиш билан пиролиз жараёни. Хозирги вақтда ташқи иситишли биринчи гуруҳ жараёни кўп тарқалган бўлиб, қувурли печлардаги пиролизнинг турли гхемалари мавжуддир. Хом ашё ва циркуляция газлари сув буғи билан аралашиб, қувурли печга киради ва у ерда 780-800<sup>0</sup>С гача ((илк хом ашё ва мақбул махсулотга қараб) жуда қисқа вақт ичида секцияда кўп масса) қизийди. Печдан чиқаётган пирогаз унга мой, сув ёки бензини очилиб тезда совутилади, сўнг сиқилади, сувсизлантирилади, механик ва кимёвий қўшимчалардан тозаланади ва таркибий қисмларга ажратиш учун жўнатилади. Қувурли печларда пиролиз куйидагилардан иборат: 1)кичик ишлаб чиқариш қуввати; 2)печни илон изи қувурлари учун юқори пўлатни ишлатиш зарурати; 3)илон изи қувурларнинг юқори гидравлик қаршилиги бу эса киришда босимнинг ошишига ва олефинларни салмоғини пасайишига олиб келади; 4)ишининг даврийлиги коксни ёқиб юбориш учун ишини тўхтатиш зарурати мавжудлиги била ажралиб туради. Бирок, ушбу камчиликлар жараёни технологик безашдаги оддийлик орқали ўзини оқлайди. Қувурли пиролиз печларини эффектив ишлаши қувурчалар узунлиги буйича оптимал температура профилини хосил қилиши имкониятлари билан аниқланади, илон изли қувурчаларни махсус жойлаштириш печни ёниш углеводород хом ашёсини қайта ишлашда тухтамай ишлаш даврини деярли 6-гача етказади. Замонавий кўп камерали пиролиз печларининг этилен бўйича қуввати 50 минг тонна/йилга ва ундан

кўпга етган бўлиб, бу бир корпусда 16 тагача параллел ишловчи пиролиз илон изи цунурчалари булган бир неча оқим камераларини (4-5тагача) блокировкалаш натижасида эришилган. Иккинчи гуруҳ жараёнлари



**Расм-1. ЭП-300 Ишлаб-чиқариш қурилма схемаси.**

1 — Иссиқлик алмашиниш аппаратлари; 2 — буғ йиғиш барабани; 3 — тоблатиш буғлатиш аппаратлари; 4 — бензинни пиролиз қилиш печи; 4а — этанни пиролиз қилиш печи; 5 — буғситгичи; 6 — бошланғич фракциялаш колоннаси; 7 — сепаратор; 8 - тиндиргич; 9 – буғлатиш колоннаси; 10 — сепараторлар; 11<sub>1-5</sub>- компрессорлар 1—5 —погоналари; 12 — ишқорли тозалаш колоннаси; 13 — қуритгичлар; 14 — дeметанизатор; 15 — совутиш блоки; 16 — этан-этиленколоннаси; 17 —гидрирлаш реактори; 18 — дeэтанизатор; 19 — пропан-пропилен колоннаси; 20 — депропанизатор; 21 — дeбутанизатор; 22 — дeпентанизатор.

иссиқликни ички етказиш усулида, яъни хом ашёни ута қиздирилган газлар ёки сув буғи билан контакт ҳолида амалга оширилади. Иссиқлик ташувчи

сифатида кокс ёки қандайдир инерт массали иссиқлик ташувчи ишлатилади, бунда пиролиз жараёнининг ўзи ва иссиқлик ташувчининг регенерацияси турли ускуналарда- реактор ва регенераторда олиб борилиши жараёни узлуксизлигини таъминлайди, шу билан биргаликда уни технологик безаш мураккаблашиб кетади. Иссиқлик ташувчи стационар қатламли пиролиз схемалари ишлаб чиқилган. Бунда пиролиз жараёни мураккаб фигура профилли керамик насадкалар ёрдамида амалга оширилади. Ушбу ҳолда пиролиз ва регенерация босқичлари (галма-гал боради, регенерация иссиқлиги пиролиз босқичида ишлатилади. Бу схеманинг асосий камчиликлари сифатида жараёни бошқаришнинг мураккаблиги ва пирогазни кокс ёниш маҳсулотлари билан ифлосланишини кўрсатиш мумкин. Иссиқлик ташувчилар воситасидаги ҳамма жараёнлар деярли бир схема асосида амалга оширилиб, бунда ҳам ашё аввалам бор иссиқлик алмаштирувчида 350-450°C температурагача иситилиб, сув буғи билан аралашма ҳолида реакторга юборилади. Реакторда 700-900°C гача (қандай ҳам ашёлигига қараб) иссиқлик алмашлагич ҳисобига киздирилади. Кислородда пиролиз (автотермик пиролиз) қуйидагича амалга оширилади: 550-650°C температурагача иситилган ҳам ашёкислород билан аралаштирилади (100 қисм ҳам ашё 30 қисм кислород); бунда, ҳам ашёнинг бир қисми ёниб ва ёниш маҳсулотлари қолган ҳам ашё билан аралашиб, температура пиролиз борувчи 800-900°C гача кутарилади. Автотермик пиролизнинг бошқа бир кўриниши гомоген пиролиз деб аталади. Автотермик пиролизнинг асосий камчиликлар: пирогаз 20% гача CO ва CO<sub>2</sub>-, мавжудлиги уни тозалашни қийинлаштиради; ҳам ашёнинг бир қисми тўғри мақсадга ҳал қилинмайди. Пиролизни ушб турининг афзалликлари: 1) печларни ишлаш вақтининг кўпроқ давомийлиги-ҳомашё кўпинча пастроқ температурасигача иситилади; 2) реакция массада температура реактор деворидагига нисбатан юқорироқ, бу эса коксни ҳосил бўлишини камайтиради 3) сув буғи ҳисобига суюлтирилган углеводородларнинг парциал босими паст, бу эса олефинларни миқдорини ошишига олиб келади.

Жараёни камчиликлари сифатида икки печни мавжудлигибири хом ашёни иситишга, иккинчиси сув буғини қиздиришга ишлатилади, оқибатда капитал харажатларни кўпайтиради.

Пиролиз гази Шўртан газ кимё мажмуасида этанни этиленга айлантириш жараёнида иштрок этади. Этан маълум температурада қиздириши натижасида пиролиз гази ҳосил бўлади.

Бу технологияни халқ хўжалиги иқтисодиётига қанчалик самарадорлигини кўрсатиб берганман. Саноатни автоматлаштиришнинг аҳволи ва истиқболларини баҳолашда фақат автоматик бошқариш тизимлари ва автоматиканинг техник воситалари тафсиҳномаси билангина чекланиб қолмасдан балки автоматлаштирилган ишлаб чиқариш бошқаришнинг тизим ва воситаларини ташкил этишнинг ҳамда иқтисоднинг ўзаро шаклланилган муоммоларини кенг камровда қараб чиқиш керак. Бунда автоматлаштиришнинг узликсиз ривожланувчи жараён эканлигини, у ишлаб чиқаришнинг узликсиз ривожланиши ўзига хос хусусиятлари ва фан-техниканинг кўпичлик соҳалари билан узвий боғланганлигини ҳам ҳисобга олиш керак. Ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда юқори самарадорликка эришишнинг бевосита шарти асосий ва ёрдамчи ишлаб чиқариш жараёнларини механизациялаш ҳисобланади. Автоматлантиришни ривожлантириш динамикасига қуйидаги кўп сонли қонун ва тасодифий омиллар тасир кўрсатади. Технология ва қурулманинг ҳолати ҳамда автоматлаштиришга тайёргарлиги хомашё чала маҳсулотлар, энергитик ресурсларнинг сифати ҳамда кадрларнинг малакаси ишчи ва мутахасислар фаолиятини ташкил этишдан иборат.

Техник жараёнларда одамнинг иштирок этишига кўра автоматлаштиришни қуйидагиларга ажратиш мумкин: автоматик назорат, автоматик ростлаш ва автоматик бошқариш.

Автоматик назорат– технологик жараён ҳақида оператив маълумотларни автоматик равишда қабул қилиш ва уни қайта ишлаш учун керакли бўлган шароитларни таъминлайди. Автоматик ростлаш – технологик жараёнларнинг

тегишли параметрларини автоматик ростловчи асбоблар ёрдамида талаб қилинган сатҳда сақланишини назарда тутати. Бу ҳолда одам фақат автоматик ростлаш системасининг (АРС) тўғри ишлашини назорат қилади [12].

Автоматик бошқариш – технологик операцияларни белгиланган муттасиллигининг автоматик равишда бажарилишини ва бошқарув объектига нисбатан бўладиган таъсирларнинг муайян муттасиллигини ишлаб чиқишдан иборат.

Автоматлаштириш – технологик жараёнларни одам иштирокисиз бошқарадиган техник воситаларни жорий этиш демакдир. Автоматлаштириш – ишлаб чиқариш жараёнидаги одам иштирок этмаган саноатнинг янги босқичи бўлиб, бунда технологик ва ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш функциясини автоматик қурилмалар бажаради. Автоматлаштиришни жорий этиш ишлаб чиқаришнинг асосий техник – иқтисодий кўрсаткичларининг яхшиланишига, яъни ишлаб чиқарилаётган маҳсулот миқдори ва сифатининг ошиши ҳамда таннархининг камайишига олиб келади.

### **Технологик жараён тавсифи**

Пиролиз газининг қуритилган оқими 3630 кРа (орт) дан ортиқ бўлмаган босим остида ва  $15 \div 18^{\circ}\text{C}$ . ЕА-1303 иссиқлик алмашгичнинг қувурлар ҳудудига берилади. С температурада, дастлабки совутиш учун этан-этилен аралашмасини фракцияларга ажратиш колоннасини ён томонда жойлашган ребойлери - ён томонда жойлашган ребойлерда пиролиз газини совутиш, ДА-1402 колоннанинг 83-ликопчасидан бериладиган, этан-этилен аралашмаси билан амалга оширилади. Ён томонда жойлашган ребойлерда пиролиз газини минус  $14^{\circ}\text{C}$  температурагача совутилади. Бундан кейинги совутиш учун пиролиз газини ЕА-1304 пропан совуткичининг қувурлар ҳудудига берилади, бу ерда минус  $29^{\circ}\text{C}$  дан паст бўлмаган температурагача совутилади. Пиролиз газини минус  $37^{\circ}\text{C}$ . Совуткичдан чиқишда пиролиз газининг талаб этилган температураси, совуткичнинг қувурлараро ҳудудидаги пропан совутиш



агентининг сатҳини ўзгартириш йўли билан бир маромда ушлаб турилади. Изотермали совутиш агенти билан совутилади ва қисман конденсатланади. Совутиш ва қисман конденсатлашнинг кейинги босқичи ЕА-1301 буғлаткичда рецикл этанни буғлатиш ҳисобига амалга оширилади.

Пиролиз газининг минус-29<sup>0</sup>С. Буғлаткичда пиролиз газини, ДА-1402 этилен колоннасининг кубидан қувурлараро ҳудудга берилаётган рецикл этаннинг буғланиши ҳисобига, минус 35<sup>0</sup>. С дан кам бўлмаган температурадаги икки фазали оқими буғлаткичнинг қувурлар ҳудудига берилади<sup>0</sup>С юқори бўлмаган температурагача совутилади. Буғлаткичнинг қувурлараро ҳудуди ва боғловчи қувурўтказгичларни босимнинг эҳтимолий кўтарилиб кетишидан сақлаш учун, рецикл этаннинг буғлаткичдан чиқиш қувурўтказгичида, 900 kPa (орт) босимга мўлжалланган PSV-1311S сақловчи клапанлар ўрнатилган. Рецикл этан сақловчи клапандан қуруқ машъала ташламаларини тўплаш тизимига ташланади. Сақловчи клапанни ишга тушириш ва уни рухсатсиз тўхтатишда, эҳтимолий хатоликларнинг олдини олиш учун, клапандан олдин ва ундан кейин тўсгич арматурада блокировка мосламалари ўрнатилган. Блокировка мосламаларини ишлатиш тартиби [15] да баён этилган. Таъмирлаш-профилактика ишларини олиб бориш даврида тизимни бўшатиш учун, қувурлараро ҳудуддан суюлтирилган этанни, суюлтирилган углеводородларни тўплаш машъала тизимига дренаж қилиш кўзда тутилган. Кристалл гидратларининг ҳосил бўлишини олдини олиш ва ҳосил бўлганларини парчалаш учун, ЕА-1301нинг қувурлар ҳудудига киришда, метанол бериш кўзда тутилган.

Буғлаткичдан чиқишда, минус 35<sup>0</sup>С дан юқори бўлмаган температурадаги пиролиз газини икки фазали оқимининг бир қисми, дегидрататорни ЕА-1308 куб ребойлерининг қувурлар ҳудудига, совутиш ва қисман конденсатлашнинг навбатдаги босқичи учун берилади. Ребойлерда куб маҳсулотининг буғланиши ҳисобига пиролиз газини минус 43<sup>0</sup>С дан юқори бўлмаган температурагача совутиш ва қисман конденсатланади. Температуранинг қиймати юқори бўлган вазиятда, пиролиз газининг бир

қисми TV-13002 “НО” тартибга солиш клапани орқали, куб ребойлерини четлаб, пиролиз газини чиқариш қувурўтказгичи (ребойлернинг “байпас”) га берилади. Бунда, ребойлернинг қувурлараро ҳудудидаги қаршилиқни кўпайтириш ва пиролиз газининг кўп қисмини, қувурўтказгичдаги “байпас” орқали бериш учун ребойлердан чиқишда, Н-1311 кўлда тартибга солиш клапани ўрнатилган. Таъмирлаш-профилактика ишларини олиб бориш даврида тизимни бўшатиш учун, қувурлар-аро ҳудуддан суюлтирилган пиролиз газини, суюлтирилган углеводородларни тўплаш машъала тизимига дренаж қилиш кўзда тутилган. ЕА-1305 совуткичда пиролиз газини минус 62°С изотермали этилен совутиш агенти билан совутиш, сепарациядан олдин пиролиз газини кетма-кет совутиш жараёнининг яқунловчи босқичи ҳисобланади. Пиролиз газининг икки фазали оқими этилен совуткичининг қувурлар ҳудудига берилади. Пиролиз газини минус 59 °С температурагача совутиш, аппаратнинг қувурлараро ҳудудида этилен совутиш агентининг буғланиши ҳисобига амалга ошади.

Пиролиз газининг суюқ фазаси сепараторнинг қуйи қисмида тўпланади, у ердан сатҳни назорат қилган ҳолда DA-1301 дегметанизаторга, унинг қуйи қисмидан таъминлаш оқими сифатида, чиқарилади. Суюқ фазани сепаратордан чиқариш йўлида жойлашган FV-13003 “НЁ” тартибга солиш клапанини бошқариш, LC-13003 назорат асбоби билан белгиланадиган, сепаратордаги суюқ фазанинг сатҳига боғлиқ ҳолда, FC-13003 назорат асбоби билан, поғонали (каскад) режимида амалга оширилади. Сепараторни ва боғловчи қувурўтказгичларни босимнинг эҳтимолий кўтарилиб кетишидан сақлаш учун, пиролиз газини газ фазасининг сепаратордан чиқиш қувурўтказгичида, 4390 kPa (орт) босимга мўлжалланган PSV-1304S сақловчи клапанлар ўрнатилган. Пиролиз газисақловчи клапандан қурук машъала ташламаларини тўплаш тизимига ташланади. Сақловчи клапанни ишга тушириш ва уни руҳсатсиз тўхтатишда, эҳтимолий хатоликларнинг олдини олиш учун, клапандан олдин ва ундан кейин тўсгич арматурада блокировка мосламалари ўрнатилган. Таъмирлаш-профилактика ишларини

олиб бориш даврида тизимни бўшатиш учун, суюлтирилган углеводородларни тўплаш машъала тизимига дренаж қилиш кўзда тутилган.

Пиролиз газининг газ фазаси FA-1301 сепараторнинг юқори қисмидан, бевосита оқим сифатида EA-1312X иссиқлик алмашгич (PA-1301 совутиш блоки) нинг “F” ўтиш йўлига юборилади, у ерда тескари оқимлар ва минус 79<sup>o</sup> минус 84<sup>o</sup>.C изотермали этилен совутиш агентининг совуқлиги ҳисобига, 33<sup>o</sup>C температурагача совутилади ва қисман конденсатланади.

### **1.5.Технологик жараёни идентификациялаш**

Бу амалиётда идентификация масаласи оптимизация масаласи билан биргаликда асосий масала ҳисобланади. Умумий ҳолда бу масаланинг ҳаммаси учун аниқ бир мақсадда ёйўналтирилган моделни кўриш керак бўлади.

Бу моделни кўриш жараёнида идентификациялашдан мақсад энг ахамиятли ҳисобланади. Идентификация бу ўтказилаётган тажриба маълумотларидан фойдаланиб, жараённинг математик моделини тузиш тушинилади. Бошқариш тизимини моделлаштириш қуйдагиларни ўз ичига олади.

1. Тажрибавий-статик усул
2. Аналитик усул
3. Тажрибавий-аналитик усул

Тажрибавий –аналитик усулни икки тури бўлиб, актив ва пассив тажриба усулидир. Пассив тажрибада тажриба маълумотлари технологик жараёнларидан. Лабаратория анализларидан, автоматлаштириш кўрсаткичи ва хоказолардан олинади.

Актив эксперимент - олдиндан тузилган дастур ёрдамида ишлаб турган аппаратада ўтказилади. Аппаратда ишлаб чиқариш жараёни кетаётгани учун, чиқиш қиймати кўрсаткичи технологияда кўсатилган қийматдан 25% ортик бўлиши мумкин. Шу қиймат катталигидан келиб чиқиб бошқа кириш қийматларини ўзгариш чегарасини аниқлайман.

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_{11} x_1^2 + a_{22} x_2^2 + a_{33} x_3^2 + a_{12} x_1 x_2 + a_{13} x_1 x_3 + a_{23} x_2 x_3 + X_1(T) = 80-120$$

Ўзгариш интервал ( $x_{122}=80-120$ ); ( $x=0.5-0.8$ ); ( $x=2-4$ );

Тажриба маркази  $x_{123}=100$ ;  $x=0.65$ ;  $x=4$ .

### 1.6.Этан хом ашёсини ажратиб олиш блоки

Суюқ углеводородларнинг ( $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_5+$ юқори) икки фазали оқими DA-1801 деметанизаторнинг кубидан (метанни ажратиб олиш блоки)  $40\div 44$  °C температурада, таъминлаш маҳсулоти сифатида, DA-1802 деэтанизаторга (этан хом ашёсини ажратиб олиш блоки) берилади.

DA-1802 деэтанизатор 51 клапанли ликопчалардан иборат бўлиб, уларда хом ашё таркибида пропан 0,56 % mol дан ортиқ бўлмаган, аппаратнинг юқорисидан олинadиган этан ( $C_2H_6$ ) ва таркибида этан 0,16% mol дан кам бўлган куб маҳсулотини ( $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_5+$ юқори) олиш мақсадида фракцияларга ажратилади.

Аппаратнинг юқорисидан олинadиган маҳсулот этилен ишлаб чиқариш қурилмаси пиролиз печлари учун хом ашё ҳисобланади. Куб маҳсулоти DA-1803 депропанизатор (пропанни ажратиб олиш блоки) учун хом ашё ҳисобланади.

Газ фазаси таъминловчи суюқлик берилadиган нуқтадан колоннанинг юқори қисмига ҳаракатланади, бунда пастга оқиб тушаётган суюқлик билан узлуксиз масса алмашиш жараёни бориши ҳисобига этан билан тўйинади.

