

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

*Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 665.15*

Баходир Рахмонов

**Мураккаб спиртли аралашмаларни ажратиш жараёнларини
оптималлаштириш**

05.17.08 – «Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари»

**Техника фанлари номзоди илмий даражасини
олиш учун тақдим этилган диссертация**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

Тошкент – 2011

Иш Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Илмий раҳбар:

техника фанлари номзоди, доцент

МУХИТДИНОВ Джалолитдин Пахритдинович

Расмий оппонентлар:

техника фанлари доктори, профессор

НУРИТДИНОВ Шамсуддин Нуриддинович

техника фанлари номзоди, доцент

ЮНУСОВ Исмаи Иноғомович

Ихтисослашган кенгаш

илмий котиби, техника

фанлари доктори, профессор

АЗИМОВ Р.К.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ

Ишнинг долзарблиги. Мамлакатимизни келгусидаги ижтимоий-иқтисодий ривожланишига илмий-техник ривожланишни тезлатиш, халқ хўжалигини жадаллаштириш йўлига ўтказиш, хом ашё, моддий ва ёқилғи-энергетик ресурсларнинг ҳар томонлама тежалишини таъминлаш ва улардан рационал фойдаланиш, чиқиндисиз ва кам энергия истеъмол қилувчи ишлаб чиқаришни ташкил этиш асосида эришилади.

Озиқ-овқат этил спиртини ишлаб чиқариш - Ўзбекистон Республикаси озиқовқат саноатининг ёш ва энг асосий соҳаларидан бири. Истеъмол бозори ривожланишининг замонавий босқичи юқори сифатли маҳсулотларга, хусусан, ГОСТ 5962-67 га кирувчи, таркибидаги нохуш компонентлари (эфирлар, альдегидлар, оғир спирт) бўйича катъий чегараланишлар билан тавсифланувчи «Экстра» ва «Люкс» маркали спиртларга бўлган талабнинг ортиши билан тавсифланади. Шу билан биргаликда, бугунги кунда фаолият кўрсатиб турган спирт заводларида «юқори тозаликда ректификацияланган спирт» ва биринчи навли спирт ҳам ишлаб чиқарилмоқда. Спирт сифатини ошириш мақсадида брагоректификация қурилма (БРҚ) ларини такомиллаштириш катта миқдордаги капитал харажатларни талаб этади ёки тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришнинг пасайиши билан боғлиқ.

Шундан келиб чиққан ҳолда БРҚ ларини такомиллаштириш ва сифати яхшилланган спирт ишлаб чиқаришни юқорилигини сақлаб қолиш билан бир вақтда минимал харажатлар, шунингдек ишлаб чиқаришни замонавий техник даражада автоматлаштириш шароитида уларнинг технологик ва конструктив параметрларини оптималлаштириш масаласи долзарб ҳисобланади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Кўп компонентли ректификациялашнинг технологик жараёнини математик моделлаштириш масалалари В.В. Кафаров, А.И. Бояринов, В.Н. Ветохин, Т.Н. Гартман, А.С. Мозжухин, Е.Н. Константинов, Т.А. Устюжанинова, А.П. Николаев, В.Н. Стабников, Ч.Д. Холланд, Дж. Праусниц, С. Уэйлес, Т. Tsubok, Т. Katayam, Н.Р. Юсупбеков, С.Г. Зокиров, Д.П. Мухитдинов, У.В. Маннанов ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган ва асосий эътибор қуйидагиларга қаратилган:

- турли корхоналар ва турли шароитларда олинган, тайёр маҳсулот сифатига таъсир қилувчи аралашмалар компонентларининг физик-кимёвий хоссалари ва параметрларининг тарқалишини ҳисобга олмайдиган бошланғич маълумотлар билан тавсифланувчи буғ-суюқлик мувозанати ҳисобларининг математик моделларини амалга оширувчи дастурий ва информацион воситалар;

- содда ва мураккаб колонналар ҳамда уларнинг мажмуасини моделлаштириш имконини берувчи ректификация колонналарини ҳисоблаш усуллари.

Бироқ, кўп компонентли ректификациялаш жараёнини ҳисоблашнинг ушбу усуллари такомиллаштиришда, шунингдек физик-кимёвий хоссалари

тез фарқланувчи аралашмалар компонентларининг сони кўп бўлганда ечимлар мувофиқлигини таъминлашнинг янги, янада самаралироқ усуллари ишлаб чиқиш учун керак бўлади.

Спиртли аралашмаларни ректификациялаш усуллари барча омилларнинг таъсирларини етарлича тўла ҳисобга олмайди ва қатор фаразлардан фойдаланилади. Шунинг учун моделлаштиришда асосий компонентлар ва аралашмаларнинг ўзаро таъсири, шунингдек буғ ва суюқлик сарфларининг колонна баландлиги бўйича ўзгаришини ҳисобга олиш бугунги куннинг муҳим масаласидир.

Диссертация ишининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Иш Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Фан ва технологиялар марказининг давлат илмий-тадқиқот дастурлари доирасидаги ОТ-Ф1-080 «Мураккаб технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришнинг интеллектуал бошқариш системаларини куришнинг концепцияси ва тамойилларини ишлаб чиқиш» (2006-2009 йй.) фундаментал лойиҳаси топшириғидан келиб чиққан ҳолда бажарилган ва ТошДТУ «Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» кафедраси давлат бюджетидаги НИИТХ нинг жамланма режасига киритилган.

Тадқиқотнинг мақсади мураккаб спиртли аралашмаларни ажратиш жараёнининг технологик параметрлари ва режимларини оптималлаштириш амалий масаласини ечиш ва монанд математик моделларини куриш ҳисобланади.

Тадқиқот вазифалари. Қўйилган асосий мақсадга эришиш учун қуйидаги аниқ ва кам ўрганилган тадқиқот масалаларини ечиш зарур:

- кўп компонентли спиртли аралашмаларнинг фазавий мувозанатини ҳисоблашнинг физика, кимё ва механиканинг фундаментал қонуниятларига асосланувчи усуллари ишлаб чиқиш;

- колоннанинг баландлиги бўйича суюқлик ва буғнинг ўзгарувчан оқимларидаги асосий компонентлар ва аралашмаларнинг ўзаро таъсирини ҳисобга олиб, спиртли кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш жараёнининг математик моделини ишлаб чиқиш;

- брагоректификация қурилмаларида ажралиш схемалари ҳисобидаги ҳисоблашларнинг ишончли мувофиқлигини таъминловчи усулни ишлаб чиқиш;

- ректификацияланган спиртнинг сифати ва чиқишига бўлган қуйидаги таъсирларни таҳлил қилиш:

1. маҳсулот оқими, флегмалар ва колоннани қиздиришга берилаётган қиздирувчи буғ сарфлари;
2. эфиральдегидли фракция намуналарини олишдаги спиртли конденсатнинг қуюқлиги;
3. ректификация колоннасининг таъминловчи тарелкаларининг ҳолати, ҳар бир колоннадаги реал тарелкалар сони;
4. гидроселекцияга берилаётган сув миқдори, колоннанинг ён томонидан маҳсулот оқимлари намуналарининг олиниш жойи;

- БРҚ нинг технологик схемаси ва иш режимини такомиллаштириш, ишлаб чиқаришни автоматлаштириш лойиҳасини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот объекти ва предмети.