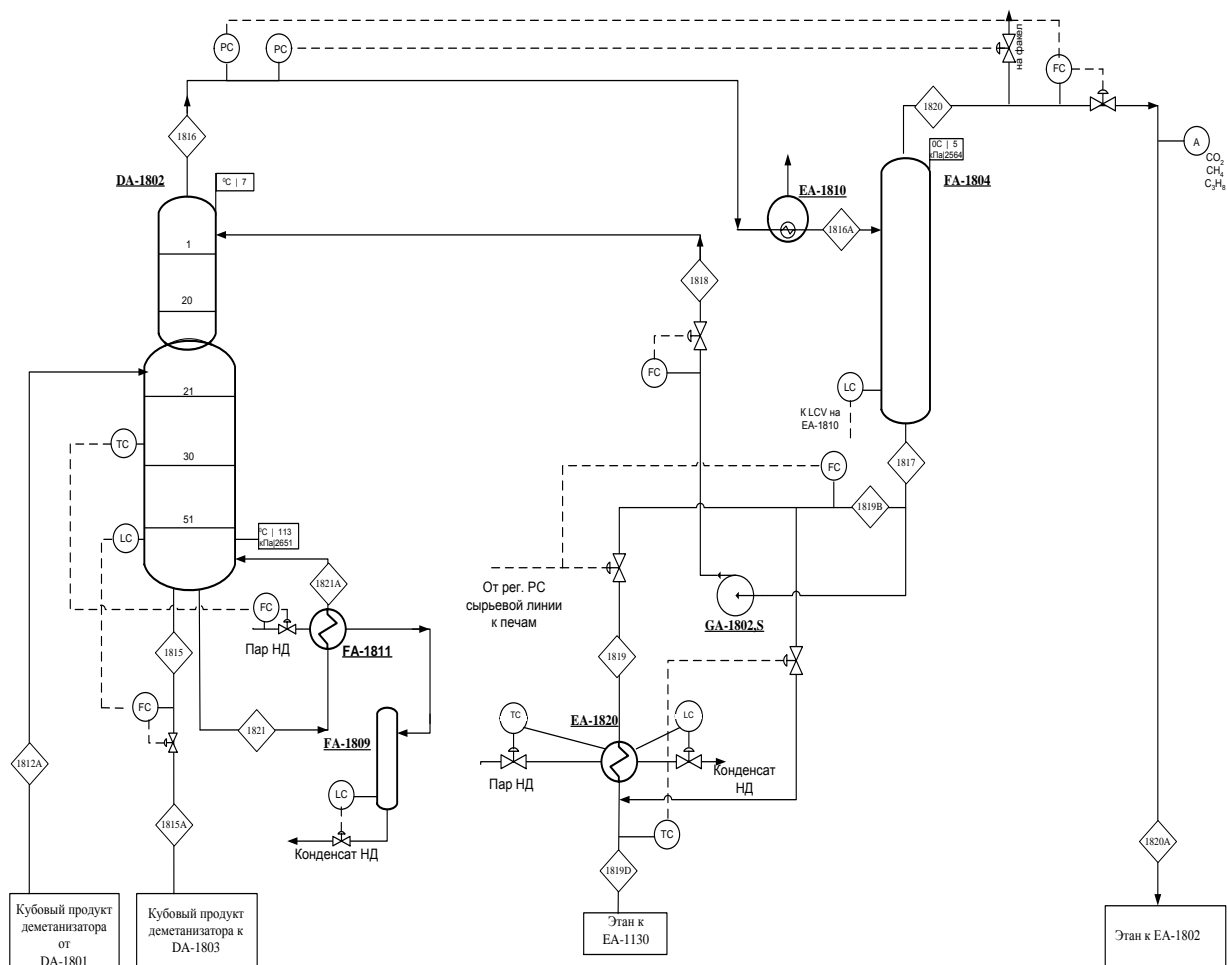
Лойиҳа қувватида суюқлик таркибидаги этанконцентрациясининг колоннанинг баландлигига боғлиқлик профили келтирилган. Оғирроқ (юқори) углеводородлар ( $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_5+$ юқори) билан тўйинган суюқлик колоннанинг куб қисмида йиғилади.

Колоннанинг баландлиги бўйича углеводородлар аралашмасининг таркиби ўзгариши билан бирга, туташ фазаларнинг температураси ҳам

ўзгаради. Колоннанинг бандлиги бўйича муҳитнинг температураси куйидаги термопаралар билан ўлчанади:

- TI-18035- дегидрататорнинг юқорисидан олинган маҳсулотнинг температурасини;

- TI-18034 - колоннага таъминлаш суюқлиги берилган ликопчадаги муҳитнинг температурасини;



**Расм-2. Этан хомашёсини ажратиш олиш схемаси**

2-расмда колоннанинг у ёки бу қисмидаги фазаларнинг ишчи температураси ҳақида маълумот берувчи, колоннанинг температура профилли келтирилган.

- TI-18032 ва TC-18033 (дуплекс термопара) – 29 - (назорат) ликопчадаги муҳитнинг температурасини;

- TI-18031 колоннадан чиқариладиган куб маҳсулотининг температураси.

Колоннадаги ишчи босим 2560-2940 kPa оралиғида ушлаб турилади. Босимни кўрсатилган ораликда тартибга солиш, FA-1804 сепараторнинг юқори қисмидан совутиш блокининг “В” ўтиш йўлига бериладиган этан миқдорини ўзгартириш йўли билан, амалга оширилади.

Колоннани босимнинг ортиб кетиши ва машъалага ташланадиган этаннинг ҳажмини камайиб кетишидан ҳимоя қилиш учун бир қатор ҳимоя чоралари кўзда тутилган:

- 2725-3000 kPa ораликда босим белгиланган қийматдан ортиб кетганда, этан FA-1804 сепараторнинг юқори қисмидан қуруқ машъала ташламаларини йиғиш тизимига ташланади. PV-18036 “НЗ” клапаннинг иши PC-18036 асбоби ёрдамида, босимнинг юқори “Н” қийматида сигнализация билан, бошқарилади.

- Тизимдаги босимнинг қиймати 3000 kPa га етканда, PS-18037A/B/C манбадан узгичлар ишга тушади. Манбадан узгичлардан бирининг ишлаб кетиши PANN-18037A/B/C сигнализацияни ишга туширади. Уч манбадан узгичдан иккитасининг ишлаб кетиши I-1803 блокировка ишга туширади. Мазкур блокировка таъсирида қуйидаги клапанлар ёпилади:

- EA-1811 куб ребойлерига паст босимдаги тўйинган буғ бериш қувурўтказгичидаги FV-18011 “НЗ”;

- қуруқ машъала ташламаларини йиғиш тизимига этанни ташлаш қувурўтказгичидаги PV-18036 “НЗ”.

- Колоннадаги босим 3140 kPa га чача кўтарилганда PSV-1812, Сақловчи клапанлар ишга тушади. Этан, сақловчи клапандан, қуруқ машъала ташламаларини йиғиш тизимига ташланади.

Колоннаниннг юқори қисмидан олинадиган маҳсулот  $6 \div 7^{\circ}\text{C}$  температурада EA-1810 пропан конденсатори (деэтанизатор конденсатори) нинг қувурлар ҳудудига бериледи.

EA-1810 конденсаторда гидратлар ҳосил бўлишини олдини олиш учун, деэтанизаторнинг юқори қисмидан олинадиган маҳсулот оқимиға метанол бериш мумкин.

EA-1810 конденсатор U-симон қувурлар боғламиға эға бўлган, горизонтал ғилофқувурли иссиқлик алмашғичдир. Суюқ этаннинг FA-1804 сепараторидан чиқиш қувурўтказғичида, насоснинг сўриш қисмида XV-18028 узғич клапан ўрнатилган. Клапанни бошқариш (очиш/ёпиш) DCS дан HS-18028 қайтаулагич ёки жойида PB-18028 тугмача билан амалға оширилади. Клапаннинг ёпилишида, ZSO-18028 улагичнинг “очик” ҳолат сигнали I-1807 блокировкаи ишға туширади, натижада GA-1802,S “хўллаш” суюқлигини берувчи насоснинг ишдан чиқшининг олди олиниб, у тўхтатилади.

Насосдан чиққан суюқ этан, DA-1802 деэтанизаторнинг юқори қисмиға “хўллаш” учун берилади. Деэтанизаторнинг 1-ликопчасиға бериладиган “хўллаш” суюқлигининг миқдори FC-18013 асбоби ёрдамида, сарфнинг паст “L” қийматида сигнализация билан, ушбу қувурўтказғичида ўрнатилган FV-18013 “НО” клапани воситасида тартибға солинади.

Суюқ этаннинг бир қисми, этан хом ашёсини печларға юбориш коллекторидаги босимға боғлиқ равишда, EA-1820 этан хом ашёси буғлатғичининг қувурлар ҳудудиға юборилади.

EA-1820 буғлатғич, U-симон қувурлар боғламиға эға бўлган, ғилофқувурли иссиқлик алмашғич бўлиб, унинг қувурлараро ҳудуди буғ конденсати билан тўлдирилган. Буғлатғичнинг асосий вазифаси:

- этан хом ашёсини печларға юбориш коллекторидаги босимни тартибға солиш;

- газни ажратиш қурилмаси авария ҳолатида тўхтатилганда, пиролиз печларини этан хом ашёси билан таъминлаш.

Этанни буғлатиш, берилган температурадаги буғ конденсати билан иссиқлик алмашиш ҳисобига, амалға оширилади. Буғ конденсати

температураси  $95\div 105^{\circ}\text{C}$  даражада ТС-18073 асбоби ёрдамида, буғлатгичнинг корпусига бериладиган паст босимдаги буғ оқимини тартибга солиш йўли билан, ушлаб турилади. Тартибга солиш, паст босимдаги буғ бериш қувурўтказгичга ўрнатилган TV-18073 ”НЗ” клапани билан амалга оширилади.

Буғлатгич корпусидаги буғ конденсатининг сатҳи LC-18026 асбоби ёрдамида, буғлатгичдаги суюқликнинг юқори “Н” ва қуйи “L” қийматларида сигнализация билан, бир маромда ушлаб турилади. Суюқлик сатҳининг берилган қиймати LV-18026 “НЗ” клапани ёрдамида буғ конденсатини, буғ конденсатини йиғиш коллекторига (6000 зона), чиқариш йўли билан тартибга солинади. Суюқлик сатҳи жойида LG-18069 сатҳўлчагич билан ўлчанади.

Буғлатгич корпусидаги ишчи босими, азот бериш тизими воситасида, 350 кРа қийматда ушлаб турилади. Ушбу тизим икки бевосита тартибга солиш клапанидан ташкил топган:

- буғлатгич корпусига азот бериш қувурўтказгичига ўрнатилган PCV-18095;
- буғлатгич корпусидан азотни атмосферага чиқариш қувурўтказгичига ўрнатилган PCV-18094.

Клапанларнинг тартибга солиш босими, буғ конденсатини йиғиш коллекторига сиқиб чиқариш имконини таъминлайдиган қийматларда танланади. Буғлатгич корпусидаги босим PI-18089 индикатор ёрдамида, босимнинг юқори “Н” ва қуйи “L” қийматларида сигнализация билан, ўлчанади. Босим жойида PG-18097 манометр билан ўлчанади.

EA-1820 буғлатгични корпусидаги босимнинг ортиб кетишидан ҳимоя қилиш учун, 1000 кРа босимга мўлжалланган, PSV-1825 сақловчи клапан ўрнатилган. Сақловчи клапаннинг ташламаси атмосферага чиқарилади.

Дастлабки ишга туширишда ёки таъмирдан кейин буғлатгичнинг корпуси, мавжуд стационар қувурўтказгичдан бериладиган, деминерализацияланган сув билан тўлдирилади.



Буғлатгичга бериладиган суюқ этаннинг миқдори FC-18015 сарфўтказгич билан ўлчанади. Бериладиган этаннинг миқдори, этан хом ашёсини пиролиз печларига бериш коллекторидаги босимга боғлиқ ҳолда, PC-11002 асбоби ёрдамида назорат қилинади. PC-11002 асбобидан келаётган сигнал, юқори сигнал селекторида FC-18015 сарфўлчагичдан келаётган сигнал билан таққосланади. Селектор томонидан танланган сигнал, буғлатгичга этан бериш қувурўтказгичларига ўрнатилган, PV-11002A”НЗ” ва PV-11002B”НЗ” тартибга солиш клапанларига бериледи. Селекторнинг мавжудлиги, буғлатгич орқали этаннинг минимал қийматида ( $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) буғлатгични ишга тайёр ҳолатда бўлишини таъминлайди.

Буғлатгичдан чиққан этан  $20\div 30 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада ва  $615\div 650 \text{ kPa}$  босим остида этан хом ашёсини пиролиз печларига бериш коллекторига (этилен қурилмасининг пиролиз печлари хом ашёсини тайёрлаш секцияси) юбориледи. Бериләтган этаннинг температураси, буғлатгичдан чиқаётган ва совуқ этан оқимларини аралаштириш йўли билан, тартибга солинади. Бериләтган этаннинг температураси TC-18011 асбоби ёрдамида, температуранинг қуйи “L” қийматида сигнализация билан, назорат қилинади. TC-18001 дан сигнал, суюқ этанни аралаштириш бўлимига бериш қувурўтказгичига ўрнатилган, TV-18011”НЗ” тартибга солиш клапанига бериледи.

Буғлаткичдан бериләтган этаннинг миқдори, муҳитнинг босими (PI-18023) ва температураси (TI-18036) бўйича компенсацияланиб, FIQ-18026 сумматор билан ўлчанади.

Буғлаткичнинг аварияларсиз иш режимини таъминлаш учун, I-1812 блокировка ишга туширувчи бир қатор сигналлар кўзда тутилган. I-1812 блокировканинг таъсири, буғлаткичга суюқ этан бериш қувурўтказгичидаги PV-11002A/B ва температура байпас қувурўтказгичидаги TV-18011 клапанларни ёпиш йўли билан, буғлаткични тўхташига олиб келади. Бунда буғ конденсатини йиғиш коллекторига ташлаш йўлидаги LV-18026 клапани ҳам ёпилади. Буғлаткичдаги буғ конденсатининг температураси  $20^\circ\text{C}$  гача

пасайганда TS-18072A/Вулагичлар ишга тушади. Улагичлардан бири ишлаб кетганда TIL-18072A/В сигнализация, икки улагич ишлаб кетганда эса I-1812 блокировка ишга тушади. Буғлаткичдаги буғ конденсатининг сатҳи 65 % гача тушиб кетганда (LC-18026 кўрсаткичи бўйича) ҳам, I-1812 блокировка ишга тушади.

FA-1804 сепараторнинг юқори қисмидан этан (газ фазаси) иситиш учун, PA-1801 совутиш блокининг “В” ўтиш йўлига берилади. Бериладиган этаннинг кўрсаткичлари - температура минус 31 минус 34°C, босим 600÷730 кРа. Этаннинг совутиш блокага киришидаги температураси TI-18076 термопара билан ўлчанади. Бериладиган этаннинг миқдори, FC-18014 сарфўлчагичнинг поғонали ишлаш режимида, PC-18035 колоннадаги босимга боғлиқ ҳолда топширикни қайта белгилаб, тартибга солинади. Колоннадаги босим, босимнинг қуйи “L” қийматида сигнализация билан, PC-18035 асбоби ёрдамида 2600-2700 кРа оралиғида ушлаб турилади.

PA-1801 совутиш блокада этан, тозаланган, қуритилган табиий газнинг технологик оқими билан иссиқлик алмашиш (“D” ўтиш йўли) ҳисобига исийди.

Совутиш блокидан чиққан, температураси минус 2 °C дан паст бўлмаган, 600÷730 кРа босим остидаги этан EA-1823 иссиқлик алмашгичнинг қувурлараро ҳудудига тоблаш суви билан иситиш учун берилади.

Бериладиган этан фракциясининг температураси TI-18214 термопара билан ўлчанади. Температура белгиланган қийматдан тушиб кетганда, сигнализация ишга тушади.

EA-1823 иссиқлик алмашгич, иссиқлик алмашиш юзасининг майдони 118 м<sup>2</sup> бўлган горизонтал, қувурлари маҳкам қотирилган аппаратдир. Иссиқлик алмашгичнинг қувурлар ҳудудига температураси 76 °C дан юқори бўлмаган, 600 кРа дан ортиқ бўлмаган босим остидаги тоблаш суви берилади.

Бериладиган тоблаш сувининг босими, босимнинг белгиланган қийматдан ортиб кетганда сигнализация билан, PI-18211 асбоби ёрдамида ўлчанади.

Иссиқлик алмашгичдан олдин ва кейин тоблаш сувининг температураси, мос равишда TI-18212 ва TI-18213 термопаралар билан ўлчанади.

Иссиқлик алмашгичда этан фракцияси  $20\div 30^{\circ}\text{C}$  температурагача иситилади ва сўнгра пиролиз печларига хом ашё бериш коллекторига (этилен қурилмаси, пиролиз печларига хом ашёни тайёрлаш секцияси) берилади. Берилаётган этаннинг миқдори, муҳитнинг босими (PI-18023) ва температураси (TI-18036) бўйича тўғриланиб, FIQ-18026 сумматор билан ўлчанади.

Этанни чиқариб олишнинг камайиши ёки деэтанизатордаги босимнинг ортиши натижасида этилен қурилмасига этан бериш қувурўтказгичида босим ортиб кетганда, иситилган этаннинг бир қисми қуруқ машъала ташламаларини йиғиш коллекторига ташланади. Босим, босимнинг юқори “Н” қийматида сигнализация билан, PC-18001 асбоби ёрдамида назорат қилинади. Этан, этанни машъалага ташлаш қувурўтказгичида ўрнатилган PV-18001 “НЗ” клапан орқали ташланади.

Тўхташлар вақтида нам газ (сув билан тўйинган этан) нинг пиролиз печларига хом ашёни тайёрлаш секциясидан совутиш блокининг “В” ўтиш йўлига қайтишини олдини олиш мақсадида, қувурўтказгичида тескари клапан ўрнатилган.

Этилен қурилмасини ишга тушириш даврида, ишга туширишгача бўлган ишларни (тизимдан азотни сиқиб чиқариш, ишчи босимида синаш, DA-1401 ва DA-1402В колонналарни тўлдириш) амалга оширишда этан FA-1804 сепараторнинг юқори қисмидан, 2” P18218-B2A қувурўтказгичдан берилиши мумкин.

Пиролиз печларига берилаётган этаннинг сифатини назорат қилиш учун FV-18014 клапандан кейин AI-18002 оқим таҳлиллагичи (анализатор) ўрнатилган. Мазкур таҳлиллагич этан таркибидаги углерод диоксиди ( $\text{CO}_2$ ),

метан ( $\text{CH}_4$ ) ва пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) ни аниқлайди. Даврий равишда бериладиган этан хом ашёсини аналитик назорат қилиш ва таҳлиллагични қиёслаш учун, FA-1804 сепаратордан этаннинг чиқиш қувурўтказгичида S-1808 намуналар олиш нуқтаси ўрнатилган.

Суюқ фазадаги ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5$ +юқори) углеводородлар аралашмасидан ташкил топган куб маҳсулоти колоннанинг куб қисмидаги ҳайдаш секциясига берилади. Углеводородлар аралашмаси  $\sim 95^\circ\text{C}$  температурада ҳайдаш секциясидан, термосифон воситасида EA-1811 куб ребойлерининг қувурлар ҳудудига берилади.

EA-1811 куб ребойлери вертикал ғилофқувурли иссиқлик алмашгичдир.

Суюқ фаза ребойлерда паст босимдаги тўйинган буғ билан иссиқлик алмашиш ҳисобига исийди. Буғ куб ребойлерининг қувурлараро ҳудудига  $155^\circ\text{C}$  температурада ва 450 кРа босим остида берилади. Суюқ фазанинг ребойлерда исийиш натижасида осон учувчи углеводородлар буғланади, бунинг натижасида иссиқлик алмашгичнинг бутун баландлиги бўйича углеводородлар аралашмасининг зичлиги камаяди. Иссиқлик алмашгичнинг ҳайдаш секциясидаги ва куб ребойлеридаги маҳсулотларнинг зичликлари орасидаги фарқ термосифон жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучи ҳисобланади.

Куб ребойлерининг қувурлараро ҳудудига бериладиган буғнинг миқдори, FC-18011 сарфўлчагичнинг поғонали ишлаш режимида, назорат ликопчасидаги температурага боғлиқ ҳолда топширикни қайта белгилаб, тартибга солинади. Колоннанинг назорат ликопчасидаги ишчи температура  $60\div 70^\circ\text{C}$  даражасида ушлаб турилади.

Бериладиган буғнинг босими ребойлерга кириш жойида PG-18084 манометр билан ўлчанади.

Иссиқлик алмашиш жараёнида ребойларда буғ конденсатланади, буғ конденсати ребойлердан FA-1809 буғ конденсати сифимига юборилади.

FA-1809 буғ конденсатини йиғиш сиғими, ҳажми  $0,4 \text{ m}^3$  бўлган вертикал сиғимдир. Буғнинг йиғиш коллекторига ўтиб кетишини олдини олиш, мазкур йиғиш сиғимининг вазифаси ҳисобланади.

Йиғиш сиғимидаги буғ конденсатининг сатҳи, конденсатни йиғиш коллекторига чиқариш қувурўтказгичида ўрнатилган LV-18011 ”НЗ” тартиблагич клапан воситасида, LC-18011 асбоби билан тартибга солинади. Конденсатнинг ҳажми жойида LG-18060 сатҳўлчагич билан ўлчанади.

Буғ конденсатини йиғиш сиғимидаги босим PG-18085 манометр билан ўлчанади.

Инерт, конденсатланмаган газларнинг йиғилиб қолиши ва куб ребойлерининг буғ тизими ишининг бузилишини олдини олиш мақсадида, унинг юқори қисмидан,  $44 \text{ kg/h}$  миқдорида юқоридан олинadиган маҳсулотни доимий ташлаш амалга оширилади. Ташланадиган маҳсулот миқдорининг доимийлиги FO-18027 чекловчи диафрагма билан таъминланади, конденсат буғ конденсатини йиғиш коллекторига ташланади.

Куб ребойлерининг қувурлараро ҳудуди ва боғловчи қувурўтказгичларни ребойлерга буғнинг кириш қувурўтказгичидаги босимнинг ортиб кетишидан ҳимоя қилиш учун,  $3320 \text{ kPa}$  босимга мўлжалланган, PSV-1811 сақловчи клапан ўрнатилган. Буғ сақловчи клапандан атмосферага ташланади.

Куб ребойлерига берилadиган углеводородлар оқимининг температурасини TW-18065 мосламасида ўлчаш мумкин.

Ребойлердан чиққан углеводородлар аралашмасининг икки фазали оқими,  $113 \text{ }^\circ\text{C}$  дан юқори бўлмаган температурада, куб қисмининг йиғиш секциясига берилади. Газ фазаси йиғиш секциясидан, ҳайдаш секциясига оқиб тушаётган суюқ фаза билан масса алмашиш жараёнида иштирок этиб, колоннанинги юқори қисмига кўтарилади.

Куб ребойлерининг унумдорлигини назорат қилиш учун, ребойлардан чиқаётган углеводородлар оқимининг температурасини даврий равишда, куб маҳсулотини деэтанизатор кубига бериш қувурўтказгичига ўрнатилган

TW-18062 мосламаси воситасида, ўлчаш имкони мавжуд.  $101 \div 105^{\circ}\text{C}$  температурадаги суюқ фаза ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5$ +юқори) колонна кубининг йиғиш секциясидан, таъминлаш маҳсулоти сифатида, пропанни ажратиб олиш блокига берилади.

Йиғиш секциясидаги суюқликнинг сатҳи, сатҳнинг юқори “Н” ва қуйи “L” қийматларида сигнализация билан, LC-18006 асбоби ёрдамида ўлчанади. Йиғиш секциясидаги суюқликнинг сатҳи жойида LG-18068A/B сатҳўлчагич билан ўлчанади.

Чиқариб олинadиган маҳсулот миқдори C-18012 асбобининг поғонали ишлаш режимида, колонна кубидаги сатҳга (LC-18006) боғлиқ ҳолда топширикни қайта белгилаб, тартибга солинади. Тартибга солиш, куб маҳсулотини чиқиш қувурўтказгичига ўрнатилган FV-18012 “НЗ” клапани воситасида, амалга оширилади.

Чиқариб олинadиган куб маҳсулотининг сифатини даврий равишда назорат қилиш учун, колонна кубининг йиғиш секциясидан маҳсулот чиқиш қувурўтказгичида S-1807 намуналар олиш нуқтаси ўрнатилган.

Блокнинг (DA-1802, FA-1804, EA-1811, GA-1802,S) ускуналаридан суюқ маҳсулотлар суюқ дренаж коллектори (СДК) га ташланади.

Этан хом ашёсини ажратиб олиш блокини (DA-1802) ишга тушириш ҳолати:

- ❖ “Этанни ажратиб олиш блоки” нинг ускуналари инертлаштирилган ва азотнинг  $\sim 700 \div 800$  kPa босими остида турибди.
- ❖ Ускуналардаги барча сакловчи клапанлар ишга туширилган.
- ❖ DA-1802 дезанизаторнинг барча тизимлари тегишли ускуналар ва НЎА тизими билан тайёрланган ва ишга туширилган.
- ❖ Барча тез ечиб олинadиган (саккизлик) ва вақтинчалик тикинлар зарур бўлган ҳолатда ўрнатилган. Этан хом ашёсини ажратиб олиш блоки (DA-1802) бошқа технологик тизимлардан ажратиб қўйилган.

❖ EA-1811 куб ребойлери қиздирилган ва ишга тайёр ҳолатда. FA-1809 буғ конденсати сиғимида буғ конденсатининг сатҳи кўтарилган.

❖ Деэтанизаторнинг юқори қисмидан олинадиган маҳсулот конденсатори EA-1810 пропан совутиш агенти билан совутилган ва ишга тайёр ҳолатда. Пропан совутиш агенти бериш йўлидаги клапан ёпиқ ҳолатда.

❖ Этан хом ашёси буғлатгичи EA-1820 минералсизланган сув билан тўлдирилган ва ишга тайёр ҳолатда.

1. PA-1801 совуқ блок ва DA-1801 деметанизаторни табиий газда ишга туширишда, DA-1802 деэтанизатор тизимида деметанизаторнинг куб маҳсулоти билан, босимни аста-секин 2600 кРа гача кўтариш лозим.

2. Босимнинг кўтарилишида колоннанинг температуралар профилини кузатиб туриш керак. Температуранинг 0°С дан пасайиб кетишига йўл қўймаслик лозим (TI-18034).

3. Сарфни аста-секин ошириб бориб, деметанизаторнинг куб суюқлигини деэтанизаторга беришни йўлга қўйиш лозим, бунда DA-1802 деэтанизатор ишчи босими остида бўлиши керак. Деэтанизатор кубда суюқлик сатҳини кўтариш ва TC-18033 температура тартиблагичини ишга тушириб, EA-1811 ребойлерга бериладиган паст босимдаги буғ сарфини ошириш лозим.

4. DA-1802 деэтанизаторда нормал ишчи босимни ушлаб туриш учун PV-18036 клапанни автоматик режимда тартиблашга ўтказиш керак.

5. Тизимдаги, ҳамда FA-1804 сиғимнинг юқори қисмидаги азот қолдиқларининг ҳаммасини PV-18036 тартибга солиш клапани ёрдамида машъалага юбориш лозим. Бу вақтда FA-1804 сиғимнинг юқори қисмидан PA-1801 совутиш блокига этан берилмайди, яъни FV-18014 этан сарфини тартибга солиш клапани ёпиқ ҳолатда бўлади.

6. LV-18014 сатҳни тартибга солиш клапанини ишга тушириш ва EA-1810 конденсаторга аста-секин пропан совутиш агентини бериш лозим.

7. FA-1804 сиғимда суюқликнинг нормал сатҳини йўлга қўйиш, шамоллатиш, совутиш, DA-1802 деэтанизаторни “хўллаш” GA-

1802&Snасосини, ишлаб чиқарувчининг йўриқномасига мувофиқ, тўлдириш ва ишга тушириш лозим.

8. FA-1804 сифимда суюқликнинг нормал сатҳини узлуксиз ушлаб туриш ва EA-1811 ребойлерга бериладиган буғ сарфини тартибга солиш, FV-18013 тартибга солиш клапанини ишга тушириш ва DA-1802 деэтанализаторга “хўллаш” суюқлиги беришни бошлаш лозим.

9. DA-1802 деэтанализаторнинг юқори ва қуйи қисмидаги маҳсулотларнинг лаборатория таҳлилларини ўтказиш керак. Таҳлилларнинг ижобий натижаси олинганда, куб маҳсулоти FV-18012 тартибга солиш клапани ёрдамида DA-1803 депропанализаторга, FA-1804 сифимнинг юқори қисмидан этаннинг 80 % дан ортиқ бўлмаган қисми эса FV-18014 тартибга солиш клапани ёрдамида, олдиндан FC-18014 сарфўлчагичнинг поғонали иш режимини йўлга қўйиб, EA-1802X совуткичга “В” ўтиш йўлига юборилади.

10. Суюқлик, EA-1820 буғлатгичга суюқ этан бериш йўлидаги дренаж вентили орқали чиқариб ташланади. Буғлатишга суюқ этан беришда боғланмаган сув мавжуд бўлганда, гидратлар ҳосил бўлади, бу қувурўтказгичлар ва тартибга солиш клапанларининг тўлиб, тиқилиб қолишига олиб келади.

11. Буғлатгичда сувни  $\sim 90^{\circ}\text{C}$  температурагача иситиш керак. Бунда TV-18073 температурани тартибга солиш клапани орқали паст босимдаги буғ бериш ва буғ конденсатини EA-1820 нинг қувурлараро ҳудудидан чиқаришдаги LV-18026 сатҳ тартиблагичини ишга тушириш лозим.

12. Табиий газ сарфининг белгиланган максимал даражагача ортиб боришида, ҳар 3 соатда “В” ўтиш йўлидан чиқаётган этан таркибидаги метан таҳлил этилади. Иш жараёнида таҳлилларни ўтказиш даврийлиги сменада 2 марта (S-1100 намуналар олиш нуқтаси).

*Технологик жараённи хавфсиз олиб боришни таъминлаш учун технологик, техник ва ташкилий тадбирлар мажмуи кўзда тутилган, шу жумладан:*



- хом ашё, реагентлар, оралиқ ва тайёр маҳсулотларни назорат қилиш;
- технологик режимнинг берилган параметрларига қатъий риоя қилиш;
- ишлаб чиқаришни, параметрларни автоматик тарзда назорат қилиш ва тартибга солиш воситалари билан, жиҳозлаш;
- ишлаб чиқариш жараёни параметрларини, огоҳлантириш сигнализацияси воситалари билан, жиҳозлаш;
- ишлаб чиқаришни, аварияга қарши ҳимоя тизимлари билан, жиҳозлаш;
- муҳим операцияларни бажаришда, уларнинг кетма-кетлиги, бажариш вақти ва зарур бўлган ўтказишларни аниқловчи, маҳсус программаларни жойлаштириш;
- аппаратларнинг ички юзасида қуйқа қатлами ҳосил бўлишини олдини олишнинг самарали чораларини қўллаш;
- ишлаб чиқаришни, технологик параметрларни регламентланган қийматларга келтиришни, блок ёки алоҳида техник воситани тўхтатишни таъминловчи, масофадан бошқариладиган тезкор, самарали беркитиш ва узгич мосламалар билан жиҳозлаш;
- оқимларни хавфсиз узиб қўйиш учун техник мосламаларни оқилона жойлаштириш;
- тизимларни маҳсулотдан авария ҳолатида ва хавфсиз бўшатиш имконининг мавжуд бўлиши;
- ёнилғи газини машъала ташламалари тизимига бериш;
- аппаратлар ва қувурўтказгичлар, материаллар, зичловчи мосламалар, назорат ва ҳимоя воситаларининг техник ҳолатини бир маромда ушлаб туриш;
- статик электр токи ва яшиндан ҳимоялаш мосламалари билан жиҳозлаш;

– ишлаб чиқариш хоналари ва ташқи қурилмаларни ёритиш, алоқа ва хабар бериш воситалари билан жиҳозлаш;

– ишлаб чиқариш хоналари ва ташқи қурилмаларни, ҳаво муҳитини газланганлик даражасининг ёруғлик ва товуш сигнализацияси воситалари билан, жиҳозлаш;

– хом ашё, электр энергияси, энергия ресурслари билан узлуксиз таъминлаш керак бўлади.

Ишлаб чиқариш чиқиндиларини ўз вақтида чиқариб ташлаш ва уларни зарарсизлантириш керак. Бундан ташқари касбий танлов ва ходимларни ишнинг хавфсиз усуллари бўйича ўқитиш мақсадга мувофиқдир.

## **II. Боб. Тадқиқот ўтказиш ва таҳлил қилиш**

### **2.1. Газни фракцияларга ажратишни такомиллаштириш йулларини ишлаб чиқиш. Этанган этилен ишлаб чиқаришнинг оптимал шароитларини таҳлил этиш**

Айни ҳолда оптимал шароитлар танлашда даставвал қўшимча газ ҳолатидаги, смоласимон ва қаттиқ моддаларнинг ҳосил бўлишини минимумга етказишни мақсад қилиб қўйиш керак. Бу масалани ҳал этишга қайтар ва мураккаб масалаларни бошқариш қонуниятлари ёрдам беради.

Босим танлаш. Реакцияни иложи борича жуда паст босимда ўтказиш мақсадга мувофиқдир. Аммо реакция ўтказиладиган аппаратда вакуум ҳосил қилиш қийин. Қайта ишлаётган газнинг босимини бошқача йўл билан камайтириш -уни сув буғи билан суюлтириш мумкин. Шунга кўра мувозанат қулай томонга силжийди ва шу билан бир вақтда қўшимча маҳсулотлар, хусусан, қаттиқ моддалар ҳосил бўлиши ҳам камаяди.

Реакция ўтказиш учун ҳарорат ва вақт танлаш. Ҳарорат кўтарилганда мувозанат керакли томонга силжийди ва этиленнинг ҳосил бўлиш тезлиги ортади. Аммо ҳарорат ва вақтнинг таъсири реакцияга киришиб бўлган этанга караганда этиленнинг чиқими учун муҳим аҳамиятга эга. Реакция мураккаб бўлгани учун газлар аралашмаси реакторда чиқишда таркибида реакцияга киришмаган кўп этан бўлгани учун этанни циркуляция қилиш керак (аммиак ишлаб чиқаришда азот-водород аралашмасининг циркуляциясига ўхшаш). Йўлдош газлар ёки бошқа манбаларни ажратиш билан ҳосил қилинган этан циркуляция қилинаётган газ ва сув буғи билан аралаштирилади ҳамда

оптимально температурами қиздирилади. Этаннинг пиролизи ҳам худди пропаннинг пиролизи каби трубасимон печларда ўтказилиб, бундай печлар нефтни ҳайдаш ва нефть маҳсулотларини-термик крекинглаш мақсадларида, аммо жуда юқори ҳароратларда ишлатилади. Шунинг учун трубасимон печлар жуда пишиқ, легирланган пўлатлардан ясалади. Иссиқликни бевосита қайноқ иссиқлик ташувчи узатиб турадиган бошқа тип реакторлар ҳам топилган. У реакторнинг „қайнаётган“ каватида жойлашиши ёки оғирлик кучи таъсирида аралашиб кетиши мумкин. Бундай реакторлар фойдали бўлиб, уларда керакли маҳсулотлар трубасимон печлардагига қараганда кўп ҳосил бўлади. Аралашма қайноқ зонадан чиққан захоти тезда совитилади Кейин яна совитилганда смола ажралиб чиқади. Этилен, этан ва бошқа моддаларни турли методлар ёрдамида ҳосил қилиш билан газлар аралашмасини ажратиш мумкин. Водород ҳосил қилиш мақсадида кокс газини ажратиш учун қўлланиладиган метод энг кенг ёйилган бўлиб, у газлар аралашмасини жуда паст ҳароратларгача совитишга ҳамда ҳосил бўлган фракцияларни аралашмалардан тозалашга асосланган. Бу метод билан газлар аралашмасидан ундаги этиленнинг 98% ини ажратиб олиш ва ҳаммаси бўлиб 0,02% га яқин қўшилма бўлган маҳсулот ҳосил қилиш мумкин. Янги ишлаб чиқаришни яратишда – этанни пиролиз қилишда кимё технологиясининг илгари топилган умумий қонуниятларидан ва баъзи маҳсулотларнинг ишлаб чиқарилиш тажрибасидан фойдаланилган.

Хом ашё танлаш маҳаллий шароитларга боғлиқ. Масалан, Японияда, ўзининг нефть ва йулдош нефть газлари бўлмагани учун этилен қуйи октанли бензин фракцияларини пиролиз қилиб олинади; АҚШда— йулдош нефть газларини пиролиз қилиб олинади [16].

## **2.2. Этиленни бевосита гидратациялашнинг физик-кимёвий характеристикаси**

Тўйинмаган углеводородларнинг ҳамма гидратация реакциялари каби бу реакция ҳам қайтар, мураккаб, экзотермик (озроқ иссиқлик эффектига эга) ва каталитикдир.

300°С да ва реакцияга киришувчи моддаларнинг стехиометрик таркибида этиленнинг (қўшимча реакцияларни ҳисобга олмаган ҳолда) этил спиртга айланиш мувозанат даражаси босим кўтарилиши билан ортади (1-жадвал).

Жадвал-1

***Пиролиз жараёнида босимнинг ўзгариши даражасига қараб этиленнинг чиқиши***

<b>Босим Р, Нм<sup>2</sup></b>	<b>Этанни чиқиши массавий % ларда</b>		
4,9	6,7	7	9
7,85	10,3	7,85	10,3
9,8	12,5	9,8	12,5
14,7	18,3	14,7	18,3

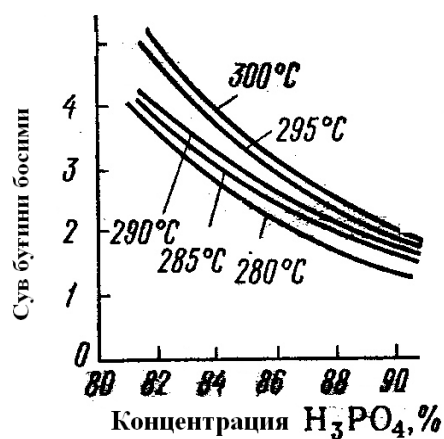
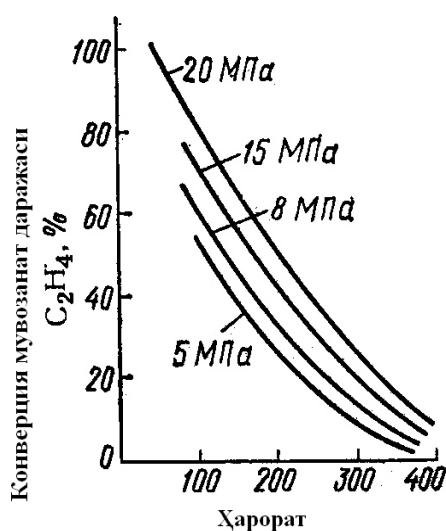
Этиленни гидратациялашда катта юзадаги, масалан, крекингнинг алюмосиликат катализаторидаги фосфат кислота катализатор бўлиб хизмат қилади. 300°С да реакция жуда тез боради. Дастлабки моддалар ва этил спирт бу ҳароратда буғ ҳолатида бўлади, демак бу гетероген каталитик реакциядир. Бундай шароитларда фосфат кислота секин-аста учиб кетади ва катализаторнинг активлиги камаяди. Бундай камчиликлардан холи бўлган катализаторлар кидирилмоқда. Вольфрам оксид WO<sub>3</sub> бундай катализаторлар жумласидандир, у этил спирт синтез қилиш шароитларида учиб кетмайди. Фосфат кислотали катализаторда қўшимча реакцияларни бутунлай йўқотиб бўлмайди.

Энг қулай шароитларда этиленнинг 93%и этил спиртга айланади, қолган 5% и - қўшимча маҳсулотлар, шу жумладан смолаларга — этиленинг жуда кучли полимерланиш маҳсулотига айланади. Улар катализатор орасига йиғилади ва тахминан бир ойдан кейин унинг активлиги шу даражада

камайиб кетадики, смолани ёндириб ва қўшимча фосфат кислота шимдиришга тўғри келади.

### 2.3.Этиленни тўғридан-тўғри гидратлашнинг оптимал шароитлари

Этиленнинг гидратация реакцияси фақат физик-кимёвий характеристикаси билан эмас, балки асосий параметрларининг сон қийматлари билан ҳам метанол синтезига ўхшашлигини пайқаш қийин эмас. Оптимал шароитлар танлашда асосан унинг ўзига хос хусусиятларига диққатни тўплаш керак.