Тадқиқот объекти брагоректификация қурилмаларида юз берувчи технологик жараёнлар ҳисобланади.

Тадқиқот предмети аראлшма компонентларининг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш, кўп компонентли аראлшмаларнинг буғ-суюқлик мувозанатини моделлаштириш, кўп компонентли аראлшмаларни ректификациялаш жараёнини моделлаштириш, брагоректификация қурилмаларининг ректификация колонналарини оптимал конструктив ва технологик параметрларини аниқлаш ва жараёни автоматлаштиришга тегишли бўлган илмий-услубий масалалар мажмуаси ташкил этади.

Тадқиқот методлари. Диссертация ишида бинар ва кўп компонентли аראлшмалар, шунингдек кўп компонентли аראлшмаларни ажратиш жараёнларининг фазавий мувозанатларини математик моделлаштириш усуллари, ректификация колоннасининг баландлиги бўйича ҳароратни ҳисоблаш усуллари ва кўп компонентли аראлшмаларни ректификациялаш жараёнининг математик тавсифи тенгламаларини ҳисоблашнинг итерацион схемалари мувофиқлигини таъминловчи усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқот фарази. Маҳсулотлар сифатини ошириш, технологик жараёнларни оптимал шароитларда ўтказиш ва ректификация колонналарининг оптимал конструктив ва технологик параметрларини ўрнатиш ҳисобига операторларнинг меҳнат шароитларини яхшилаш, технологик схемаларни такомиллаштириш ва жараёни автоматик бошқариш тизимини яратиш.

Ҳимояга олиб чиқилаётган асосий ҳолатлар:

- буғ-суюқлик мувозанатини ҳисоблаш усули;
- кўп компонентли спиртли аראлшмаларни ректификациялашнинг барча компонентларнинг ўзаро таъсирларини, колонна баландлиги бўйича оқимлар катталикларини ўзгаришини ҳисобга олувчи ва ҳисоблашнинг итерацион схемаларини ишончли мувофиқлигини таъминловчи ҳисоблаш усули;
- БРҚ нинг такомиллаштирилган технологик схемаси;
- этил спиртини ректификациялаш жараёнини автоматик бошқариш схемаси.

Диссертация ишининг **илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

- функционал боғлиқликли физик-кимёвий хоссаларни силлиқлантириш масаласи ечилган ва математик моделлар параметрларининг баҳоларини олиш услубияти ишлаб чиқилган;
- фазавий мувозанат шартларини ҳисоблашнинг, уни тавсифлаш аниқлигини ошириш имконини берувчи алгоритмларининг вариантлари ишлаб чиқилган ва дастурий амалга оширилган;
- яқинлик мезонининг турли шакллари бўйича мувозанат маълумотларини силлиқлантириш натижаларини солиштирма таҳлили

амалга оширилган ва шу асосда турли вазиятлар учун аниқ тавсиялар ишлаб чиқилган;

- колонна баландлиги бўйича суюқлик ва буғнинг ўзгарувчан оқимларидаги спиртли аралашмаларнинг барча компонентларини ўзаро таъсирларини ҳисобга олувчи ректификациялашнинг технологик жараёнини математик модели ишлаб чиқилган;

- кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш жараёнини ҳисоблашнинг брагоректификация қурилмасида спиртли аралашмаларни ажратиш режимлари ҳисобидаги ҳисоблашларнинг ишончли мувофиқлигини таъминловчи усули ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти қуйидагилардан иборат:

- фазавий мувозанатни ҳисоблашнинг, уни тавсифлаш аниқлигини ошириш имконини берувчи алгоритмларининг вариантлари ишлаб чиқилган ва дастурий амалга оширилган;

- кўп компонентли спиртли аралашмаларни ректификациялаш режимларини ҳисоблашнинг модулли дастурлари ва БРҚ схемаларини ҳисоблаш дастурлари ишлаб чиқилган;

- ректификация колонналарининг баландлиги бўйича концентрациялар тақсимланишини ҳисоблаш учун тузилган ва замонавий дастурлаш тилларида ёзилган дастурлар ихтиёрий органик аралашмаларни ректификациялаш жараёнларини ҳисоблаш учун ишлатилиши мумкин;

- колоннанинг бражкаларни ҳайдашнинг самарали режимини белгиловчи технологик ва конструктив оптимал параметрлари аниқланган;

- БРҚ нинг технологик схемасини такомиллаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган ва унинг ректификацияланган спирт чиқишини ошириш ва сифатини яхшилаш имконини берувчи оптимал иш режими таклиф этилган ҳамда ишлаб чиқаришни автоматлаштириш схемаси ишлаб чиқилган. Тавсиялар жорий этиш учун «БИОКИМЁ» ОАЖ (Янгийўл ш.) га берилган.

Натижаларнинг жорий қилиниши. Маълум математик моделлар параметрларининг баҳоларини олиш услубияти, фазавий мувозанат тавсифи аниқлигини ошириш имкони берувчи унинг шартларини ҳисоблаш усули, кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш жараёнини ҳисоблашнинг ажратиш режимлари ҳисобидаги ҳисоблашларнинг ишончли мувофиқлигини таъминловчи усули ТошДТУ «Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» кафедрасининг ўқув жараёнига тадбиқ этилган ва «Бошқариш системаларини компьютерли моделлаштириш», «Технологик жараёнларни моделлаштириш ва оптималлаштириш асослари», «Тажрибавий тадқиқот ва тажриба маълумотларига ишлов бериш услубияти» курсларини ўқишда қўлланилади.

БРҚ нинг технологик схемаларини такомиллаштириш ва унинг ректификацияланган спирт сифати ва чиқишини оширувчи иш режимларини оптималлаштириш бўйича ишлаб чиқилган тавсиялар, ишлаб чиқаришни автоматлаштиришнинг ишлаб чиқилган схемаси «БИОКИМЁ» ОАЖ

(Янгийўл ш.) га жорий этиш учун берилган. Кутилаётган йиллик иқтисодий самара 32 миллион сўмни ташкил этади.

Ишнинг синовдан ўтиши (апробацияси). Тадқиқотнинг асосий натижалари «World Conference on Intelligent System for Industrial Automation (b-Quadrat Verlag)» – WCIS-2008 халқаро анжумани (Тошкент-2008), «Энергия ресурсларини тежашда альтернатив энергия манбаларидан фойдаланиш: муаммолар ва ечимлар» Республика илмий-амалий анжумани (Қарши-2008), «Техника ва технологияда математик усуллар» – ММТТ-22 (Псков-2009) халқаро илмий анжуманларида маъруза ва муҳокама қилинган ҳамда тасдиқланган.

Натижаларнинг эълон қилинганлиги. Диссертацияда баён этилган материаллар 6 та чоп этилган ишда, жумладан илмий журналларда 3 та мақола, илмий-техник анжуманларнинг тўпламларида 3 та тезислар кўринишида акс эттирилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, 140 та номдаги адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Иш 145 бет машинаёзувли матн, 27 та расм ва 15 та жадвалдан таркиб топган.