3 – Расм. Этиленнинг спиртгамувозанат ҳолатида конверсия-ланиш даражасининг харорат ва босимга боғлиқлиги

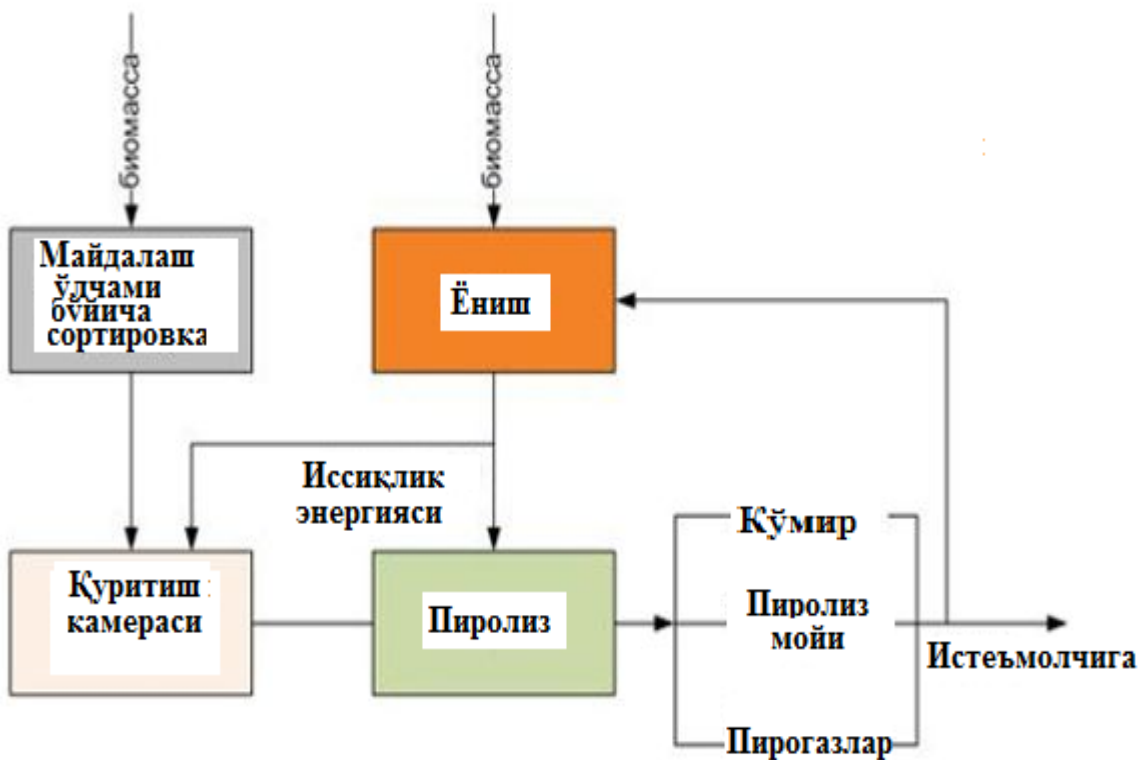
4 – Расм. Турли хароратларда сув буғи босимининг фосфат кислота концентрациясига боғлиқлиги.

Фосфат кислотадан катализатор сифатида фойдаланишда босим ортганда мувозанатнинг силжиши мумкинлиги максимал даражада йўл қўйилиши мумкин бўлган сув буғи босими-3 Мн/м<sup>2</sup> билан чегараланади(3,4-расмлар). Жараён 8 Мн/м<sup>2</sup> га яқин умумий босим остида этилен бир оз мўл бўлганда ( $H_2O : C_2H_2$  қ 0,6), 280-300°C хароратда, бирикиш вақти 20 сек атрофида бўлганда олиб борилади. Этиленнинг бир мартада этил спиртга айланиш даражаси 4,5%.

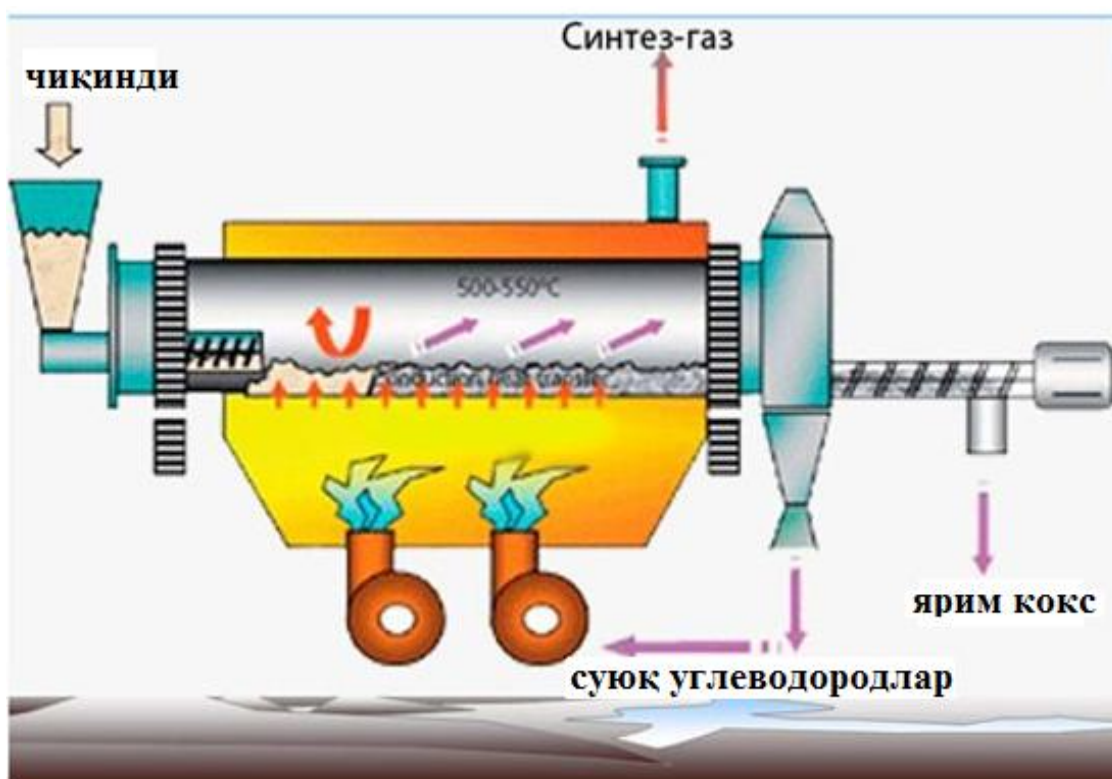
Этилен ёпиқ циклда айланади. Унда қўшилмалар иложи борича кам бўлиши керак. Циркуляция газидаги инерт газлар концентрацияси ундан аралашманинг бир қисмини вақти-вақти билан чиқариб туриб, бир хил (15% га яқин) сақланади. Ҳосил бўлган буғ-газ аралашмаси совитилганда спиртнинг сувдаги 15% ли эритмаси ҳосил бўлади. Реакциянинг иссиқлиги жуда кам бўлгани учун катализаторнинг ҳароратини бошқаришнинг кераги йўқ, бу реакторнинг тузилишини соддалаштиради. Реактор баландлиги 10 м, диаметри 1,5 м бўлган йўғон цилиндр. Реакторнинг пўлат корпусига берилган шароитларда коррозияланмайдиган мис листлар қопланади. Катализатор-панжарага ўрнатилган бўлади.



*Расм-5. Пиролиз газларини ажратиш блоги*



Расм-6. Қаттиқ массали чиқиндиларни пиролиз қилиш блок схемаси.



Расм-7. Қаттиқ массали чиқиндиларни пиролиз қилиш қурилмаси.





**Расм -8. Пиролиз жараёни учун ярим саноат ишлаб чмқариш қурилмаси умумий кўриниши.**



**Расм-9. Пиролиз жараёнинг ярим-саноат ишлаб чиқариш аналогик технологияси.**



**Расм-10. Пиролиз печлари**

Кейинги вақтларда этанни ажратиб олиш технологик схемаларида детандерли совутиш циклини схемага киритилиши яхши натижа бериши билан ажралиб туришини алоҳида таъкидлаш жоиздир. Илгарилари детандерни қўллаш фақат юқори босимли хом-ашё газлар учун фойдали деб қаралган бўлса, вақт ўтиши билан детандерларни такомиллаштирилиши ҳисобига паст босимли газ хом-ашёси учун ҳам қўллаш юқори самара беришини алоҳида таъкидлаб ўтиш мумкин. Бундай ҳолатда газ хом-ашёси 4-7-МПа босимгагача сиқилиши керак. Кўпинча технологик схемаларда детандер билан бирга қўшимча пропанли совутиш цикли, баъзан углеводородли газлар аралашмасидан фойдаланилади. Қуйидаги 11-расмда табиий газ таркибидан этан ва ундан юқори углеводородларни ажратиб олиш технологик схемаси келтирилган.

Қурилмага келаётган қурилган газ учта оқимга ажратилади: биринчи оқим Т-1 иссиқлик алмашлагичга, иккинчи оқим Т-5 га, учинчи оқим қайатгич (2-чи колонна) Т-8га берилади. Т-1 ва Т-8 дан чиқадиган газ оқимлари ўзаро қўшилиб битта оқим ҳосил қилиниб Т-3да совутилади.

Т-3 иссиқлик алмашлагичдан сўнг газ яна икки оқимга ажратилади. Ундан биттаси Т-10 иссиқлик алмашлагичда минус 36 °С ҳароратда пропан билан совутилса, иккинчиси С-2 сепараторда ажралган суёқ углеводородлар билан Т-2 иссиқлик алмашлагичда совутилади. Т-10 иссиқлик алмашлагичдан чиққан газ оқими 2-га ажратилади. Биринчиси Т-4 иссиқлик алмашлагичда совутилса, оралиқ қайнатгичда (2-колоннада) Т-11 иссиқлик алмашлагичда совутилади. Т-2, Т-4, Т-5, Т-11 иссиқлик алмашлагичларида совутилган газлар ҳаммаси яна битта оқим қилиб бирлаштирилади.

С-1 сепаратордан чиқадиган газ икки оқимга ажратилади. Газнинг асосий қисми турбодетандерда то 2 МПа босимгача тушгунча кенгайтирилиб, К-1 колоннанинг куб қисмига берилади.

Газнинг бошқа қисми Т-6 иссиқлик алмашлагичда совутилиб сўнгра 2-МПагача дросселланади ва у К-1га орошение учун берилади.

С-1 сепаратордаги суёқлик то 2-МПагача дросселланиб, С-2 газсизлантириш сиғимга берилади. С-2 дан чиққан газ К-1 колоннага бериладиган буғ-суёқлик аралашмаси билан аралаштирилади.

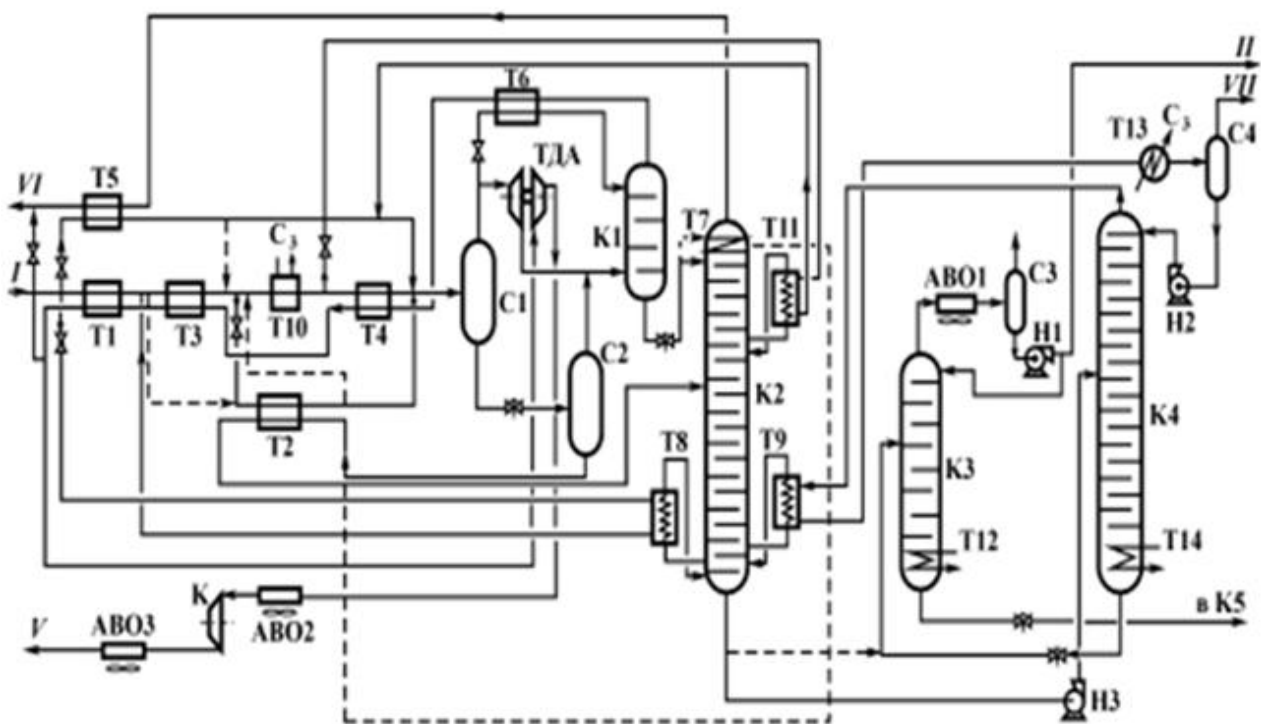
С-2 сиғимидан чиққан суёқлик Т-2 иссиқлик алмашлагичда иситилиб сўнгра К-2 колоннанинг озукаси сифатида 7-чи тарелкага берилади. К-1 колоннадан чиққан суёқлик К-2 колоннага суғориш суёқлиги сифатида берилади. Т-11 иссиқлик алмашлагичдан суёқлик олтинчи тарелкага Т-9чидан 16-чига ва Т-8дан 17-чи тарелкага берилади. К-2 куб колоннагадан  $C_{2+}$  чиқарилиб насос орқали 3 МПа босим остида К-4 колоннага берилади. Газ К-4 деэтанализатор колоннагадан совутиш учун Т-9 иссиқлик алмашлагичга ва кондеңацияланиши учун эса Т-13га берилади. Ҳосил бўлган суёқлик С-4 чи сепараторда ажратилиб, у суғориш учун К-4 чи колоннага берилади. Газ бу К-4чи колоннанинг маҳсулоти бўлиб у этан фракциясидир. К-4 колоннанинг остидан  $C_{3+}$  чиқариб олиниб, у ҳам шу схема бўйича қайта ишланади.

Турбодетандердан ўтказилгандан сўнг этанни ажралиш коэффициентини босимга боғлиқлик графиги келтирилган. Графикдан



кўриниб турибдики босим 2-МПа дан кичик бўлган диапазонда этанни ажралишининг ошиши унчалик кўп бўлмайди. Бундан ташқари шу вақтда маҳсулотга нисбатан с олиштирма энергия сарфи ҳам ошиб боради.

Этаннинг пиролизида (юқори температураларда парчаланиши, шунингдек бошқа реакциялар ҳам боради, уларнинг турли-туманлиги хақида маҳсулотларининг таркибидан хулоса чиқариш мункин. Масалан, 800 °С да, атмосфера босимида ва реакция вақти 1,5 сек бўлганда (ҳажмига кўра % ҳисобиди): 36,5%  $C_2H_4$ , 40,89  $H_2$ , 2,9%  $CH_4$ , 0,3%  $C_3H_8$ , 0,6% ва ундан юқори углеводородлар, 17,2% реакцияга киришмаган  $C_2H_6$  лардан иборат аралашма ҳосил қилинган. Шунингдек смоласимон моддалар ва кокс ҳам ҳосил бўлади.



**Расм-11.Этан ажратиш билан бирга газларни ажратиш қурилмасининг технологик схемаси.**

**I-табий газ; II-автомобиллар учун пропан; V-метан газ ўтқазиш қувурига; VI-метан фракцияси газни тайёрлаш блокига; VII- этан фракцияси**

Алкенларнинг термик парчаланиши, уларнинг полимерланиши ва цикланпши натижасида ҳамда углеводородларнинг термик крекиги учун хос бўлган бошқа реакцияларда қўшимча маҳсулотлар ҳосил бўлади.

Этаннинг пиролиз тезлиги температура ортиши билан куйидагича ўзгаради: агар тезликни 825°C да бир деб олсак, температура 100°C га ортганда у тахминан 15 га тенг бўлади. Бироқ мураккаб реакцияларнинг бориш қонуниятларига мувофиқ маълум температурада ҳосил бўладиган этилен миқдори максимумга етади. Бундай боғлиқлик реакция вақти учун ҳам кузатилади. Иккала фактор - реакциянинг температураси вақти ўзаро боғлиқ: максимал миқдорда эгилен ҳосил қилиш учун температура ортишини

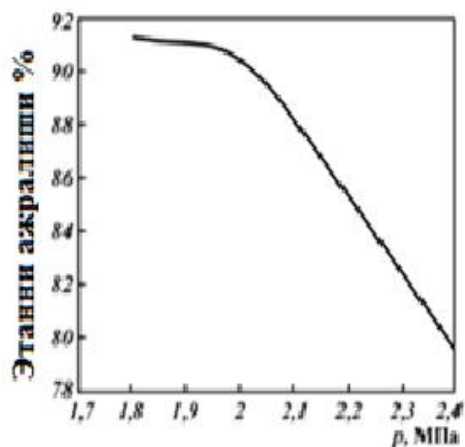
Оптимал реакция вақтини камайтириш керак. Экспериментал маълумотларнинг кўрсатишича хомашё массасига кўра сув буғи 10% ва атмосфера босимида температура 825°C га ва реакция вақти 1-сек га яқин бўлганда этиленнинг максимал чиқими 54% га тенг бўлади.

Жадвал-2.

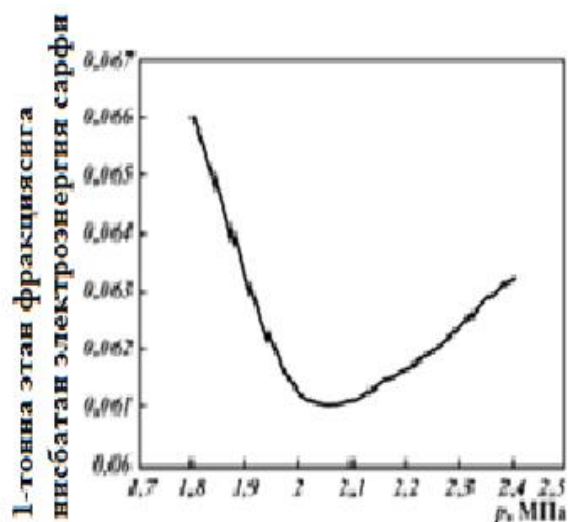
### Пиролиз жараёнида ҳосил бўлган газларни таркибий қисми

Газни ажратиш қурилмаси моддий баланс  
этан ажралиши билан биргаликда

Кўрсаткич	Газ хом- ашёси	Метан фракцияси ГТС учун	Метан фракцияси газ қувурига	Этан фракцияси	Автомобиль учун пропан	СПБТ
Босим, МПа, Температура К,	5,60 303,0	1,70 297,0	3,50 303,0	2,80 278,6	1,70 318,0	1,0 318,0
моль / моль:						
N <sub>2</sub>	0,026350	0,004815	0,033416	0,000000	0,000000	0,000000
C <sub>1</sub> H <sub>4</sub>	0,856370	0,966511	0,960605	0,022887	0,000000	0,000000
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,074780	0,026545	0,005287	0,958258	0,023190	0,000427
CO <sub>2</sub>	0,001390	0,001427	0,000559	0,011303	0,000001	0,000000
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,028400	0,000682	0,000129	0,007550	0,889837	0,490482
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,003810	0,000011	0,000002	0,000001	0,044895	0,165489
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,006550	0,000008	0,000002	0,000000	0,041315	0,327689
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001050	0,000000	0,000000	0,000000	0,000585	0,013390
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000860	0,000000	0,000000	0,000000	0,000175	0,002521
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,000400	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000002
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	0,000040	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Ҳаммаси	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
V, м <sup>3</sup> /т	312500	36719	241122	-	-	-
G, т/т	-	-	-	27,31	12,69	11,43



Расм-12 Турбодетандердан ўтгандан сўнг этанни босимга боғлиқ ҳолда ажралиш коэффициенти.



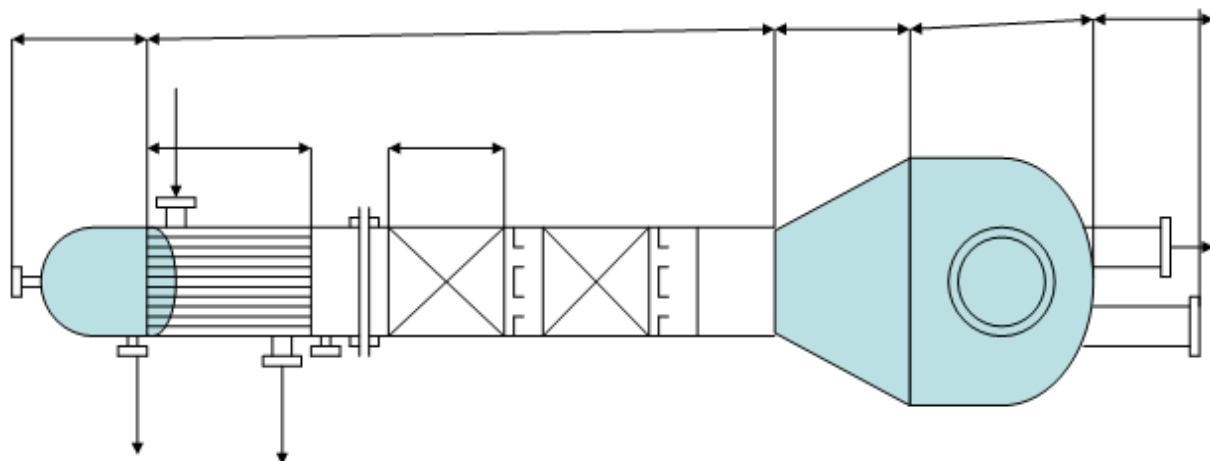
Расм-13 Турбодетандердан сўнг босимга нисбатан электрэнергия сарфи.

Физика- кимёвий маълумотларни қўшиб, реакцияни қисқача қўйдагича тавсифлаш мумкин: бу эндотермик, мураккаб, қайтар, гомоген реакциядир.

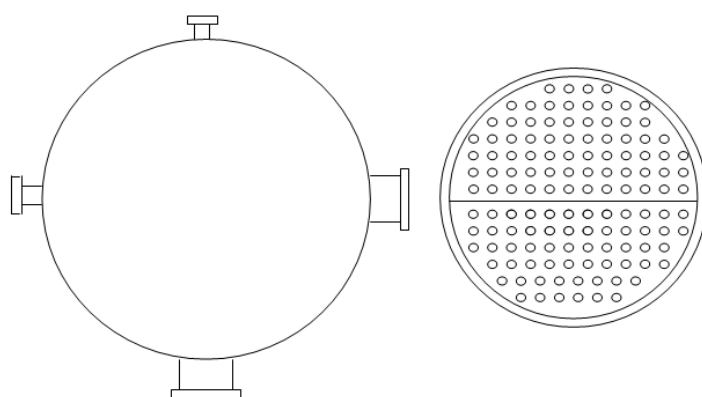
*Этандан этилен ишлаб чиқаришнинг оптимал шароитлари*

Айни ҳолда оптимал шароитлар танлашда даставвал қўшимча газ ҳолатидаги, смоласимон ва қаттиқ моддаларнинг ҳосил бўлишини минимумга етказишни мақсад қилиб қўйиш керак. 15 масалани ҳал этишга қайтар ва мураккаб масалаларни бошқариш қонуниятлари ёрдам беради.

**Босимни танлаш.** Реакцияни иложи борича жуда паст босимда ўтказиш мақсадга мувофиқдир. Аммо реакция ўтказиладиган аппаратда вакуум ҳосил қилиш қийин. Қайта ишланаётган газнинг босимини бошқача йўл билан камайтириш уни сув буғи билан суюлтириш мумкин. Шунга кўра мувозанат кулай томонга силжийди ва шу билан бир вақтда қўшимча маҳсулотлар,



**Ресми-14. Ресми Этипен колонна**



**15. Ресми этилен колонна қисмлари**

**Жадвал-3**

**Қурилма жихозлари**

№	Номланиши	Сони
1	Щтутцер	7
2	Насадка	2
3	Тақсимлагич	2
4	Иссиклик алмашиниш	1
5	Люк	1
6	Қопқоқ	1

хусусан, каттиқ моддалар ҳосил бўлиши ҳам камаяди. Реакция ўтказиш учун температура ва вақт танлаш, температура кўтарилганда мувозанат керакли томонга силжийди ва этиленнинг ҳосил бўлиши тезлиги ортади. Аммо температура ва вақтнинг таъсири реакцияга киришиб бўлган этанга караганда этиленнинг чиқиши учун муҳим аҳамиятга эга.

#### **2.4.Этанни пиролиз қилиш лаборатория қурилмаси тажриба ўтказиш**

Бу этанни пиролиз қилиш қурилмаси нефт газкимё саноати технологлари лаборатория тадқиқот ишларини олиб бориш учун мўлжаллангандир.

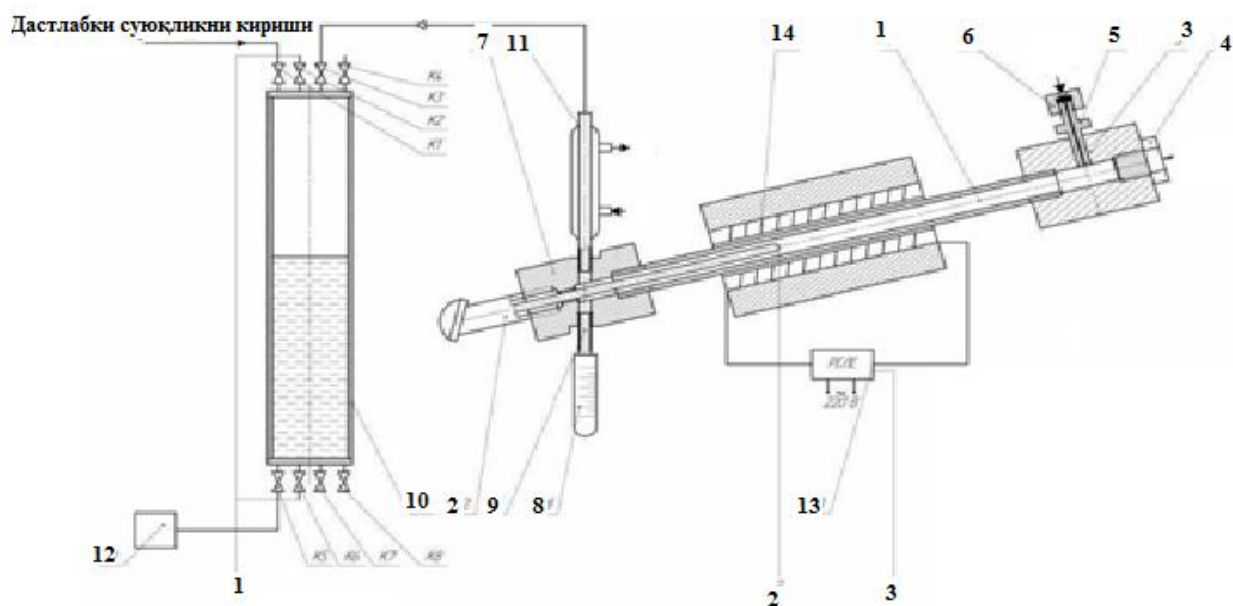
Қурилманинг асосий характеристикалари: Бу қурилма асосан стандарт деталлардан ва сертификациялаштирилган ўлчов асбобларидан йиғилади. Жиҳоз автоматизация деталлари ва суюқ маҳсулотларни йиғиш идишларидан ташқари бошқа деталлари амалий жиҳатдан деярли пўлатдан ясалган бўлиб унда мўрт деталлар учрамайди. Пиролиз жараёнинг максимал ҳарорати 1000 °С га тенгдир. Печдаги ҳароратни визул ҳолатда ва унда ҳосил бўладиган газлар ҳажмини компютерда CoDeSys программаси орқали регистрация қилиниб борилади. Пиролиз газлари газометрда тўплангани учун уни намуна сифатида олиб таҳлил қилишни имкониятлари ҳам мавжуддир. Ҳосил бўлган газни аниқлигини ўлчаш босимлар фарқини ўлчашга асосланган бўлиб, уни ўлчаш хатолиги 0,075% бўлган DMD 331-A-S датчикида олиб борилиб (бунда босимни сезиш даражаси 2 мм.сув. уст. тенг) газометрнинг қувурининг диаметри 150 мм га тенг бўлиб, ўлчаниши керак бўлган газ ҳажми 24 литрга тенг ва ҳажм бўйича аниқлаш даражаси 15 мл газга тенгдир. Суюқ реагентларни берилиши 2 оқимда олиб борилади. (2 адаптер бўйича)

#### **Қурилманинг ишлаш принципи ва тушунтирув ёзувлари.**

Қурилма пиролиз қилиш қувури-1, термопара-2, кириш насадкаси-3, коққоқ-4, газни киргишиш- 5, газни киритиш қопоғи- 6, чиқариш насадкаси-7, йиғгич-8, йиғгич адаптери-9, газометр-10, совутгич-11, суюқлик йиғгич-



12, реле-13, иситгич элементи -14, газометр К1га сув бериш крани, кўшимча ҳосил бўладиган босимни ва суюқликни ташаб юбориш “сброс” сатҳ ўлчагичи К2, реакцион газларини газометрга бериш крани К3, суюқликни тўкиш крани К5, ижобий жиҳатдан олиш сатҳ ўлчагичи К6, захира кранлари К4, К7 ва К8лардан иборатдир. Қопқоқ-6 орқали амалга оширилса, газни кириши -5чи орқали амалга оширилиб, каттиқ моддаларни киритиш қопоқ-4 орқали амалга оширилади. Намуналарни термик деструкцияси пиролиз қурилмаси -1да 14-чи иситиш элементи орқали исита туриб амалга оширилади. 220 В ли кучланиш иситгич элементининг спиралига электромагнит реле-13 орқали берилади. Реакция зонасидаги ҳароратни ўлчаш термпара 2 орқали амалга оширилади. Термик деструкция натижасида суюқлик намуналари 9-чи қабул қилгич адаптери орқали 8-чи қабул қилгичга оқиб келади. Реакциянинг газсимон маҳсулотлари 11-чи совутгичда совутилиб ва К3 кран орқали 10-чи газометрга киради. Реакциянинг газсимон маҳсулотларининг сиқиб чиқариши эвазига 10 газометрдаги суюқлик 12 йиғгичга оқиб тушади. Термопара 2 сифатида термоэлектрик ҳолда ҳосил қилгич хром-никелли қурилма ишлатилали.



**Расм-16. Этани пиролиз қилиш лаборатория қурилмаси.**

Тажриба натижалари шуни кўрсатадики, олинган пирогазнинг таркиби жараённинг оптимал шароитларига боғлиқ ҳолда кечади. Юқори ҳароратда олинган пирогазнинг таркиби 4- жадвалда келтирилган.

Жадвал-4

**Лаборатория қурилмасида олинган пирогазнинг таркиби.**

Компонент	$\alpha_i(x_i),\%$	$n_{\phi}$ кмоль/соат	$V_{\phi}$ м <sup>3</sup> /ч	$m_{\phi}$ кг/соат	$W_i, \%$
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,73- 4,69	12,1	271	339	0,65
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	89,80	1488,1	33333	44643	86,27
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	4,69	77,7	1741	3263	6,31
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	4,70	77,9	1745	3428	6,62
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	0,08	1,3	29	70	0,15
Жами:	100,00	16571,1	37119	51743	100,00

**III-Боб. Тадқиқот натижалар таҳлили**

**3.1.Газларни углеводород қисмларига ажратиш усуллари. Суюлтирилган ва сиқилган газлар.**

Республикада табиий газни қазиб олиш ва қайта ишлаш жадал суръатларда ошиб бормоқда. Янги конлар (Устюртда) очилмоқда. Ҳозир йилига 55-60 млрд.м<sup>3</sup> гача газ қазиб олинапти.

Газ аралашмаларини тозалаган алоҳида углеводородларга ёки углеводородлар қисмларига (фракцияларига) ажратиш учун қуйидаги жараёнларни: абсорбция, адсорбция, ректификация (босим остида), хемосорбция ва кўп усуллик қўлланилади (комбинирование). Абсорбция–газ аралашмасидаги пропилендан пентангача бўлган

фракцияларни ажратиб олиш учун ишлатилади. Ажралаётган қисмда этан ва этилен ҳам учраши мумкин.

Бу усул газ оқимиغا қарама-қарши ҳаракатланадиган абсорбентни ютишидан иборат. Газ компонентлари суюқликда эрийдилар. Компонентни молекуляр оғирлиги ортиши билан улар абсорбентда шунча яхши эрийди. Масалан: пентан тўлиқ эрийди. бутан – 90-95% ютилади. пропан – 75-80%. этан – 25-30%. метан эса анча кам миқдорда ютилади. Қайси углеводородни ажратиб олинишига қараб Т, Р, абсорбентни газ билан миқдорий нисбатлари танланади. Одатда абсорбция 12-20 атм. да олиб борилади. Р – ортиши билан ажратиб олиш даражаси ортади (температура пасайиши билан ҳам). Газни суюқликда ютилиши Q ажралиши билан боради (абсорбция иссиқлиги - ΔНадс.). Т – ортиши билан газ фазадаги компонентларни босими ортади ва абсорбция сусаяди. Юқори ҳароратда абсорбция тугаб, десорбция жараёни бориши мумкин. Фракциялар миқдорини ортишини олдини олиш учун абсорберлар оралиқ совутилади. Абсорбция 35°Сдан юқори бўлмаган температурада олиб борилади. Газларни суюқлик устидаги босимини ортиши, абсорбент температурасини босимларини эритмадаги газларни парциал пасайиши абсорбцияни самарадорлигини белгилайди. Абсорбция самарадорлиги (эффекти) 1кг абсорбент ютган – газни миқдори (м<sup>3</sup>) га тенг. Самарадорлик Р ва Т дан ташқари бошқа шарт-шароитларга ҳам боғлиқ (юзаси абсорбент, кўпик ҳосил бўлиши, қайнаш-аралашини тезлиги). Абсорбент сифатида – лигроин, керосин, керосин-газойлли нефть фракцияларини ишлатиш мумкин. Углеводородлар билан тўйинган абсорбент десорбция қилинади (ҳайдалиб конденсация қилинади). Углеводороддаги тўлиқ газ абсорберни (1) пастки қисмидан берилади (тарелкаларга). Абсорбер юқори қисмига эса абсорбент берилади. Айрим углеводородлари ютилган газ уни юқори қисмидан чиқади. Углеводородлар билан тўйинган абсорбент иссиқлик алмашувчи (3)дан ўтиб десорберга (4) келади. Десорберда (5) қизитгич ҳисобига ютилган углеводородлар буғлантирилади. Десорберни пастки қисмидан

углеводородлардан ажралган абсорбент (3) га юборилади. (2) насос ёрдамида у (7) совутгич орқали ўтиб абсорберга тушади. Шундай қилиб жараён курилмаси абсорбент – абсорбер – десорбер–абсорбер циклида (ёпиқ) ишлайди. Десорберни юқори қисмидан буғ ҳолат абсорбентдан ажралган газ компонентлари (8) совутгичда совуб конденсатланади ва 9 йиғувчига тушади. Конденсацияланишга улгурмаган бензин газ (9) дан насос ёрдамида сўриб олиниб, десорберни тўйинтириш (бойитиш) учун ишлатилади. Унинг ортиқча қисми тайёр маҳсулот сифатида ишлатилади. Адсорбция жараёнида каттиқ ютувчи сифатида майда ғовакли, актив юзага эга адсорбентлар кўмир, силикагел, графит ва бошқалар ишлатилади. Адсорбент активлиги (ютиш) ғоваклар майда бўлиши керак. Адсорбентларни солиштириш юзаси деб, юзаси бирлигини унинг оғирлигига нисбатига айтилади ( $\text{м}^2/\text{г}$ ). Йирик ва майда ғовакли адсорбентлар бор. Ғоваклар диаметри ангстремда ўлчанади.  $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$ . Майда ғовак  $\leq 30 \text{ \AA}$ , йирик ғовак  $> 3 \text{ \AA}$ .

Адсорбция асосан  $20-25^\circ\text{C}$  ва  $P = 4-6 \text{ атм}$ . ли олиб борилади. Углеводородларни адсорбцияси уларни молекуляр оғирлиги, кимёвий таркибига боғлиқ. Олефин углеводородлари яхши ютилади, парафин углеводородларига нисбатан. Юқори молекулали бирикмалар ҳам яхши ютилиб, ўзидан олдин ютилган молекулали углеводородларни сиқиб чиқаради. Ютилган углеводородларни десорбция қилиш учун ҳароратни  $250^\circ\text{C}$  гача сув буғи билан оширилади. Натижада ажралган углеводородлар конденсатланиб, сувдан ажралади. Шундан кейин адсорбент курилади (куруқ газда), адсорбентдан чиқаётган газ ёрдамида. Газ углеводородларини ютиш жараёни 40-60 мин.ни ташкил этади. Дастлаб  $T = 50^\circ\text{C}$  кейин  $Q$  чиқиши ҳисобига  $70^\circ\text{C}$  гача ошириш мумкин. Даврий ишловчи адсорбентлар унумдорлиги яхши эмас. Шунинг учун узлуксиз ишловчи адсорберлар ишлатилади. Бу жараён – гиперсорбция дейилади. Бунда ажралиш учун юборилган газ узлуксиз ҳаракат қилаётган актив кўмир билан тўқнашади. Десорбция  $250-360^\circ\text{C}$  да оширилади. Адсорбентни регенерация қилиш  $560-$

600°C да амалга оширилади. Бу усул кўпроқ этиленни газдан ажратиш учун кулайдир. Аммо этиленни этандан ажратиш учун бу усул нокулай.

Адсорбцияни умумий камчилиги – газ аралашмасидан албатта оғир углеводородларни чиқариш керак бўлади., чунки улар десорбция вақтида адсорбентдан ёмон ажралади. Ректификация усули газ углеводородларини қисмларга (фракцияларга) ажратишини асосий усулидир. Газ углеводородларини тўғридан-тўғри фракцияларга ажратиш анча қийиндир. Шу сабабли кўпинча газ асосан икки (фазога): - буғ фазадаги паст молекуляр оғирликка эга углеводородлар, суяқ фазадаги юқори молекуляр оғирликка эга углеводородларга ажратилади. Ҳосил бўлган икки хил фазани (“суяқлик-газ”) механик усул билан суяқлик ва газга ажратилади. Кейин суяқ фаза фракцияларга ажратиш колонналарида ректификация қилинади. Газлардан суяқ фазани ажратиш олиш учун температурани пасайтириш, босимни эса ошириш билан амалга оширилади. Газларни сиқилиши юқори температурада қайнайдиган углеводородларни конденсатланишига олиб келади. Шу боисдан у углеводородларни аниқ ажратишини таъминламайди. Газ аралашмаларини совутиш (жуда паст температурагача) углеводородларни конденсатланиши учун зарур босимни бир оз бўлса, ҳам камайтириш имконини беради. Газларни совутиш учун турли тизимлар (системалар) ишлатилади. Масалан:- 50°C га совута оладиган аммиакли система.- 100°C га совута оладиган 2-та босқичли “этан – аммиакли” системалар.- Дроселли совутиш (бу дроссел эффектига, яъни сиқилган газларни жуда тезлик билан босимини пасайтириш усули). Ажратишни қайси усулини кўллаш; фракцияларни қаерларда ишлатишига; газларни дастлабки таркибига; ажраладиган углеводородларни тозалигига бўлган талаблардан келиб чиқади. Амалда эса асосан углеводородларни атоми сонига қараб, фракцияларга ажратиш олиб борилади. Сунъий газлар: - метан, этан-этилен, пропан-пропилен, бутан-бутилен, пентан-милен фракцияларига ажратилади. Аммо ҳозирги органик синтез саноати корхоналари газларни аниқ алоҳида компонентларга

ажратишни талаб қилмоқда. Масалан: этан-этилен фракциясини эмас, балки этанни, этиленни алоҳида-алоҳида ажратиб бериш керак. Бунинг учун босим остида ректификация қилинмоқда, бу углеводородларни  $T_k$  лари  $15^\circ\text{C}$  га фарқ қилади, пропилен- $88,6^\circ\text{C}$ , этилен- $103,8^\circ\text{C}$  ( $104^\circ\text{C}$ ).

Пропан ва пропилен  $5,6^\circ\text{C}$  га фарқ қилади.  $C_4$  га тенг углеводородларни (масалан, крекинг вақтида чиқарилган газларни) ажратиш анча қийин. Бутан-бутилен фракциясидаги компонентларни температуралари бир-бирига анча яқиндир.

Масалан: -изобутан;  $T_k - 11,7^\circ\text{C}$

изобутилен  $T_k - 6,9^\circ\text{C}$

- бутен-1  $T_k = - 6,26^\circ\text{C}$
- бутадиен  $T_k = - 4,4^\circ\text{C}$
- н-бутан  $T_k = - 0,5^\circ\text{C}$

Бутан-бутилен углеводородларидаги бутанни бутадиендан ажратиш учун камида 200 дона тарелкаси бор ректификацион колонна керак. Буни эса амалга ошириб бўлмайди. Бундан ташқарн, бутадиен бутан билан  $- 5^\circ\text{C}$  да қайнайдиган азеотроп аралашмалар ҳосил қилади. Шу сабабли температуралари бир бирига жуда яқин бўлган углеводородларни азеотроп ректификациялаш усули билан ажратилади. Ажралиши керак бўлган углеводородларга азеотроп аралашма ҳосил қилувчи бирорта компонент кўшилади (унинг температураси бошқаларидан анча фарқ қилади). Кейин ректификация қилиниб, азеотроп аралашма ҳосил қилмаган углеводород ажратиб олинади. Шундан сўнг азеотроп аралашма ажратилади.

Хемосорбция усули - ажралаётган углеводородларни ютувчи моддалар билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилишига асосланган. Хемосорбция икки хил бўлади:

- Хемосорбцион жараёнлар. Газ компонентлари қаттиқ ютувчи томонидан боғланиб ажралади.