Фурсатдан фойдаланиб, муаллиф илмий маслаҳатлари ва ишга кўрсатган эътибори учун ЎзР ФА академиги Н.Р. Юсупбековга ўзининг чуқур миннатдорчилигини билдиради.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги асосланган, диссертация ишининг мақсади ва вазифалари шакллантирилган (ифодаланган), илмий янгилик ва олинган натижаларнинг амалий аҳамияти кўрсатилган, шунингдек натижаларнинг жорий этилиши, ишнинг апробацияси, диссертациянинг структураси ва ҳажми ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

Биринчи бобда спиртли аралашмаларни ажратишнинг оптимал схемаларини математик моделлаштириш ва оптималлаштириш усуллари замонавий ҳолати таҳлили келтирилган. Кўп компонентли аралашмалардаги буғ-суюқлик мувозанатини тавсифлашнинг усуллари батафсил кўриб чиқилган, кўп компонентли тизимларни ректификациялаш жараёнларини ҳисоблаш усуллари солинган таҳлили ўтказилган. Буғдойдан спирт ишлаб чиқаришнинг турли технологик схемалари келтирилган ва муҳокама қилинган. Боб хулосалар ҳамда тадқиқотнинг мақсади ва вазифаларини кўйилиши билан тугалланган.

Диссертация ишининг **иккинчи бобида** кўп компонентли аралашмалардаги фазавий мувозанатни математик моделлаштириш масаласи кўриб чиқилган. Асосий эътибор турли корхоналарда турли шароитларда олинган аралашмалар компонентларининг тайёр маҳсулот сифатига таъсир этувчи параметрлари ва физик-кимёвий хоссалари тарқалишини ҳисобга олмайдиган бошланғич маълумотлар билан ишловчи математик моделларни

амалга оширувчи замонавий дастурий ва инфор­мацион воситаларга қаратилган.

Функционал боғлиқликли физик-кимёвий хоссаларни силлиқлантириш масалаларини ечиш кўпинча максимал ҳақиқатнамолик усулига асосланган эмпирик формулаларни келтириб чиқаришга олиб боради. γ параметр бўйича ҳақиқатнамолик функцияси тузилади:

$$L(x_1, \dots, x_n, \gamma) = f(x_1, \gamma) f(x_2, \gamma) \dots f(x_n, \gamma) \quad (1)$$

бу ерда $x_1, \dots, x_n$ - X бош тўп­ламдан олинган n ҳажмли танланма;

γ – танланма бўйича баҳоланадиган параметр бўлиб, $f(x, \gamma)$ эҳтимоллик текислигида ётади.

γ параметрнинг баҳоси сифатида ҳақиқатнамолик функцияси ўзининг максимал қийматига эришадиган қиймат олинади.

Ишда (3) яқинлашиш мезони бўйича қуйидаги кўринишдаги ҳақиқатнамолик функциясини минималлаштириш амалга оширилган:

$$Z(b_1, b_2, \dots, b_n) = \prod_{i=1}^m \left(\frac{1}{2\pi\sigma_{x_i}\sigma_{y_i}} \right) \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{k=1}^m \min \left[\left(\frac{Uy_i}{Gy_i} \right)^2 + \left(\frac{Ux_i}{Gx_i} \right)^2 \right] \right\} \quad (2)$$

$$R(b_1, b_2, \dots, b_n) = \sum_{i=1}^m \min \left\{ \beta y_i [y_{li} - f(x_i, b_1, b_2, \dots, b_n)] + \beta x_i (x_{li} - x_i)^2 \right\} \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\beta y_i = \frac{1}{Gy_i^2}; \quad \beta x_i = \frac{1}{Gx_i};$$

бу ерда: $b_1 - b_n$ - моделнинг номаълум параметрлари;

Gx_i, Gy_i - x ва y мустақил ўзгарувчиларнинг дисперсия баҳо­лари;

Ux_i, Uy_i - x ва y мустақил ўзгарувчиларни ўлчаш хатолик­лари;

x_i, y_i - компонентларнинг фазавий мувозанатлари бўйича бошланғич маълумотлар.

Келтирилган мезон мувозанат боғлиқликларини силлиқлантириш масаласини ўзгарувчиларни ўлчашлардаги тўп­лам хатоликларини ҳисобга олган ҳолда ечиш имконини беради.

Бундай ёндошувнинг асосий афзаллиги иккала ўзгарувчи бўйича ҳам ўлчаш хатоликларини ҳисобга олишдан иборат. Баён қилинган тамойил диссертация ишида кўп компонентли тизимларнинг фазавий мувозанати моделлари параметрларини тавсифлашга қўлланиладиган алгоритмларни қуриш ва моделлаштириш усулларини ишлаб чиқиш учун ишлатилади.

Аралашмаларнинг таркиби ва ҳарорат билан фаол бўлган коэф­фициентларни корреляциялаш учун Вильсоннинг такомиллаштирилган тенгламасидан фойдаланилди. Буг фазаларининг таркиби қуйидагича ҳисобланади:

$$y_{pi} = \exp \left[x_2 \left(\left(\frac{\lambda_{21}}{x_1 + x_2 \lambda_{21}} \right) - \left(\frac{\lambda_{12}}{x_1 + x_2 \lambda_{12}} \right) - \left(\frac{\rho_{21}}{x_1 + x_2 \rho_{21}} \right) + \left(\frac{\rho_{12}}{x_1 + x_2 \rho_{12}} \right) \right) \right] * x_1 P_i^0 \frac{x_1 + x_2 \rho_{21}}{P(x_1 + x_2 \lambda_{21})} \quad (4)$$

$$\text{бу ерда } \rho_{12} = \frac{V_1}{V_2}; \quad \rho_{21} = \frac{V_2}{V_1}.$$

Молли ҳажмнинг ҳароратга боғлиқлиги иккинчи даражали полином билан силлиқлантирилди:

$$V = a_1 + a_2 T + a_3 T^2 \quad (5)$$

Фаоллик коэффициентларини ҳисоблаш учун Вильсоннинг такомиллаштирилган тенгламаси параметрлари - $\lambda_{12}, \lambda_{21}$ ни аниқлаш лозим. Ж.Праузницнинг фикрига кўра, $\lambda_{12} = \lambda_{21} = 1$ бўлгандаги эритма идеал эритма ҳисобланади. Шундай қилиб, ушбу параметрларни бирдан оғиши эритманинг идеал эмаслигини кўрсатади. Агар λ_{12} ва λ_{21} бирдан катта бўлса, унда эритма идеалликдан манфий оғиш ҳосил қилади ($g^E < 0$), аксинча агар λ_{12} ва λ_{21} бирдан кичик бўлса, эритма мусбат оғиш беради ($g^E > 0$).

Вильсоннинг такомиллаштирилган тенгламаси параметрларини ҳисоблаш энг кичик квадратлар усули орқали амалга оширилади. Минималлаштирилувчи функция қуйидаги кўринишга эга:

$$R(\lambda_{12}, \lambda_{21}) = \sum_{i=1}^n (y_{\text{э}i} - y_{pi})^2 \longrightarrow \min. \quad (6)$$

Вильсоннинг такомиллаштирилган тенгламаси параметрларини ҳисоблаш учун қуйидагилар бошланғич маълумотлар ҳисобланади:

- ҳар бир ўзаро таъсирлашувчи компонент ва молли ҳажмни аниқлаш учун ёзилган (5) тенгламанинг параметрлари учун Ридель тенгламаси коэффициентларининг қийматлари;

- ўзида суюқ ва буғ фазалардаги аралашмаларнинг концентрацияларини тажрибавий маълумотлари, ҳарорат қийматлари ва уларга мос келувчи концентрация ва умумий босимни мужассамлаштирувчи бинар мувозанат бўйича маълумотлар.

Вильсоннинг такомиллаштирилган тенгламасини зарурий параметрларини топиш қуйидаги дифференциал тенгламалар тизимини ечишга олиб келади:

$$\frac{\partial}{\partial \lambda_{12}} \left[\sum_{i=1}^n \left[y_i - \exp \left[x_2 \left(\left(\frac{\lambda_{21}}{x_1 + x_2 \lambda_{21}} \right) - \left(\frac{\lambda_{12}}{x_1 + x_2 \lambda_{12}} \right) - \left(\frac{\rho_{21}}{x_1 + x_2 \rho_{21}} \right) + \left(\frac{\rho_{12}}{x_1 + x_2 \rho_{12}} \right) \right) \right] * \right]^2 \right] = 0; \quad (7)$$

$$* x_1 P_i^0 \frac{x_1 + x_2 \rho_{21}}{P(x_1 + x_2 \lambda_{21})}$$

$$\frac{\partial}{\partial \lambda_{21}} \left[\sum_{i=1}^n \left[y_i - \exp \left[x_2 \left(\left(\frac{\lambda_{21}}{x_1 + x_2 \lambda_{21}} \right) - \left(\frac{\lambda_{12}}{x_1 + x_2 \lambda_{12}} \right) - \left(\frac{\rho_{21}}{x_1 + x_2 \rho_{21}} \right) + \left(\frac{\rho_{12}}{x_1 + x_2 \rho_{12}} \right) \right) \right] * \right]^2 \right] = 0. \quad (8)$$

$$* x_1 P_i^0 \frac{x_1 + x_2 \rho_{21}}{P(x_1 + x_2 \lambda_{21})}$$

Дифференциал тенгламалар тизимини Mathcad 14 дастурлаш воситасида ечиш учун Vilson.mcd дастури ёзилган.

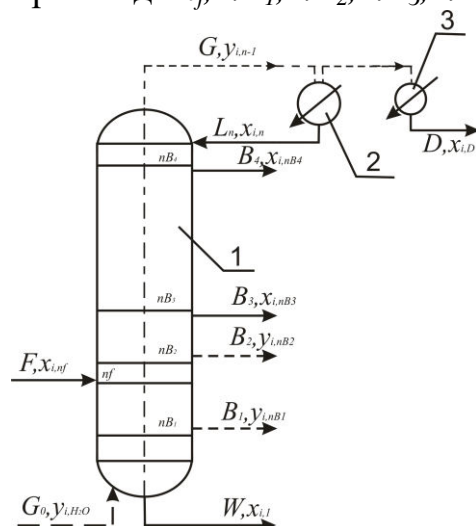
Ушбу тенгламадан фойдаланиш учун фақат кўп компонентли аралашмаларни ташкил этувчи компонентларнинг бинар ўзаро таъсирлари параметрлари бўйича тажриба маълумотларини билиш зарур. Спиртли

аралашмалар учун бундай маълумотлар кўпинча мавжуд бўлмайди. Бундай ҳолларда UNIFAC усули ёрдамида олинадиган башоратлаш маълумотларидан фойдаланилади. Ишда гуруҳли моделлар бўйича башоратланган ва «суюқлик-буғ» фазавий мувозанати бўйича олинган тажриба маълумотларини солиштириш натижалари келтирилган.

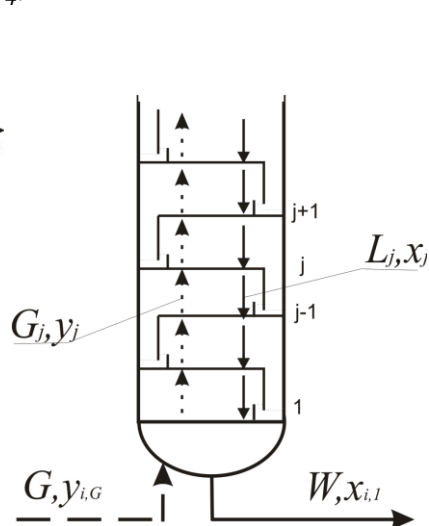
Учинчи бобда турли усуллар орқали ректификация колонналарини моделлаштириш натижалари келтирилган.

Ректификация колонналарини уларнинг баландлиги бўйича компонентлар концентрациясини мустақил аниқлаш усули билан моделлаштириш «этанол-сув» бинар аралашмани ректификациялашни ҳисоблашдан бошланади, чунки бу компонентларнинг миқдори аралашма таркибида энг катта улушни эгаллайди. Льюс-Матисон усули билан «этанол-сув» бинар аралашмалар учун этил спирти ва сувнинг колонна баландлиги бўйича тақсимланиш профили аниқланади. Натижалар концентрацияларнинг тақсимланишини мустақил ҳисоблаш усули бўйича спиртли аралашмаларни ректификациялаш жараёнини ҳисоблашда биринчи яқинлашиш сифатида ишлатилади.

1-расмда ректификация колоннасининг ҳисоблаш схемаси келтирилган. Буғ фаздаги оқимлар пунктир чизик билан, суюқлик фазасидаги оқимлар узлуксиз чизик билан белгиланган. Кириш ва чиқиш оқимлари: F, G_0, W – мос равишда, манба, тўғридан-тўғри берилувчи буғ ва куб қолдиғи, кмоль/соат; B_1, B_2, B_3, B_4 – мос равишда, оғир мой (сивушной масло), оғир спирт, ректификацияланган спиртларнинг ён томондан олинадиган намуналари, кмоль/соат; D – пастеризацияланмаган спирт (асосий фракция), кмоль/соат. Манба кириши ва ён томондан олинадиган намуналар тарелкаларининг рақамлари мос равишда $n_f, nB_1, nB_2, nB_3, nB_4$.



1-расм. Ректификация колоннасини ҳисоблаш схемаси



2-расм. Буғли секцияни ҳисоблаш схемаси

Ҳисоблашлар учун куб қолдиғидан бошқа барча кирувчи ва чиқувчи оқимларнинг сарфлари, манба оқимининг таркиби, манба кириши ва ён

томондан намуна олиш учун тарелкаларнинг рақамлари, шунингдек колоннанинг қуйи ва юқори қисмларидаги босимларнинг қийматлари бошланғич маълумот ҳисобланади.