- Хемосорбцион жараёнлар. Ажратилаётган компонент суёқ ҳолдаги ютувчи билан кимёвий бирикма ҳосил қилади.

Саноатда асосан хемоабсорбция жараёнлари қўлланилади. Унда ҳосил бўлган кимёвий бирикмалар қиздирилса дастлабки моддаларга ажратиб кетади.

Хемосорбент сифатида -  $\text{SO}_2$ . Масалан: у бутадиен билан каттиқ ҳолатдаги циклик сулфонлар ҳосил қилади. Агар сулфонлар  $125^\circ\text{C}$  қиздирилса, дастлабки моддаларга парчаланиб кетади. Хемосорбент сифатида эса –  $\text{CuCl}$ , яъни (1) валентли  $\text{Cu}$  тузлари ишлатилади. Масалан: 1 валентли мис ацетатини ( $\text{CH}_3\text{COOCu}$ ) аммиакли эритмаси бутадиен билан комплекс бирикма ҳосил қилади. Бу усул билан бутадиенни газлардан ажратиб олиш учун қўлланилади. Абсорбция-ректификацион усул. Фракцияларга ажралиши керак газ ( $\text{H}_2\text{S}$  тозаланган) компрессор (1) ёрдамида 4 атм. босимгача сиқилади, 2 совутгачда совутилади, кейин газ сепаратор (3) га юборилади, ундан кейин у 17-18 атм. гача сиқиш учун (4) компрессорга узатилади. У (5) совутгичдан ўтиб, (6) газ сепараторга келади, унда газ конденсатдан ажралади. Кейин  $30\text{-}35^\circ\text{C}$  га эга газ абсорберни (7) пастки қисмига келади. Абсорберда  $P = 14\text{-}16$  атм. да ушлаб турилади. Юқори қисмидан абсорбент бўлади. Абсорберни юқори қисмини  $T = 30^\circ\text{C}$ , пастки қисми эса  $45^\circ\text{C}$ . (7) абсорбердан  $\text{CH}_4$  ва  $\text{H}_2$  иборат газ яна (8) абсорберга узатилади. Тўйинган абсорбент абсорбер (7) ни пастки қисмига ўзича ҳаракатланиб тушади ва у десорбер (9) га узатилади. Десорберда  $P = 10\text{-}11$  атм. Десорберни пастки қисми  $T = 110^\circ\text{C}$ , юқори қисми эса  $35^\circ\text{C}$  га тенг. Десорберни юқори қисмидан этан-этилен фракцияси тозалагичга (10) га юборилади. Бунда  $\text{H}_2\text{S}$   $\text{NaOH}$  билан тозаланади.  $\text{NaOH}$  циркуляцияси 12 – насос ёрдамида амалга оширилади. Этан-этилен фракцияси сув билан (12) колоннада ювилгандан кейин компрессор ёрдамида сиқилиб қайта ишлашга юборилади. Десорберни пастки қисмидан енгил углеводородларда ажратилган маҳсулот (13) насос билан иссиқлик алмашувчи (14) га узатилади ва у 15 пропан колоннасига берилади. Бу колоннада пропан-пропилен углеводородлари  $\text{C}_4$  ва ундан

юқори углеводородлардан ажратилади. Колоннани пастки қисмини  $T = 140-180^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 16-17$  атм. тенг. Колоннами юқори қисмидан пропан-пропилен фракцияси совутгич-конденсатор 16 га тушади, бунда у  $20-25^{\circ}\text{C}$  га совутилиб ва йигувчи (17) га келади. Колоннани юқори қисмини  $40^{\circ}\text{C}$  температурада ушлаб туриш учун пропан-пропилен фракциясини бир қисми (8) насос билан колоннага юборилади. Пастки қисмидан эса чиқаётган маҳсулот бутан-бутилен, пентан фракцияларини олиш учун ажратилади. Абсорбция ва ректификация сунъий совутгич ишлатмасдан пропан-пропилен фракциясини  $80-85^{\circ}\text{C}$  бўлиб - 90-95%, пентан -98% дан юқори миқдорда олиш мумкин. Этан-этилен фракциясидаги этиленга талаб катта бўлгани учун уларни ажратишга эътибор берилмоқда. Углеводород қисмларида ажратиладиган газ 35-45 атм. босим остида иссиқлик алмашгич (1) дан ўтиб метан колоннага (2) келади. Бунда  $\text{CH}_4$  ва  $\text{H}_2$  қолган углеводородлардан ажралади.  $\text{CH}_4$  ва  $\text{H}_2$  фракцияси колоннани юқори қисмидан чиқиб, этан-аммиакли совутгич (3) системасидан ўтиб иссиқлик алмашгич (1) га келади. Колоннани юқори қисми:  $T = -95, -100^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 38-42$  атм. Конденсат - этан-этилен ва бошқа углеводородлар колоннани пастки қисмидан чиқиб, (4) этан колоннага ўтади. Бу колоннада  $P = 25-30$  атм. Юқори қисми  $T = -5 (-10^{\circ}\text{C})$ , пастки қисми  $86-95^{\circ}\text{C}$ . Колоннани юқори қисмидан чиққан этан-этилен фракцияси (5) конденсаторда суюқланиб йиғгич (6) га келади. Унинг бир қисми (7) насос ёрдамида колоннани туйинтириш учун олинади, қолгани этилен колоннага (8) юборилади. 8-колоннани юқори қисмидан этилен, пастки қисмидан этан олинади.  $\text{C}_3$  ва ундан юқори углеводородлар этан колоннасини пастки қисмидан пропан колоннага (10) берилади. Бу колоннани юқори қисмидан пропан-пропилен фракцияси олинади.  $\text{C}_4$  ва ундан юқори углеводородлар колоннани пастки қисмидан олиниб, (14) бутан колоннага узатилади. Газ углеводородлари фракцияларга ажратилганидан сўнг бу фракциялардан алоҳида углеводородлар олиш мумкин бўлади. Масалан, этан-этилен фракциясини деэтанизаторда қайта ишлаб этан ва этилен газларини алоҳида ажратиб



олинади. Деэтанизаторни ишлаш принципи, параметрлари ва бошқа хусусиятлари ҳақидаги маълумотларни фанга ажратилган мустақил таълим соатларида билиб оласиз.Таркибида углеводороди бор бўлган сиқилган газлар асосан маиший-хўжалик мақсадлари учун қўлланилади. Сиқилган газлар нефтни дастлабки қайта ишлашда, каталитик крекинглашда, каталитик риформингда ва газни фракцияларга ажратишда ҳосил бўлган пропан ҳамда бутан асосида ишлаб чиқарилади. Улар атмосфера босими остида асосан газ ҳолида бўлиб агарда босим бир озгина оширилса, суюқ ҳолатга ўтади.

Сиқилган газлар икки хил турда – қишки ва ёзги хилларда ишлаб чиқарилади. Қишда ишлатиладиган сиқилган газлар – ҚТПБА (қишки техник пропан ва бутан аралашмаси, яъни рус тилида – СПБТЗ) деб юритилади. Ёзда фойдаланиладиган газни – ЁТПБА (ёзги техник пропан ва бутан аралашмаси, яъни рус тилида – СПБТЛ) белгиланади. Ёқилғи сифатида углероди  $C_3$  ва  $C_4$  бўлган углеводородлар ёки уларни аралашмаси ишлатилади. Сиқилган газни компонентлари қуйидагилардан иборат:Этан –  $C_2H_6$ . Газ ҳолда бўлиб зичлиги бўйича ҳавога яқиндир. Сиқилган газ таркибида унча катта миқдорда мавжуд бўлмайди. Унинг сиқилган газ таркибида кам миқдорда бўлишига сабаб этан  $45^{\circ}C$  температурада сиқилган ҳолатда бўла олмайди. Шу сабабли бирга  $30^{\circ}C$  ҳароратда унинг тўйинган буғларини таранглиги (упругость) 4,8 МПа га тенгдир. Ваҳоланки сиқилган газларни сақлаш учун ишлатиладиган темир резервуарлар 1,6 МПа гача бўлган ишчи босимда ишлашга мўлжалланган. Агарда этан озгина миқдорда бўлса ҳам пропан ва бутан аралашмасида мавжудлиги қўшимча босим ҳосил бўлишига олиб келади, натижада қиш фаслида газни истеъмолчиларга етказишда қийинчиликлар яратади.Пропан –  $C_3H_8$  – оғир газ. Техник пропан сиқилган газнинг асосий компоненти дир.Пропанни буғларининг таранглигига (упругость) қараб, унинг миқдори ҚТПБАда – 75%, ЁТПБАда эса – 34% дан кам бўлмаслиги лозимдир. Сиқилган газларни ишлатиш температураси  $45^{\circ}C$  га тенг бўлиб, бу вақтда пропан буғларини 1,6 МПа ни ташкил этади. Пропан буғларини таранглиги –  $35^{\circ}C$  да 0,14 МПа га тенгдир. Демак, пропанни –

30°C гача ҳеч қандай ишлову бермасдан ёқилғи сифатида ишлатиш мумкин. Техник пропанни буғлари – 42°C дан паст ҳароратларда труба ичида конденсатланиши мумкин. Бутан –  $C_4H_{10}$  – иккита изомери мавжуд бўлган газдир. Бутан ва унинг изомерлари (кимёвий формуласи, молекуляр оғирлиги бир хил, аммо молекуласида атомларни жойлашиши билан фарқланувчи) юқори ҳароратда қайнайдиган суюқлик бўлиб ҳисобланади. Техник бутан буғлари – 0,5°C кондетсатлана бошлайди. Бу ҳолат уни қиш фаслида ҳам маиший-хўжалик мақсадларида фойдаланиш имкониятларини беради. Бутан ва бутиленни ҚТПБАдаги йиғинди миқдори 20% дан, ЁТПБАда эса 60% дан ошмаслиги лозим. Пентан –  $C_5H_{12}$ . – оғир газдир. Ёқилғи газида асосан техник бутан ва пропан аралашмаси бўлиб, пентан оз миқдорда суюқ ҳолда учраши мумкин. Температура 20°C бўлганида ҚТПБАда пентанни миқдори 1% дан, ЁТПБА даэса 2% дан ошмаслиги талаб этилади. Пентанни конденсацияланиш ҳарорати 3°C атрофидадир. Шу сабабли газ оқиб ўтувчи трубалар буғлатгичли бўлганида конденсацияланган суюқликни йиғувчи мослама билан жиҳозланади. Углеводородли газларни ташиш, сақлаш ва газсизлантириш шароитларида иккита фазали, яъни “суюқлик-буғ” кўринишида бўлади. Бунда газ фазасини зичлиги ҳавоникидан юқори. Шу сабабли агарда газ чиқиши содир бўлса, у дарҳол пастга қараб (ер остига, ўраларга ва бошқа чуқур жойларга) силжиб йиғилади. Бу хавфли ҳолатдир, чунки газни ҳаво билан аралашмаси портловчи ва ёнғин чиқарувчи бўлиб ҳисобланади. Пропан ва бутан аралашмаси ҳаво билан ёнганида аланга тез тарқалиб босим тезлик билан кўтарилади. Барча сиқилган углеводород газлари (суюқ ва буғ ҳолдаги) ўзаро бир-бирига эрувчандир. Бу хусусият ёз вақтида пропан-бутан аралашмасида 50% дан иборат бутан бўлиши мумкинлигини кўрсатади. Қишки вақтда, яъни ҳарорат манфий бўлганида газ баллонларидаги пропан миқдори оширилади. Бунга сабаб -15°C ҳароратда газдаги пропанни таранглиги (упругости) 0,32 МПа гача камаяди. Суюқ фазадан олинган буғ таркиби шу аралашмадаги компонентларни парциал пропорционалдир, яънибунда,  $p_i$  – аралашмадаги  $i$  компонент миқдори,

$P_i$  –  $i$  компонентнинг тўйинган буғларини таранглиги, яъни упругости. Сиқилган газлар энг самарали ёқилғидир, чунки уларни узоқ жойларга таниш кулайдир. Бу газлар жуда катта ёниш иссиқлигига эга. Сиқилган газларни олиш учун асосий хом ашё нефт газлари бўлиб ҳисобланади. Айниқса нефтни йўловчи газларидан кўп миқдорда олинади. Бунда сепаратордан чиқаётган нефтда оғир углеводородли газлар эриган бўлади. Сепарациядан кейин олинаётган газлар таркибида 30% пропан, 30-35% бутан ва 30% га яқин бензин гази бўлади. Нефтни стабиллаш жараёнида олинadиган бу газ сиқилган газни олишнинг манбаи бўлиб ҳисобланади. Термик ва каталитик крекинглаш жараёнларида ҳосил бўлувчи сунъий газлардан ҳам хом ашё сифатида фойдаланилади, бироқ унинг таркиби табиий газлардан фарқ қилади (5-жадвал).

Жадвал-5

***Нефтни деструктив усуллар билан қайта ишлашда олинadиган газларнинг моляр таркиби (%).***

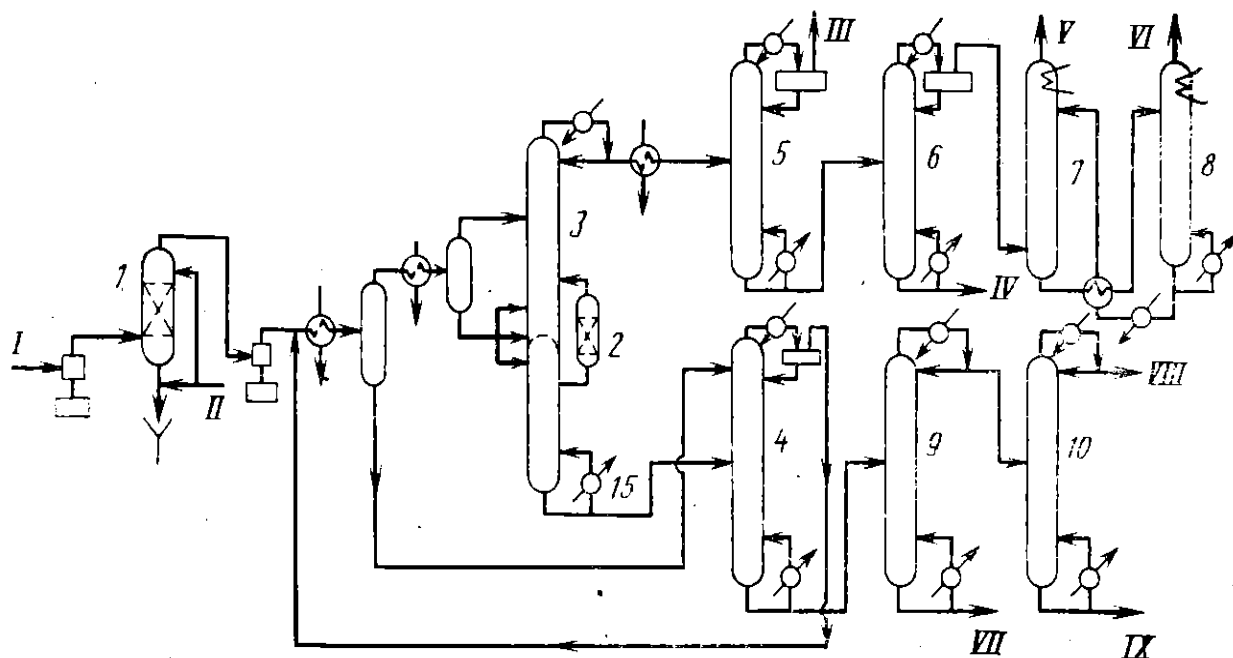
Газ таркибидаги компонентлар	Газойлни пиролизда ҳосил бўлувчи газ	Дистиллятларни пиролиз қилишдаги газ	Крекинглаш газлари	
			Термик	Каталитик
Водород	9,1	9,9	3,5	11,7
Азот+углерод оксиди	-	-	-	15,3
Метан	22,9	24,3	32,8	12,2
Этилен	24,4	22,7	6,7	4
Этан	7,6	7,5	29,3	6,8
Пропилен	15,2	13,6	6,5	16

Пропан	1	1,4	10	8,3
Бутадиен	2	2,6	-	-
Изобутилен	3,8	1,8	2,5	14,3
Бутилен – 2	1	1,7	4	-
Бутан	0,1	0,1	4,2	10,8
Пентанлар ва ундан юқори углеводородлар	0,01	0,05	2,2	1,4

### **3.2. Пирогазни конденсацион-ректификацион ажратиш схемаси.**

Пирогазни конденсацион-ректификацион усулда ажратиш схемаси 17-расмда кўрсатилган. Пиролиз газидан абсорбцион-ректификацион схема бўйича фракциялар ажратилади. Конденсатдан холи бўлган пирогаз 1,7 МПа босимгача сиқилиб, сўнгра 1-скрубберда органик ва нодон бирикмалардан тозаланади. Сўнгра газ яна 2,6-3,0 МПагача сиқилиб совутилиб, сепарациланиб ва қуритилиб минус 25 °С ҳарорат билан кесикли ректификацион колонна 3 га берилади. Бу ерда энгил фракциялар то C<sub>2</sub> гача бўлган фракциялар ректификацион колоннанинг юқори қисмидан C<sub>3</sub> ва юқори фракциялар эса колоннанинг остки қисмидан ажратиб олинади. Сепаратордаги конденсат ва C<sub>3</sub> ҳамда ундан юқорилари фракциялар 4-чи колоннага ундаги энгил углеводородлар ажралиши учун берилади. Бу ажралган энгил углеводородлар компрессордан сўнг ва то иссиқлик алмашлагичгача қайтиб линияга қайтарилади. Қолдиқ эса 9-чи ва 10-чи колонналарда пропан пропилен ва бутан фракцияларига ажратилади. 3-чи колоннадаги энгил C<sub>2</sub> углеводородлардан ташкил топган фракциялар 3 МПа

босим остида иссиқлик алмашлагичда то  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача қўшимча тарзда совутилади. Совутувчи агент сифатида метан-водород, этан ва этилен



**Расм-17. Пирогазни конденсатли-ректификацион усулда ажратиш усулининг схемаси.**

*1-скруббер; 2-қурутгич; 3,4-ректификацион колонналар; 5-дематилизатор; 6-этилен колоннаси; 7-абсорбер; 8-десорбер, 9-пропан колоннаси; 10-пропилен колоннаси. I-пирогаз; II-ишқор; III-метан водород фракцияси; IV-этановая фракция; V-этилен фракцияси; VI-ацетилен фракцияси; VII-  $\Sigma\text{C}_4$  - $\Sigma\text{C}_4$  ва юқори фракциялари; VIII – пропилен; IX I-пропан.*

фракциялари ишлатилади. Бу шароитда этилен фракцияси тўлиқ конденсатланади.  $0,2-0,25\text{ МПа}$  босим остида 5-чи колоннанинг устки қисмида минус  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  ҳароратда метан-водород фракцияси ажратилади, колонна остида ҳарорат  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$  га тенг бўлади. 6-чи колоннада тоза соф ҳолатда этилен фракцияси билан бирга этан-этилен фракцияси ажратилади.

Колонна тепа қисмида  $-93\text{ }^{\circ}\text{C}$  дан то  $97\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача бўлса колонна остида ҳарорат  $0,17\text{ МПа}$  босим остида минус  $-77\text{ }^{\circ}\text{C}$  дан минус  $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача бўлади.

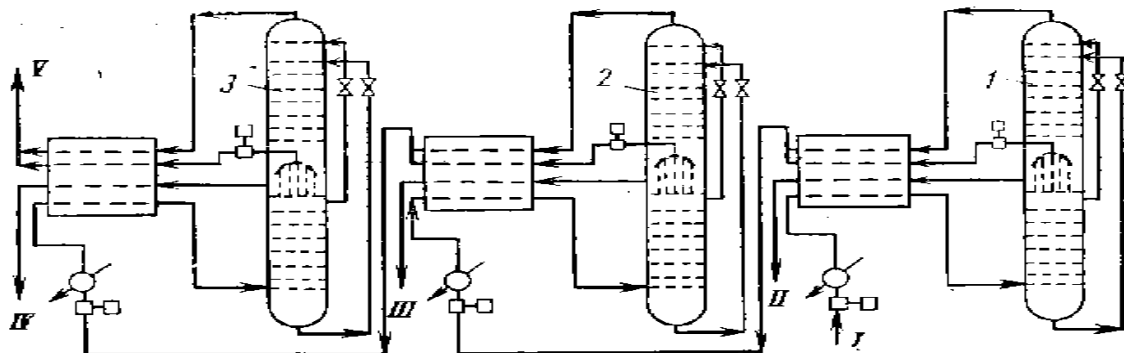
Этан фракцияси абсорберга юборилади у ерда минус 60 °С ҳароратда ацетилен ажратиб олинади. 7 чи колоннада абсорбент сифатида ацетон ишлатилади. Абсорберни устки қисмида куруқ газ билан ацетон чиқиб кетишини олдини олиш учун минус 98 °С ҳарорат сақлаб турилади. Ацетон 8-чи десорберда регенерацияланади. Қурилманинг мақсадли фракцияси этилен ва пропилен фракцияси бўлиб; метан-водород фракцияси ёқилғи сифатида ёки водородни ажратишга юборилса, этан ва пропан фракцияси эса яна пиролиз қилиш учун жараёнга қайтарилади; этилен фракциясини кимёвий қайта ишлашга юборилади.  $\Sigma C_4$  ва ундан юқори фракциялар кейинчалик  $C_4$  ва  $C_5$  фракцияларга ажратилади. Қуйидаги 1-чи жадвалда пиролиз газининг таркиби ва олинadиган маҳсулотларнинг (% массавий улушда) миқдори келтирилган

Метан-водород фракция .....	15,0
Этилен фракция.....	24,5
Этан фракцияси.....	7,7
Пропилен фракцияси.....	8,8
$C_4$ ва ундан юқори фракция.....	3,5
Ацетилен фракцияси.....	0,3

Конденсацион-ректификацион ва абсорбцион-ректификацион усулларни таққослаш шуни кўрсатадики, биринчи усул энергетик нуқтаи назаридан қараганда аҳамиятлироқ бўлса, абсорбцион-ректификацион усул эса ишлатилиши бўйича анча қулай бўлиши билан бирга аппаратуралари бўйича эса анча ихчам энергия тежамкордир.

Конденсацион-ректификацион усулни ютуғи сифатида яна юқори концентрланган углеводород фракцияларни юқори даражада ажратиб олиш имкониятлари мавжудлиги билан ажралиб туради. Шунга мувофиқ равишда этан ва этилен фракцияларини 99,0 ва 99,9% тозаликда ажратиб олиш учун конденсацион-ректификацион усулдан фойдаланилса, мақсадга мувофиқ ҳолда ажратиб олинadиган фракцияларни камроқ тозаликда ажратиб олиш учун абсорбцион-ректификациялаш усулидан фойдаланилади. Таркибида  $C_3$

гача бўлган углеводородли Пиролиз газларини ажратиш учун босими турлича бўлган колонналар тавсия этилади: остки секцияда юқори босим, юқори секцияда паст босим бўлади. Бундай қурилманинг технологик схемаси яъни 99% ли этиленни ажратиб оладиган қурилманинг схемаси қуйидаги 17-расмда келтирилган.



**Расм-18. Пиролиз газларини ажратиш қурилмаси схемаси:**

*1-пропан-пропилен колоннаси; 2-этан-этилен колоннаси; 3-метан колоннаси; I-газ хомашёси; II-этан-этилен колоннаси; III-этан фракцияси; IV-этилен фракцияси V-қуруқ газ.*

Жадвал-6

**Кондесацион-ректификацион схема бўйича ишлайдиган қурилма  
пирогаз маҳсулотининг таркиби**

компонентлар	ФРАКЦИЯ% (Ҳажмий)							
	пиролиз гази	Метан +водород	Этан фрак ц.	Эти- лен	Про- пан	Про- пилен	Аци- тилен	С <sub>4</sub> ва юқори
Водород	15,6	34,0	-	-	-	-	-	-
Метан	30,1	15,7	-	0,02	-	-	-	-
Ацетилен	0,2	-	0,5	-	-	-	55,5	-
Этилен	25,6	0,3	6,2	99,90	-	0,7	44,5	-
Этан	6,8	-	87,0	0,08	-	0,7	-	-
Пропилен	9,2	-	6,3	-	2,5	95,9	-	3,4
Пропан	10,7	-	-	-	97,0	2,7	-	23,7

Бутилен	0,4	-	-	-	-	-	-	27,1
Бутан	0,3	-	-	-	-	-	-	
$\Sigma$ С5 юқори	1,1	-	-	-	-	-	-	45,8

Газ хомашёси кетма-кет равишда пропан-пропилен, этан-этилен ва метанни ажратиш колонналарининг ҳар биридан поғона бўйича пропан-пропилен, этан-этилен ва метанли фракциялар ажратилади. Кўп оқимли иссиқлик алмашилиши ҳамда мураккаб ректификацион колонналарни қўллаш натижасида жуда содда қурилмани йиғиш мумкин унда минимал сондаги жиҳозлар мавжуд бўлади.

### **3.3.Этандан этилен ишлаб чиқаришнинг оптимал шароитларини таҳлил этиш**

Айни ҳолда оптимал шароитлар танлашда даставвал қўшимча газ ҳолатидаги, смоласимон ва қаттиқ моддаларнинг ҳосил бўлишини минимумга етказишни мақсад қилиб қўйиш керак. Бу масалани ҳал этишга қайтар ва мураккаб масалаларни бошқариш қонуниятлари ёрдам беради.

*Босим танлаш.* Реакцияни иложи борича жуда паст босимда ўтказиш мақсадга мувофиқдир. Аммо реакция ўтказиладиган аппаратда вакуум ҳосил қилиш қийин. Қайта ишлаётган газнинг босимини бошқача йўл билан камайтириш—уни сув буғи билан суюлтириш мумкин. Шунга кўра мувозанат қулай томонга силжийди ва шу билан бир вақтда қўшимча маҳсулотлар, хусусан, қаттиқ моддалар ҳосил бўлиши ҳам камаяди.

*Реакция ўтказиш учун ҳарорат ва вақт танлаш.* Ҳарорат кўтарилганда мувозанат керакли томонга силжийди ва этиленнинг ҳосил бўлиш тезлиги ортади. Аммо ҳарорат ва вақтнинг таъсири реакцияга киришиб бўлган этанга караганда этиленнинг чиқими учун муҳим аҳамиятга эга.

*Процесснинг технологик схемаси қандай?* Реакция мураккаб бўлгани учун газлар аралашмаси реакторда чиқишда таркибида реакцияга киришмаган кўп этан бўлгани учун этанни циркуляция қилиш керак (аммиак ишлаб



чиқаришда азот-водород аралашмасининг циркуляциясига ўхшаш). Йўлдош газлар ёки бошқа манбаларни ажратиш билан ҳосил қилинган этан циркуляция қилинаётган газ ва сув буғи билан аралаштирилади ҳамда оптимал ҳароратгача қиздирилади. *Этаннинг пиролизи ҳам худди пропаннинг пиролизи каби трубасимон печларда ўтказилиб, бундай печлар нефтни ҳайдаш ва нефть маҳсулотларини-термик крекинглаш мақсадларида, аммо жуда юқори ҳароратларда ишлатилади. Шунинг учун трубасимон печлар жуда пишиқ, легирланган пўлатлардан ясалади. Иссиқликни бевосита қайноқ иссиқлик ташувчи узатиб турадиган бошқа тип реакторлар ҳам топилган. У реакторнинг „қайнаётган“ қаватида жойлашиши ёки оғирлик кучи таъсирида аралашиб кетиши мумкин. Бундай реакторлар фойдали бўлиб, уларда керакли маҳсулотлар трубасимон печлардагига қараганда кўп ҳосил бўлади. Аралашма қайноқ зонадан чиққан захоти тезда совитилади. Кейин яна совитилганда смола ажралиб чиқади. Этилен, этан ва бошқа моддаларни турли методлар ёрдамида оксид ҳосил қилиш билан газлар аралашмасини ажратиши мумкин. Водород ҳосил қилиш мақсадида кокс газини ажратиши учун қўлланиладиган метод энг кенг ёйилган бўлиб, у газлар аралашмасини жуда паст ҳароратларгача совитишга ҳамда ҳосил бўлган фракцияларни аралашмалардан тозалашга асосланган. Бу метод билан газлар аралашмасидан ундаги этиленнинг 98% ини ажратиб олиш ва ҳаммаси бўлиб 0,02% га яқин қўшилма бўлган маҳсулот ҳосил қилиши мумкин.*

### **Пиролиз жараёни.**

Деэтанализатордан чиққан этан газини иссиқлик алмаштиргичлардан ўтиб, ҳарорати 60<sup>0</sup>С га келганда сатураторда сув буғларига тўинтирилади.

Сатураторнинг юқорисидан чиққан газга (124<sup>0</sup>С) диметилдисульфид қўшилади. Унинг ёрдамида пиролиз вақтида кокс ҳосил бўлишини олди олинади. Пиролиз жараёни икки босқичда бориб, печнинг 1-конвекцион қисмида 600-650<sup>0</sup>С гача қизиб, печнинг 2-қисми-радиан қисмига келади, 840<sup>0</sup>С гача қизийди ва парчаланеди:

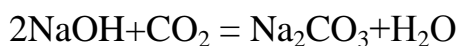
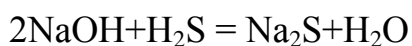


Пиролиз газы печдан чиқиб тобловчи буғлатиш минора кўринишидаги ускунадан ўтади ва тезда совийди, йўқса иккиламчи реакция махсулотлари ҳосил бўлиши мумкин. Кейинги иккинчи шундай минорадан ўтиб  $210^{\circ}\text{C}$  да келаётган газ оқими  $39^{\circ}\text{C}$  гача совийди. Бунда газнинг таркибидаги сув олиб қолинади, газ тобланади.

Бу минорада асосий суюлтирилган буғ ва оғир бензинлар совутиш суви ёрдамида конденсация қилинади. Совутилган газ пастки секциядан совутишни давом эттириш учун юқори секцияга ўтади ва оғир бензин сувдан ажратиб бензин сақлагичга тушади ҳамда насос ёрдамида буғ қозонхонанинг ёнилғи тизимига юборилади.

Тобловчи миноранинг пастки қисмидаги техник сув сув тозалаш иншоатига, кейин сатураторга берилади. Тобловчи сувнинг водород кўрсаткичи (рН) ни диққатлик билан кузатиш керак. Сувнинг муҳити унда минорада нордон газлар эриганлиги туфайли нордон бўлади, шунинг учун тобловчи сувнинг чиқиш йўлига 2% ли ишқор эритмаси берилади ва рН 6,0-6,5 атрофида ушланади. Ишқорли минорада оз миқдорда полимер мойи (сарик мойлар) ҳосил бўлади. Полимер мойи миноранинг тагидан дегазация қилиниб махсус идишларга солинади ва комплекс ташқарисига чиқариб ташланади. Агар сарик мой тизимда кўп қолиб кетса, кўшимча реакциялар, масалан полимерланиш реакциялари, давом этиб қизил мой ҳосил бўлади.

Тобловчи минорасининг тепасидан чиққан пирогаз ажратгичга тушади ( $38^{\circ}\text{C}$ ,  $P=33\text{кПа}$ ) ва конденсатдан ажратилади. Ажратгичнинг юқори қисмидан чиққан пирогаз компрессор ёрдамида босими  $134\text{кПа}$  гача оширилади. Босими оширилиши муносабати билан газнинг ҳарорати кескин кўтарилади, шу сабабли газни совитиш мақсадида улар иссиқлик алмаштиргичлардан ўтказилади.  $37^{\circ}\text{C}$  гача совиган ва  $P=825\text{кПа}$  бўлган газ иссиқлик алмаштиргич орқали ишқорли миноранинг тўлдиргичлари остидан берилади. Бу минорада газ 10% ли натрий гидроксид ёрдамида қолган нордон газлардан тозаланади.



Миноранинг юқори қисмидан чиққан газ (пирогаз) ажратгичга берилади. Унинг юқорисидан чиққан пирогазнинг босимини ошириш учун компрессорга берилади. Компрессорга ўтган газнинг босими 17кг га ошади, лекин ҳарорат эса 100 °С гача кўтарилади. Ҳароратни тушириш учун маҳсулот яна совитилади ва ниҳоят газнинг босими 34кг га етказилиб, ҳарорат эса -59°С булган газ кейинги ажратгичларни юқори қисмидан чиқиб иссиқлик алмаштиргичлардан -98°С гача совитилиб кейинги ажратгичга узатилади. Сўнг яна -135°С гача совитилади ва яна ажратгичга берилади. Бу ҳароратда Н<sub>2</sub> газ ҳолатида ажратгичнинг юқори қисмидан чиқиб тозалаш қурилмасига юборилади. Тозаланган водороднинг бир қисми ацетиленни гидрогенлаш, бир қисми эса ПЭ заводига полимерланиш реакциясида телалар сифатида ишлатиш учун юборилади.

Ажратгичларнинг остки қисмидан чиққан суюқ фазалар дегметанизаторга берилади. Унинг юқорисидан чиққан тоза метан ёқиш учун машъалага жўнатилади. Дегметанизаторнинг остидан чиққан суюқ фаза дегтанизаторга берилади.

Дегтанизатор 44 ликобчадан иборат булиб, вазифаси ацетилен, этилен, этанларни ажратишдан иборат. Дегтанизаторнинг остки қисмидан чиққан суюқликлар (пропан 30,3%, бутадиеен 26%, оз микдорда бутан аралашмаси) ёқилги сифатида машъалга жўнатилади.

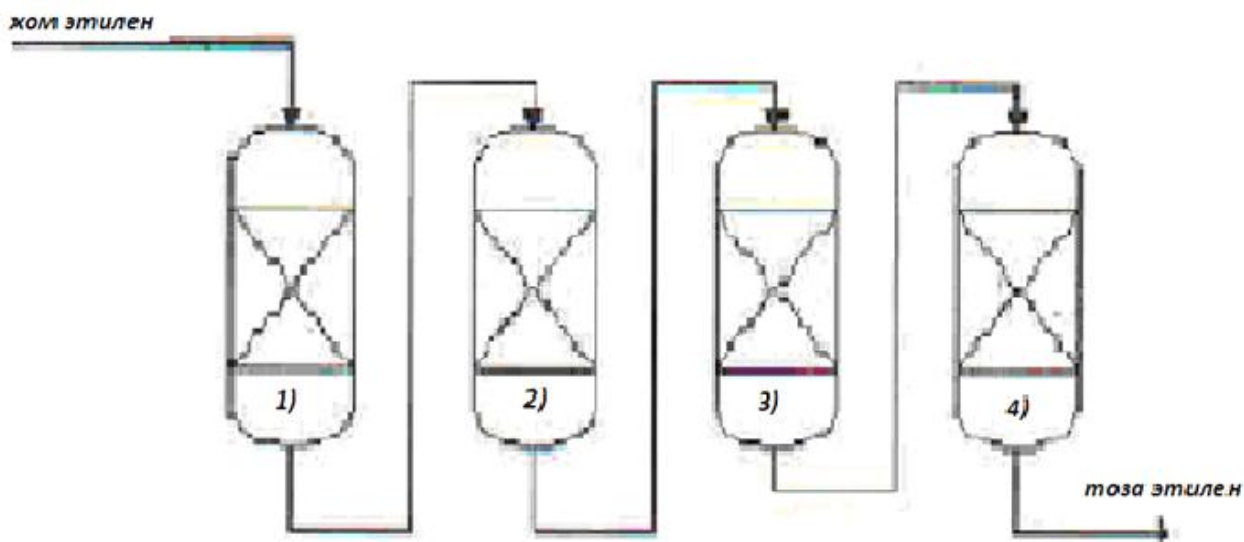
Дегтанизаторнинг юқори қисмидан чиққан газ (СН<sub>4</sub>-0,04%, С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub>-41,71%, С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub>-57,72%, С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>-,34%) иссиқлик алмаштиргичдан ўтиб ҳарорати -14°С га тушиб, ажратгичга берилади. Ажратгичнинг остидан чиққан суюқ фаза пуркатиб суғориш учун минорага қайта берилади. Ажратгичнинг юқорисидан чиққан газ иккига бўлиниб, бир қисми иссиқлик алмаштиргичлар орқали ҳарорати 38°С га кўтарилиб ацетилен конвертерига берилади. У ерга яна 99,95% тозалигида водород берилади ва ацетилен билан бирикиб этиленга айланади. Конвертер ичида катализатор сифатида

палладий (Pd) ва алюминий оксиди  $Al_2O_3$  ишлатилади. Бу ерда ис газ  $CO$  бўлмаслиги керак, акс холда у реакцияни тўхтатиб қўяди. Харорат  $38-800C$  бўлиши керак, чунки хароратнинг ошиб кетиши этиленнинг этанга айланиб кетишига олиб келади.

Конвертернинг остки қисмидан чиқаётган газ ( $C_2H_4-58,9\%$ ,  $C_2H_6-40,88\%$ ) иссиқлик алмаштиргичдан  $-12C$  гача совитилиб аралаштиргичда суюқ этан ва этиленлар билан аралаштирилиб ажратгичга берилади. Ажратгичда суюқ ҳолдаги этилен, яшил мой ажратилади. Ажратгичнинг остки қисмидан чиққан суюқликлар дезтанизаторга қайта берилади.

Ажратгичнинг юқори қисмидан чиққан этилен ва этан цеолит билан тўлдирилган қуритувчи мосламаларда намликдан тозаланади, акс холда гидратлар ҳосил бўлиб қолиши мумкин. Қуритилган газ ( $C_2H_4-58,92\%$ ,  $C_2H_6-41,39\%$ ) ректификацион минорага берилади ва унинг махсус туйнигидан чиққан газ иккига бўлинади ва бир қисми яна ректификацион минорага пуркатиб суғориш учун қайта берилади.

Миноранинг юқорисидан чиққан этилен ( $99,38\%$ ) иссиқлик алмаштиргичга берилиб харорати  $32,7^0C$  га туширилиб яна нордон газлардан тозалаш учун жўнатилади. Шундай йул билан олинган ва тозаланган этилен  $99,99\%$  тозалikka эга ва у сақлаш сферасига йиғилиб у ердан полиэтилен ва бутен-1 олиш қурилмаларига жўнатилади.



Расм- 19 Этиленни  $C_2H_2$  (1),  $CO$  (2),  $O_2$  (3),  $H_2O$  (4) дан тозалаш миноралари

- 1-Палладий билан тўлдирилган минора
- 2-Мис (II) оксиди билан тўлдирилган минора
- 3-Мис (I) оксиди билан тўлдирилган минора
- 4-Молекуляр элакар билан тўлдирилган минора

Шундай қилиб, Шўртан газидан этанни ажратиб олиш, ундан этилен ҳосил қилиш, қўшимча газлардан тозалаш мураккаб жараён бўлиб, унинг соддалаштириш, қискартириш янги технологияларни талаб қилади ва ушбу йўналишда бутун дунё полимерчилари доимий изланишдадирлар. Олинган этилендан эса нафакат асосий маҳсулот-полиэтилен, балки қатор керакли моддалар олиш мумкин.

### 3.4. Пиролиз реакцион зонасида ҳосил бўладиган этиленни миқдорини ошириш йўллари

Ўтган асрнинг 60 йилларида юқори ҳароратли пиролиз жараёнини амалга ошириш учун пиролиз печида вертикал жойлашган трубалар ўрнатила бошланди. Бунинг ҳисобига пиролиз ҳарорати 840 дан 860 градусгача оширилган эди. Реагентларни контакт вақти 0,3-0,6 гача камайтирилган эди. қуввати эса  $250-335 \text{ кЖ/м}^2\text{соат}$  ни ташкил этарди. 70 йилларни бошига келиб эса шундай печлар яратилдики бунда реагентларни контакт вақти 0,3-0,5 секундга камайтирилиб ишчи ҳарорат 850-870 ни ташкил қилди. Бунда печнинг конструкциясидаги асосий ўзгариш печ ичидаги змевиикли қувурларни кўндаланг кесим юзаси кичик қилиниши

ҳисобига амалга оширилди. 70 йилларни ўрталарига келиб эса яратилган Миллосеконд печларида ҳарорат  $920^{\circ}\text{C}$  тенг бўлгани учун контакт вақти 0,03дан 0,1 секундгача камайди. Бунинг ҳисобига бензидан этиленни ҳосил бўлиши 33-35% гача ошди. Бу дегани бошқа печларга нисбатан ўсиш 1,1-1,2 гача кўпайди деб айтиш мумкин. Бироқ ҳароратни ошириб контакт вақтини камайтириш ҳозирги кунгача давом этиб келмоқда. Ҳозирги куннинг муаммоси печлада контакт вақтини атиги 0,01секундга етказиш асосий вазифа бўлиб турибди. бундай шароитда этиленни чиқиши ошмайди, бироқ ацителенни чиқиши ошади қайсики ацителен этилен олишни дарров кўпайтиришга хизмат қилади. Ҳозирги вақтдаги печлар  $830-850^{\circ}\text{C}$  ҳароратда ишлаб контакт вақти 0,3-0,4 сек ташкил этади. Битта печнинг этилен ишлаб чиқаришга нисбатан бир қуввати 60-80 минг тоннани ташкил этади. Пиролиз қурилмасини ва унда газларни ажралишини ишлаб чиқиш, лойиҳалаш ва уни қуриб ўрнатиш бўйича дунёда энг етакчи ўринда турувчи компаниялардан Lummus, Linde AG, Pullman Kellog и Stone and Webster лардир. Шу фирмаларни разработкаси ва проектлари орқали дунёда 1977 йилга келиб 315 этилен олиш қурилмалари ишга тушиб дунёда 35 миллион тонна этилен ишлаб чиқарилди. Шулардан 50%и Lummus фирмасининг технологияси бўйича қурилгандир.