Колоннанинг ихтиёрий назарий тарелкаси учун тарелкадан чиқиб кетаётган буғ ва суюқлик оқимларидаги компонентлар концентрациясига боғлиқ бўлган мувозанат тенгламасини ёзиш мумкин:

$$y_{i,j} = k_{i,j} \cdot x_{i,j} \quad (9)$$

бу ерда y, x – мос равишда буғ ва суюқлик фазаларидаги компонентлар концентрациялари, моль/моль;

$i=1,2,\dots,n$ -компонентнинг рақамини кўрсатувчи индекс;

$j=1,2,\dots,N$ – тарелка рақамини кўрсатувчи индекс;

$\kappa_{i,j} = \frac{P_{i,j}^0}{P_j} \gamma_{i,j}$ - j -тарелкадаги i -компонентнинг фазавий мувозанат коэффициенти.

Буғларнинг кўрсаткичлари $P_{i,j}^0$ Ридель тенгламасига кўра ҳисобланади:

$$\ln P = C_1 + \frac{C_2}{C_3 + T} + C_4 T + C_6 \ln T, \quad (10)$$

Молекулалар юза ўлчамлари ва ҳажми структурали гуруҳлар ҳажми ва юзаси учун тузилган Бонди жадвалидан фойдаланиб, структурали формулага асосан ҳисобланади. Компонентларнинг молекулалари ўртасидаги буғли ўзаро таъсир энергияси UNIFAC усулидан фойдаланиб башоратланади.

Колоннанинг моддий баланси:

$$G_0 + F = W + \sum_{m=1}^M B_m + D; \quad (11)$$

бу ерда M - ён погонлар сони.

Бутун колонна учун компонентлар бўйича моддий баланс:

$$G_0 \cdot y_{i,0} + F \cdot x_{i,f} = W \cdot x_{i,1} + B_1 \cdot y_{i,nB_1} + B_2 \cdot y_{i,nB_2} + B_3 \cdot x_{i,nB_3} + B_4 \cdot x_{i,nB_4} + D \cdot x_{i,D}; \quad (12)$$

бу ерда $y_{i,0}, x_{i,f}, x_{i,1}, x_{i,D}$ - тўғридан-тўғри бериладиган буғ, манба, куб қолдиғи ва асосий фракциядаги компонентнинг концентрациялари, моль/моль; $y_{i,nB_1}, y_{i,nB_2}, x_{i,nB_3}, x_{i,nB_4}$ - ён погонлардаги компонентнинг концентрацияси, моль/моль.

Колоннанинг ҳисоблари пастдан юқорига томон олиб борилади. Буғ ва суюқлик оқимларининг сарфлари G_j ва L_j лар ўзгармас деб қабул қилинади. Ён томондан олинадиган намуналар ва кирувчи манба колоннани олтига бўлимга ажратади. Ҳар бир бўлим учун мос келувчи моддий ва компонентлар баланси тенгламалари тузилади.

Биринчи бўлим - биринчи тарелка ва ён томондан олинувчи B_1 намунанинг ўртаси:

$$\begin{aligned} G_0 \cdot y_{i,G} + L_j \cdot x_{i,j} &= W \cdot x_{i,1} + G_{j-1} \cdot y_{i,j-1}; \\ x_{i,j} &= \frac{G_{j-1} \cdot k_{i,j-1} \cdot x_{i,j-1} + W \cdot x_{i,1}}{L_j}; \end{aligned} \quad (13)$$

бу ерда $G_{j-1} = G$ - биринчи бўлимдаги $(j-1)$ -тарелкадан ўтувчи буғ оқими, моль/соат; $L_j = W$ - биринчи бўлимнинг j -тарелкасидаан ўтувчи

суюқлик оқими, моль/соат; $y_{i,j}$ - j -тарелкасидан ўтувчи буғдаги компонентлар таркиби, моль/моль.

2-расмда колоннанинг айтиб ўтилган бўлимларини ҳисоблаш схемаси тасвирланган.

(9)-(11) ифодалардан фойдаланиб, колоннанинг ҳар бир бўлимидаги кўрилатган ва ундан олдинги тарелкаларидаги суюқлик оқимларининг концентрациялари ўртасидаги боғлиқлик тенгламаси ёзилади. Бундай ҳисоблар барча секциялар учун амалга оширилади. Масалан, олтинчи бўлим учун намуна B_4 ва асосий фракция D нинг намунаси ўртасидаги боғлиқлик:

$$G_0 \cdot y_{i,G} + L_j \cdot x_{i,j} + F \cdot x_{i,f} = W \cdot x_{i,1} + G_{j-1} \cdot y_{i,j-1} + B_1 \cdot y_{i,nB_1} + B_2 \cdot y_{i,nB_2} + B_3 \cdot x_{i,nB_3} + B_4 \cdot x_{i,nB_4};$$

$$x_{i,j} = \frac{G_{j-1} \cdot k_{i,j-1} \cdot x_{i,j-1} + W \cdot x_{i,1} + B_1 \cdot y_{i,nB_1} - F \cdot x_{i,f} + B_2 \cdot y_{i,nB_2} + B_3 \cdot x_{i,nB_3} + B_4 \cdot x_{i,nB_4}}{L_j}. \quad (14)$$

3-расмда қайнаш ҳарорати, тарелкадаги аралашма компонентлари фаоллиги коэффициентлари ва буғ фазаси мувозанати таркибини ҳисоблаш алгоритми келтирилган.

Агар колоннанинг компонентлар бўйича тузилган баланси (15) берилган ζ аниқлик билан кузатилмаса, унда кубдаги этанол концентрациясига янги қиймат берилади.

$$\left(\frac{G_0 \cdot y_{i,G} + F \cdot x_{i,f} - W \cdot x_{i,1} - B_1 \cdot y_{i,nB_1} - B_2 \cdot y_{i,nB_2} - B_3 \cdot x_{i,nB_3} - B_4 \cdot x_{i,nB_4} - D \cdot x_{i,D}}{G_0 + F - B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - D} \right) \leq \zeta; \quad (15)$$

бу ерда $\zeta = 10^{-12}$ – баланс бўйича ҳисоблашларнинг берилган аниқлиги.

Маҳсулотдаги аралашмаларнинг йиғинди концентрацияси 1 мг/дм^3 , таркибни акс эттириш аниқлиги эса 10^{-6} бўлиши мумкинлигини ҳисобга олган ҳолда мос ζ аниқлик қабул қилинган.