Қуйи олифинли углеводородлар асосан табиий газни термик, термокатаолитик қайта ишлаш эвазига олинади. Пиролиз газлари этилен ва пропилен олиш учун энг асосий хом-ашё манбаи сифатида хизмат қилади. мақсадга мувофиқ олинажак ва қўшимча ҳосил бўладиган компонентларни рационал ишлатиш мақсадида термик ва термокатилитик жарёнларда бу хом-ашёларни тоза ҳолатда ажратиб олиш тавсия этилади. Бунинг учун нафақат 99,9% ли концентрация балки, унинг таркибидаги намлик ва  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}=\text{CH}$ ,  $\text{CO}_2$  ларни мутлақо ёқотиш талаб этилади.

Саноатда газ аралашмалари таркибидан газларни алоҳида ажратиб олиш учун уч хил қўлланилади:

Абсорбция-ректификацияли;

Конденсацион-ректификацияли;

Абсорбцион ва бошқалар.

Саноат ишлаб чиқаришда асосан юқорида қайд этилган биринчи ва иккинчи усуллар кенг қўламда қўлланиб келинмоқда. Бунинг учун дастлаб газнинг асосий компонентлари суёқ ҳолатга келтирилиб сўнгра чёткие ректификацион усулида ажратиш ҳисобига ажратиб олинади. Биринчи усул бўйича газларни сиқиш босим остида энгил абсорбентларни қўллаш эвазига амалга оширилади. Газнинг энгил компонентларининг қайнаш ҳарорати орасидаги узилиш яъни уларни ажратиш имконини пайдо бўлиши  $C_2$  дан бошланиб  $C_3$  га тугатиш эвазига уларни шу биринчи усул яъни паст ҳароратли ректификация усулини қўллаш ҳисобига тоза қисқа фракция сифатида ажратиб олиш қўлланиб келинмоқда.

Этилен ва пропилен юқори концентрацияда бир марта ректификациялаб ажратиб олиб бўлмади чунки, унинг таркибида  $C_4$  бўлиб унинг ҳам қайнаш ҳарорати шуларга яқин бўлгани учун уларни ажратишда бошқа махсус физик-кимёвий усуллардан фойдаланилади.

**Абсорбция** – усули бу ютувчи модда томонидан суёқлик ёки газни ютилишига айтилади. Ютилиш жараёни юқори юосим паст ҳароратда олиб борилади. Абсорбция жараёнидан олдин албатта газни қуритувчилар ёрдамида қуришти керак бўлади.

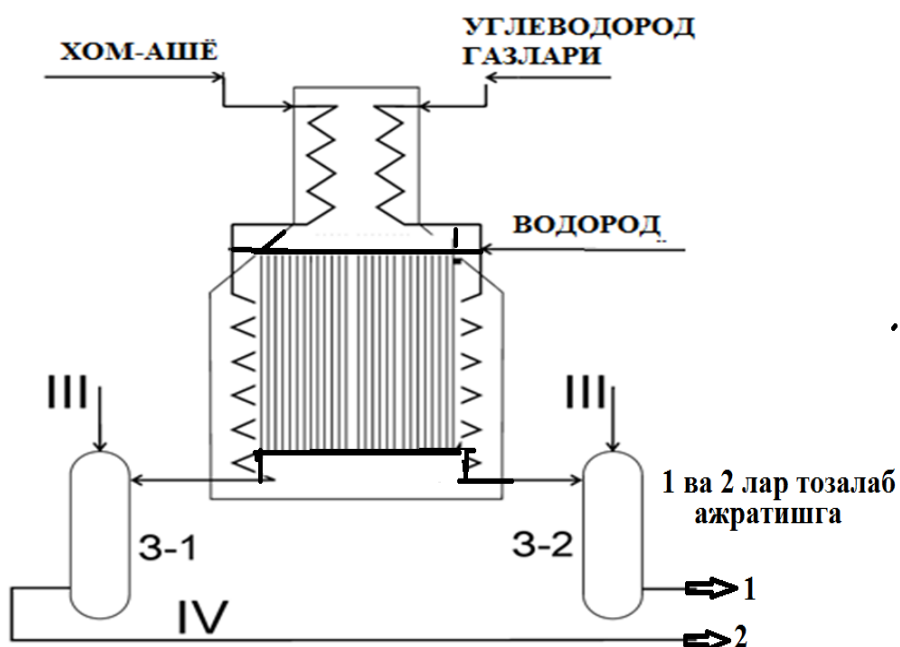
**Адсорбция** –усули газсимон ёки буғсимон углеводородларни кичик ғовакларлардан иборат бўлган қаттиқ моддаларда ютилишига айтилади. Улар адсорбентлар дейилиб, кўмир сликагеллар хизмат қилади.

**Хемосорбция.** Хемосорбцияда ютулувчи модда ютувчи модда билан кимёвий боғланиш ҳосил қилиб, аралашма таркибидан энгил ажралиши билан бирга уни ўзи энгил регенерацияланади яъни ажралиб қайта тикланади. Хемосорбция индивидул компонентлар ёки гуруҳларни дастлабки аралашма таркибидан ажратиб олиш учун қўлланилади.

Конденсацион-ректификацияли усули абсорбцион усулга қараганда анча самарали тежамкор усул бўлиб, бунда энергия сарфи анча кам ва ўзининг

энергия тежамкорлигини инобатга олиб юқори даражада тоза ҳолатда олифин углеводородларни ажратиб олиш хусусиятига эгаллиги билан ажралиб туришини айтиш мумкин. Бу усулда дастлабки газ сиқилгандан сўнг ишқорли ювиб ва уни ажратилиш маҳсулотларининг иссиқлик алмашиниш қурилмасида хлороагентлар ёрдамида қуриштиришда минус 55-60°C совутилиши амалга оширилади. Паст ҳарорат этиленли совутиш цикли ва дросселла совутиш ҳисобига амалга оширилади.

1. Биз жараёнини таҳлил қилиб, пиролиз жараёнини муваффақиятли амалга ошириш учун жараёнга водород киргизиш орқали амалга ошириш мумкин. Бунда водород реакцион зонада бирламчи олефинлар ҳосил бўлиш реакциясига ижобий таъсир кўрсатиб макромолекулалари компонентларни ҳосил бўлишига салбий таъсир кўрсатиши билан бирга кокс ҳосил бўлиш жараёнини ҳам олдини олади. Иккинчи томондан водород билан борадиган реакцияларни деярли ҳаммаси экзотермик реакциялар бўлиб, бунда ажралиб чиққан иссиқлик пиролиз технологик жараёнига ташқаридан иссиқлик киришини анча камайтиради.



**Расм-20. Пиролиз печининг реакцион қисмига киритилган ўзгартиришлар.**



2. Иккинчидан пиролиз жараёни водород иштирокида боргани сабабли ҳарорат  $900^{\circ}\text{C}$  бўлгани учун реакцион зонада хом-ашё углеводород газларини бўлиш вақтини бир мунча камайтиришни тақозо этади. Бунинг учун пиролиз печининг конструкциясда ўзгартириш киритиб (20-расм) уни змеевикли қувурларини диаметри 13-14% гача қисқартириб ва кичиклаштириш ҳисобига углеводородлар реакцион даврини 0,1 секунддан 0,07-0,08 секундгача камайтириш этиленни чиқишига қулай имкон тугдиради.

## Хулоса

- Ушбу магистрик диссертация ишида пиролиз газини ажратиш жараёнини кинетик қонуниятлари ўрганилди.
- Этанни газлар аралашмаси таркибидан тоза ҳолатда ажратиб олишнинг оптимал вариантини ишлаб чиққан ҳолда, жараённинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш ва жараённи ишлаб чиқариш даражасида оптималлаштириш масалалари ҳал этиди .
- Пиролиз лаборатория қурилмасида ҳарорат, босим, ва кимёвий кинетик қонуниятларининг ўзгаришлари ўрганилди.
- Жараёнда ўлчовчи ва бошқарувчи қурилмалар сифатида ҳозирги замон технологияси асосида ишлаб чиқарилаётган SIEMENS, OVEN фирмасининг ўлчов ускуналаридан фойдаланилди.
- Пиролиз жараёнида ҳосил бўладиган углеводород газларининг кимёвий мувозанат константасини муқобил танлаб олиш муаммолари ҳал этилди.
- Пиролиз жараёнини муваффақиятли амалга ошириш учун жараёнга қўшимча равишда водород бериш тавсия этилди. Бунда водород реакцион зонада бирламчи олефинлар ҳосил бўлиш реакциясига ижобий таъсир кўрсатиб макромолекулалали компонентларни ҳосил бўлишига салбий таъсир кўрсатиши билан бирга кокс ҳосил бўлиш жараёнини ҳам олдини олинади.
- Пиролиз печининг конструкцияда ўзгартириш киритиб уни змеевикли қувурларини диаметри 13-14% гача қисқартириб ва узунлигини кичиклаштириш ҳисобига углеводородлар реакцион даврини 0,1 секунддан 0,07-0,08 секундгача камайтириш этиленни чиқишига қулай имкон туғдириши илмий жиҳатдан асослаб берилди.

## Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ш.М.Мирзиёев. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак. Тошкент, «Ўзбекистон», 2017.-104 б.
2. И.А.Каримов. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. Тошкент, б «Ўзбекистон», 2009.-54 б.
3. Торховский В.Н., Николаев А.И., Бухаркин А.К. «Пиролиз углеводородного сырья». Москва, 2004. - 68 с.
4. Масальский К.Е., Годик В.М. Пиролизные установки. М., «Химия», 1968 - стр.90.
5. А.Л. Лapidус, И.А. Голубева, Ф.Г. Жагфаров. Газохимия. Часть II. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004 - 242 с.
6. Григорьева Н.А., Жагфаров Ф.Г. Пиролиз углеводородного сырья. Методические указания по выполнению курсового проектирования. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006 - 32 с.
7. Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Изд. 2 -е, пер. и доп. Л., «Химия», 2004 - 344 с.
8. Осинина О.Г. Определение физико-химических и тепловых характеристик нефтепродуктов, углеводородов и некоторых газов. М: МИНГ, 2006, Ч 1, 2.
9. Масальский К.Е., Годик В.М. Пиролизные установки (проектирование и эксплуатация), М., Изд. «Химия», 2008 - 144 с.
10. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей, М., «Наука», 2006 - 720 с.
11. Богаров Ю.Н., Масальский К.Е., Гершова И.Ш. Конструктивное оформление печей пиролиза, М., ИНИИТЭ нефтехимия, 1972 - 44 с.
12. Казанская А.С., Скобло В.А. Расчеты химических равновесий, М. Высшая школа, 2004 - 288 с.

1. Кирпичников П.А., Ликумович А.Г., Победимский Д.Г., Попова Л.М. «Химия и технология мономеров для синтетического каучука»//Л. -Химия, 2009-20 с.
2. Магарил Р.З., Иоанидис Н.В. «Пиролиз в присутствии водорода».- Ж.физ.химии, 2005, т. 49, № 2, с. 299-301
3. Жоров Ю.М., Васильева И.И., Панченков Г.М. «Влияние природы разбавителя на пиролиз углеводородов».- Нефтепереработка и нефтехимия. 2006, № 8, с. 29-30
4. Авторское свидетельство № 573497 (СССР). «Способ получения этилена» (Жоров Ю.М., Васильева И.И., Панченков Г.М.). Опублик. в Б.И, 2007, №35, с. 85-86
5. А.С. № 620499 (СССР). «Способ получения олефиновых углеводородов» (Никонов В.Н., Адельсон С.В., Мельникова С.А.).- Опублик. в Б.И., 2008, № 31, с. 61-62
6. А.С. № 410073 (СССР). «Способ получения олефиновых углеводородов» (Адельсон С.В., Смирнов А.П., Гуревич В.Н.).- Опублик. в Б.И., 1974, с. 91
7. Добрянский А.Ф., Вишневская М.М. «Пиролиз производных циклогексанов в присутствии меди».- Изв. Вузов, сер. нефть и газ, 1963, № 3, с. 51-54
8. А.С. № 882597 (СССР). «Способ приготовления катализатора для пиролиза углеводородного сырья» (Адельсон С.В., Крейнина Г.П., Барабанов Н.Л.).- Опублик. в Б.И., 2008, № 43, с. 29
9. Адельсон С.В., Крейнина Г.П., Липкинд Б.А. «Каталитический пиролиз прямогонного бензина в присутствии KVO<sub>3</sub> на носителях».- Нефтепереработка и нефтехимия. 2006, № 4, с. 32-34
10. Барабанов Н.Л. «Высокотемпературный пиролиз углеводородов».- М., ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 2007, с. 71.
11. И. Мухина Т.Н., Меньшиков В.А., Барабанов Н.Л. «Пиролиз нефтяных фракций главный источник сырья для нефтехимической промышленности».- ЖВХО им. Д.И. Менделеева, 2007, т. 22, № 1, с. 8-17

12. Адельсон С.В., Соколовская В.Г. Каталитический пиролиз смесей газообразных углеводородов //Нефтепереработка и нефтехимия. 2005. - № 3.- с.30.
13. А.С. СССР № 219593. Способ получения, олефиновых углеводородов (Паушкин Я.М., Адельсон С.В. и др.), Б.Н., 2008, № 30.
14. Мухина Т.Н., Черных С.П. и др. Пиролиз углеводородов в присутствии катализаторов. М.: ЦНИИТЭнефтехим. Тем. обзор, 2008. 72с.
15. Цадкин М.А., Иванова С.Р., Колесев С.В. и др. Формирование барий содержащего катализатора пиролиза углеводородного сырья //Нефтепереработка и нефтехимия. 1986. - № 5. - с. 38.
16. Адельсон С.В., Воронцова Т.А., Мельникова С.А. и др. Некоторые особенности каталитического пиролиза в присутствии гетерогенных и гомогенных катализаторов //Нефтехимия, 2009, Т. XIX. - № 4, - с. 583-587.
17. Зульфугаров З.Г., Шарифова Э.Б., Зейналова Ф.А. и др. Влияние состава морденитсодержащих катализаторов на пиролиз углеводородного сырья //Нефтехимия. 2004, Т. XXVIII. №5. - с. 841-845.
18. Жагфаров Ф.Г. Модифицирование ванадиевых катализаторов пиролиза с целью снижения их коксуемости. Канд. дисс. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук. М.: МИНГ, 2004. -220с.
19. Адельсон С.В., Дурова Г.В. Каталитический пиролиз прямогонного бензина на Mn-Mg катализаторе //Нефтепереработка и нефтехимия. -2005. № 12.-с. 24-25.
20. Зульфугаров З.Г., Тагиев Д.Б., Шарифова Э.Б. и др. I нефтехимический симпозиум соц. стран. Тезисы докладов. Наука, с.33.
21. Егиазаров Ю.Г., Черчес Б.Х., Крутько Н.П. и др. Пиролиз нефтяных фракций на оксидноиндиевом катализаторе //Нефтехимия. -2009, Т. 19, № 4. - с. 592-600.
22. Ярецки Е., Пшибылович Я. Каталитический пиролиз бензиновой фракции в присутствии окислов металлов на  $\alpha$ - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>//Нефтехимия.- 2009, Т. 19. -№4. -с. 601-607.

23. Патент 2012417, Франция опубл. 2006.
24. Миначев Х.М., Тагиева Д.Б., Зульфугаров З.Т. и др. Пиролиз бензинов в присутствии цеолитов //Нефтехимия. 2007, Т. 20.- №3. - с. 408-411.
25. Баширов Р.Ф. Разработка и оптимизация процесса пиролиза углеводородного сырья на отработанном цеолитсодержащем катализаторе. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Уфа, 2008. - 24 с.
26. Соколовский Д.В., Кельман П.В. К электронной теории влияния носителя на каталитическую активность окислов металлов //ЖФХ," 2009, Т. 53.-№11.- с. 2821.
27. Васильева Н.А., Буянов Р.А., Замараев К.И. Химическая природа каталитического пиролиза углеводородов. Оценка воздействия катализаторов на пиролиз //Химическая физика. 2004, Т. 3. -№ 5. - с. 688694.
28. Панченков Г.М., Валитов Р.Б., Прусенко Б.В. и др. Каталитический пиролиз бензина на окисном железохромовом катализаторе //Нефтехимия. 2006, Т. 16. № 18. с. 132-135.
29. Потапова Л.Л., Апончик Л.В. Модифицированный оксидно-индиевый катализатор пиролиза. Тезисы докл. Научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов по актуальным проблемам нефтехимии г. Уфа, 26-28 марта 2005 г. Уфа, 2005. с. 84.
30. Патент 4212728 США, опубл. 2008, кл. 208/121.
31. А.С. №620499. Способ получения олефиновых углеводородов. (Адельсон С.В., Никонов В.И., Мельникова С.А. и др.). Опубл. в Б.И. 2008, №31. с. 61-62.
32. Васильева Н.А., Буянов Р.А., Климин И.П. О каталитическом пиролизе углеводородов //Кинетика и катализ. -2007, Т. 21, №1- с. 220-226.
33. А.С. №410073. Способ получения олефиновых углеводородов (Адельсон С.В., Смирнов А.П., Гуревич В.И. и др.). Опубл. в Б.И., 2004. 31. с. 91.

34. Крейнина Г.П., Ефременко Т.П., Адельсон С.В. Каталитический пиролиз углеводородов различных классов и строения //Нефтепереработка и нефтехимия. 2005. № 8. с. - 18-20.
35. Патент 4579997 США от 01.04.86. НКИ 585 653; МКИ СО 7С4/02 (Phillips. Petrol)
36. Патент 4620052 США от 25.01.86. НКИ 585-653» МКИ СО 704/02 (Phillips. Petrol)
37. Патент 4621163 США от 04.11.86. НКИ 585-653; МКИ СО 7С4/02 (Phillips. Petrol)
38. Chemical Week. 1986. 138, № 6, p. 17.
39. Патент 4471151 США от 06.09.84. НКИ 585-653; МКИ СО 7С4/02 (Phillips. Petrol)
40. Катализатор пиролиза углеводородов с паром. Заявка Японии 62038-239-
41. Патент 56-5435 Японии от 04.02.81, С 10 У 33/04.
42. Патент 58-67829 Японии от 02.11.84.
43. Патент 59-193834 Японии от 02.11.84.
44. Разработка комплексного безотходного процесса каталитического пиролиза нефтяных остатков. Обухова С.А., Везиров Р.Р., Ларионов С.Д. и др. УНИ, 2008. - 32с. (Рукопись деп. в ЦНИИТЭнефтехим) от 27.07.88. №81-88.
45. Адельсон С.В., Никонов В.Л., Воронцова Т.А., Жагфаров Ф.Г. и др. Применение эффективных каталитических систем и гомогенных добавок для пиролиза углеводородного сырья./В кн.: Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Баку, 2009.
46. Черных С.П., Адельсон С.В., Мухина Т.Н. Каталитический пиролиз углеводородов; проблемы и перспективы. УП нефтехимический симпозиум соц. стран. Киев, 15-20 октября 2004: Тезисы докл. /АН СССР, Ин-т нефтехимического синтеза; АН УССР/.
47. Адельсон С.В., Жагфаров Ф.Г., Черных С.П. и др., О стабильности работы катализаторов пиролиза //Химия и технология топлив и масел. 2004.- №2. с. 23-25.

48. Черных С.П., Адельсон С.В., Мухина Т.Н., Жагфаров Ф.Г. и др. Каталитический пиролиз прямогонного бензина на промотированном ванадиевом катализаторе //Химическая промышленность, 2007. № 4. с. 202-204.

49. Андрианов Н.Т., Адельсон С.В., Жагфаров Ф.Г., Жандаров В.Ю., Тарханова О.В. Муллит-корундовая керамика-носитель катализатора пиролиза углеводородного сырья.//Стекло и керамика №11, 2005. с. 23-25.

50. Элвин Б. Стайлз. Оксид алюминия /В кн.: Носители и нанесенные катализаторы. М.: Химия, 2007. - С. 24-26.

**51. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)**

**52. <http://www.books.econprofi.ru>**

**53. <http://book.vsem.ru/>**

**54. <http://www.lukoil.ru>**

**55. <mailto:info@chemindustry.ru>**