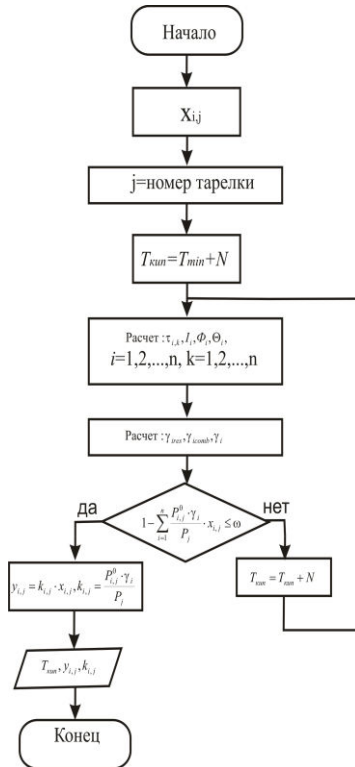
Ҳисоблаш ишларида этанол концентрацияси катталигининг нолдан азеотроп нуқтасигача бўлган концентрациялар соҳасига тегишлилиги назорат қилинади:

$$x_{i,j} \leq \nu. \quad (16)$$

Этил спирти концентрациясининг $x_{i,j}$ қиймати азеотроп концентрациялар соҳасидан катта қийматларга ўтиб кетганда ҳисоблаш тўхтатилади ва $x_{i,1}$ га кичик қиймат берилиб, шундан сўнг колоннанинг биринчи тарелкасидан бошлаб этил спиртининг концентрациясини (11)-(16) тенгламалар бўйича ҳисоблаш амалга оширилади. Концентрацияларнинг манфий қийматлари олинганда кубдаги этанол концентрациясига катта қиймат берилади ва кейин этил спирти концентрациясини ҳисоблашлар (11) - (16) тенгламалар бўйича олиб борилади.

Ҳисоблашлар токи компонентлар бўйича баланс (15) кузатилмагунча давом эттирилади. Кейин этанол ва сув концентрацияларининг олинган профилига асосланиб, колонна баландлиги бўйича «аралашма жинслар» концентрациясининг мустақил ҳисоблари амалга оширилади. Бунда аралашма жинслар компонентларининг концентрацияси $x_{i,j} \rightarrow 0$ деган шарт бўйича

ҳисобланган $k_{i,j}$ фазавий мувозанат коэффицентлари ишлатилади. Ушбу ҳолда компонентларнинг ўзаро таъсирлари эътиборга олинмайди. Буғ ва суюқлик оқимларининг сарфлари G_j ва L_j лар ўзгармас деб қабул қилинади. Бунда (9), (11)-(16) тенгламалар тизимининг яқинлашиши ўзида $2 \cdot n \cdot N$ тартибли чизиқли тенгламалар тизимини намоён этади.



3-расм. Қайнаш ҳарорати, тарелкадаги аралашма ва буғ фазаси мувозанати таркибидаги компонентларнинг фаоллик коэффицентларини ҳисоблаш алгоритми

Куб қолдиғидаги компонент концентрацияларининг икки қиймати $x'_{i,1}$ ва $x''_{i,1}$ ларни бериб, «тарелкадан тарелкага» усули билан пастеризацияланган спирт, ён томондан олинган намуналар ва куб қолдиғидаги асосмий фракциянинг таркиби аниқланади. Тенгламалар системаси чизиқли бўлиб, буғ ва суюқлик кўринишидаги ён томондан олинган намуналарнинг концентрациялари куб қолдиғидаги компонент концентрацияси билан чизиқли боғлиқлик (17) билан боғланган:

$$\begin{cases} y'_{i,nB_1} = a_{1i} \cdot x'_{i,1} + b_{1i}, & \begin{cases} y'_{i,nB_2} = a_{2i} \cdot x'_{i,1} + b_{2i}, & \begin{cases} x'_{i,nB_3} = a_{3i} \cdot x'_{i,1} + b_{3i}, \\ y''_{i,nB_1} = a_{1i} \cdot x''_{i,1} + b_{1i}, & \begin{cases} y''_{i,nB_2} = a_{2i} \cdot x''_{i,1} + b_{2i}, & \begin{cases} x''_{i,nB_3} = a_{3i} \cdot x''_{i,1} + b_{3i}, \\ x'_{i,nB_4} = a_{4i} \cdot x'_{i,1} + b_{4i}, & \begin{cases} x'_{i,nD} = a_{5i} \cdot x'_{i,1} + b_{5i}, \\ x''_{i,nB_4} = a_{4i} \cdot x''_{i,1} + b_{4i}, & \begin{cases} x''_{i,nD} = a_{5i} \cdot x''_{i,1} + b_{5i}, \end{cases} \end{cases} \end{cases} \end{cases} \end{cases} \end{cases} \end{cases} \quad (17)$$

Ушбу тенгламаларни a ва b га нисбатан ечиб ва колоннанинг умумий моддий баланс тенгламаси (17) га қўйиб, ҳар бир компонент учун унинг кубдаги концентрацияси $x_{i,1}$ аниқланади:

$$x_{i,1} = \frac{F \cdot x_{i,f} - (b_{5_i} \cdot D + b_{4_i} \cdot B_4 + b_{3_i} \cdot B_3 + b_{2_i} \cdot B_2 + b_{1_i} \cdot B_1)}{W + a_{5_i} \cdot D + a_{4_i} \cdot B_4 + a_{3_i} \cdot B_3 + a_{2_i} \cdot B_2 + a_{1_i} \cdot B_1}. \quad (18)$$

Олинган қиймат $x_{i,1}$ бўйича «тарелкадан тарелкага» усули билан колоннанинг баландлиги бўйича буғ ва суюқликларда компонент концентрациясининг тақсимланиш профили ҳисобланади. Барча компонентлар концентрацияларининг ҳисоблари тугатилгач, бир-биридан мустақил равишда тарелкалардаги аралашмаларнинг таркиби бирга нисбатан меъёрлаштирилади:

$$x_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{\sum_{i=1}^n (x_{i,j})}, j = 1, 2, \dots, N. \quad (19)$$

Кейин тарелкаларда ҳосил қилинган аралашмаларнинг қайнаш ҳарорати $T_{қай,j}$, колоннанинг барча тарелкаларидаги компонентларнинг фазавий мувозанат коэффициенти $k_{i,j}$ ва буғ фазадаги компонентлар таркиби $y_{i,j}$ нинг қиймати аниқланади.

Ушбу усул бўйича ҳисобланган натижавий маълумотлар колоннанинг баландлиги бўйича буғ ва суюқликни ўзгармас оқимларидаги компонентларнинг ўзаро таъсирларини эътиборга олган ҳолда ректификациялашни ҳисоблаш учун биринчи яқинлашиш сифатида ишлатилади.

Ректификация колонналарини моделлаштириш учун тузилган дастурларнинг тезкорлигини ошириш мақсадида уларда фиктив компонент усулидан фойдаланиб, мувозанатни ҳисоблаш амалини такомиллаштириш амалга оширилган.

Усулнинг асосида ҳар бир итерация босқичида аралашманинг ҳароратини боғланмаганлик миқдорини тўғридан-тўғри ҳисоблаш йўли билан аниқлаш ётади [2]:

$$\Delta_i^{(n)} = \sum_{j=1}^k K_{ij}(T_i^{(n)}) X_{ij}^{(n)} - 1, \quad (20)$$

бу ерда $T_i^{(n)}$ - n - итерациядаги аралашманинг ҳарорати; $K_{ij}(T_i^{(n)})$ - ажратишнинг i - босқичидаги j - компонентнинг мувозанат константаси қиймати; $X_{ij}^{(n)}$ - n - итерацияда ҳисобланган i - ажратиш босқичидаги суюқликдаги j - компонент концентрацияси.

(20) ифодани қуйидаги кўринишга ўтказиб,

$$\sum_{j=1}^k K_{ij}(T_i^{(n)}) X_{ij}^{(n)} = 1 + \Delta_i^{(n)}, \quad (21)$$

унинг чап қисмини фиктив компонент мувозанат константаси $K_{\phi}(T)$ га кўпайтирамиз ва бўламиз:

$$K_{\phi}(T_i^{(n)}) \sum_{j=1}^k \frac{K_{ij}(T_i^{(n)})}{K_{\phi}(T_i^{(n)})} X_{ij}^{(n)} = 1 + \Delta_i^{(n)},$$

бу ердан қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$\frac{K_{\phi}(T_i^{(n)})}{1 + \Delta_i^{(n)}} = \frac{K_{ij}(T_i^{(n)})}{\sum_{j=1}^k K_{ij}(T_i^{(n)}) X_{ij}^{(n)}}, \quad (22)$$

(22) тенгламанинг чап қисмидаги ифодани кейинги $(n + 1)$ итерациядаги ҳароратда фиктив компонент мувозанати константасининг қиймати сифатида қараш мумкин бўлиб, унинг қиймати фақатгина $\Delta_i^{(n)} = 0$ бўлган ҳолда, яъни ҳароратни аниқ аниқлашдаги итерациянинг қийматига мос келади.

Шундай қилиб, қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$K_{\phi}(T_i^{(n+1)}) = \frac{K_{\phi}(T_i^{(n)})}{\sum_{j=1}^k K_{ij}(T_i^{(n)}) X_{ij}^{(n)}} \quad (23)$$

Фиктив компонент мувозанати константасининг ҳароратга етарлича содда боғлиқлигини бериб, (22) ифодадан кейинги итерациядаги ҳароратнинг қийматини дарҳол аниқлаш мумкин.

Ушбу ишда $K_{\phi}T$ боғлиқлик сифатида Антуан тенгламасининг кўриниши қабул қилинган, яъни:

$$K_{\phi}(T) = \exp(A + B/T). \quad (24)$$

Ушбу ҳолда кейинги итерациядаги ҳароратни аниқлаш учун ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишни қабул қилади:

$$T_i^{(n+1)} = B / \ln[K_{\phi}(T_i^{(n+1)})] - A, \quad (25)$$

бу ерда $K_{\phi}(T_i^{(n+1)})$ (23) тенгламага кўра ҳисобланади. Бунда (24) тенгламадаги A ва B параметрлар фиктив компонентнинг колоннадаги ҳарорат ўзгаришининг бутун интервалидаги учувчанлиги ажратилаётган аралашмадаги барча компонентлар учувчанлигининг ўртача қийматига мос мос келадиган қилиб ҳисобланади.

Ҳисоблаш йўналиши нуктаи назаридан ажратилаётган спиртли аралашмаларни компонентлари икки турга ажратилади. Биринчи тур компонентлар учун ҳисоблашлар колонна бўйича қуйидан юқорига томон амалга оширилади; куб қолдиғидаги компонент концентрацияларининг бошланғич қийматлари $x'_{i,l}$, $x''_{i,l}$ берилади. Иккинчи тур компонентларни ҳисоблашларни биринчи тур компонентларни ҳисоблашдан фарқи шундаки, компонент концентрациялари миқдорларини кидириш куб қолдиғида эмас, балки асосий фракцияда амалга оширилади. Иккинчи тур компонентлар учун ҳисоблашлар колонна бўйича юқоридан пастга томон амалга оширилади; асосий фракциядаги компонентлар концентрацияларининг бошланғич қийматлари $x'_{i,D}$, $x''_{i,D}$ лар берилади.

Кўп компонентли спиртли аралашмаларни ажратишнинг хусусиятларини ҳисобга олувчи ва компонентларни мустақил ҳисоблаш амалини кетма-кет қўллаш ва барча компонентларнинг ўзаро таъсирларини ҳисобга олишга асосланувчи ректификациялаш жараёнини ҳисоблашнинг ишлаб чиқилган усули ҳисоблашларнинг ишончли мувофиқлигини таъминлайди.

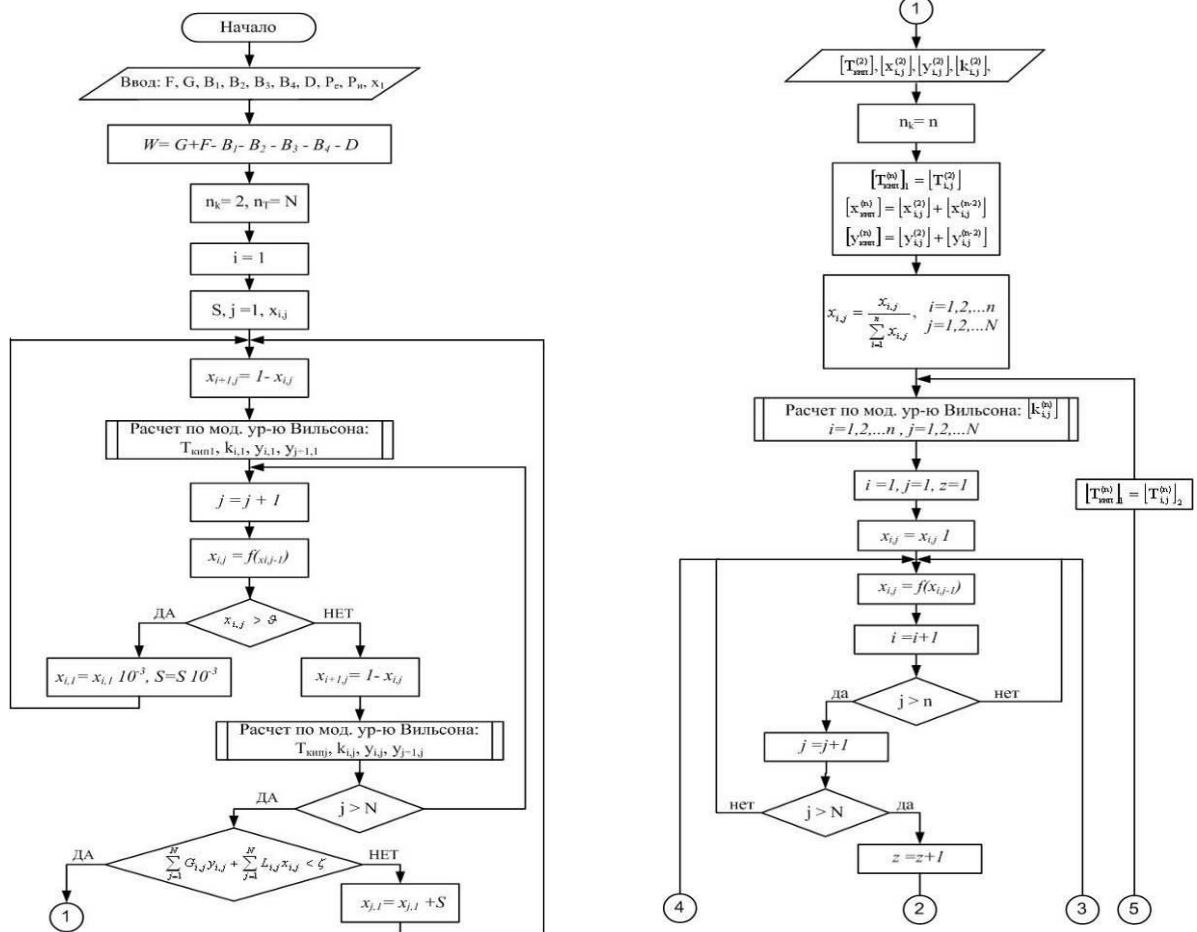
Ушбу усул бўйича ҳисобланган натижавий маълумотлар колоннанинг баландлиги бўйича ўзгармас буғ ва суюқлик оқимларидаги компонентларнинг ўзаро таъсирларини эътиборга олган ҳолда ректификациялашни ҳисоблаш учун биринчи яқинлашиш сифатида ишлатилади.

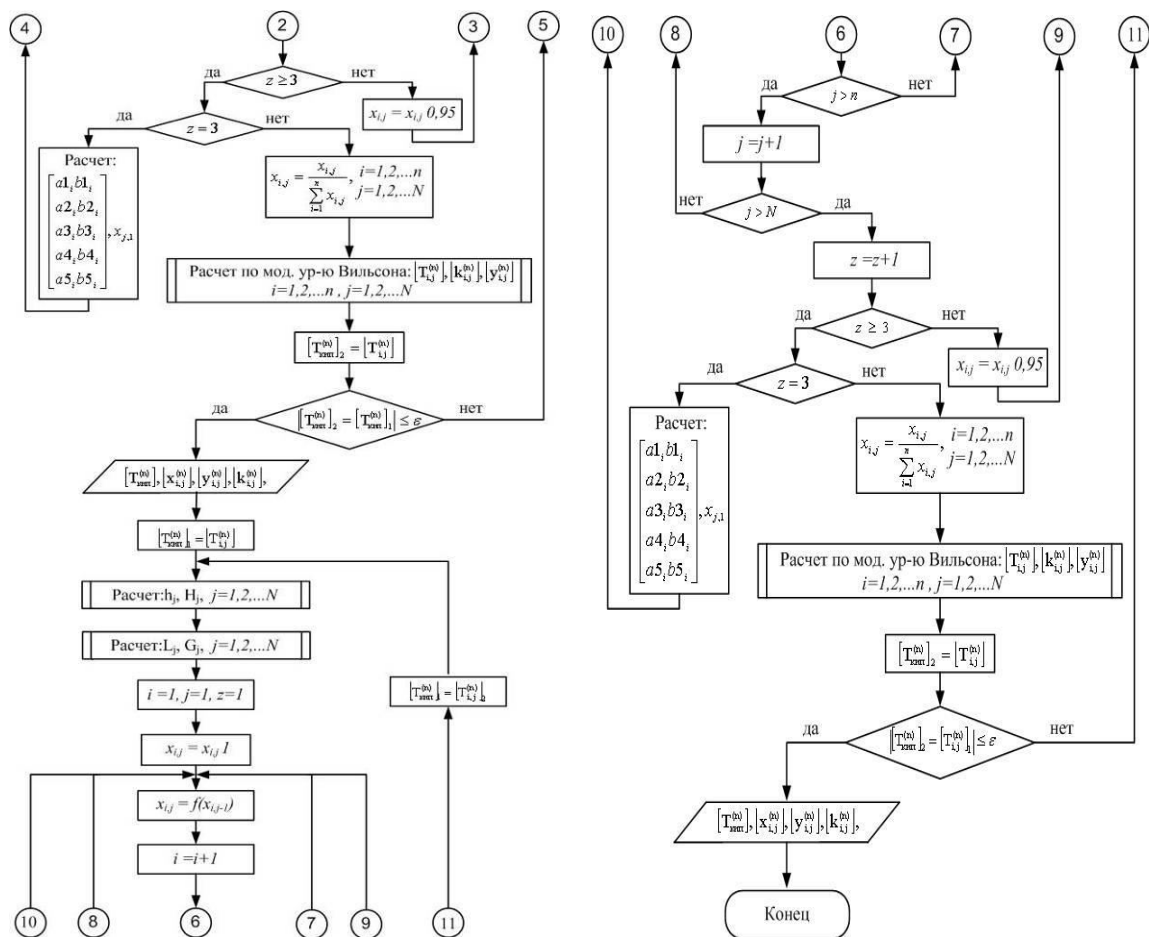
Кейинги ҳисоблашлар учун компонентларнинг ўзаро таъсирлари ва буғ ва суюқликлар сарфини колоннанинг баландлиги бўйича ўзгаришини ҳисобга олиб ректификациялашни ҳисоблашнинг ишлаб чиқилган усули ишлатилади. Алгоритмнинг асоси сифатида Тиле-Гиддес усули ишлатилади, итерация жараёнида тарелкалардаги таркибни тўғрилаш учун такомиллаштирилган θ -тўғрилаш тенгламаси таклиф этилган. (k) -итерациядаги буғ ва суюқлик оқимларининг сарфлари G_j ва L_j нинг қийматларини аниқлаш иссиқлик баланси тенгламаси бўйича амалга оширилади. Бунда $(k-1)$ - итерациядаги таркиб ва ҳарорат бўйича ҳисобланган энтальпиядан фойдаланилади. Усулнинг ҳисоблаш алгоритми 4-расмда келтирилган.

Такомиллаштирилган θ -тўғрилаш формулаларидаги тенгламалар системаси билан аниқланувчи θ_s ($s=1,2,...,P$) қийматлар маҳсулот таркибини ўз ичига олган ҳолда, ажратиш босқичлари бўйича таркибни тўғрилаш учун ишлатиладиган C_j тўғриловчи коэффициентларнинг катталикларини ҳисоблаш имконини беради:

$$x_{jco}^{(i)} = c_j x_{jca}^{(i)} / \sum_{l=1}^k c_l y_{lca}^{(i)} \quad (26)$$

$$y_{jco}^{(i)} = c_j y_{jca}^{(i)} / \sum_{l=1}^k c_l y_{lca}^{(i)} \quad (27)$$





4-расм. Компонентларнинг ўзаро таъсирлари ҳамда буғ ва суюқлик сарфларининг колонна баландлиги бўйлаб ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда ректификациялашни ҳисоблаш усулининг алгоритми

Тўртинчи бобда барча ректификация колонналарининг иш режимларини ишлаб чиқилган математик моделлар асосида амалга оширилувчи ҳисоблари келтирилган ва ректификация колонналарининг технологик ва конструктив параметрлари аниқланган, брагоректификация қурилмаси ишининг таҳлили ўтказилган ва билвосита ишловчи уч колоннали қурилмани такомиллаштириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

Дастлабки ва такомиллаштирилган БРҚ да олинган озик-овқат этил спиртининг таркиби ва чиқиши 1-жадвалда, 2-жадвалда эса ректификация колонналарининг оптималлаштиришдан олдинги ва кейинги конструктив ва технологик параметрлари келтирилган.

Брагоректификация қурилмасининг такомиллаштирилган схемаси 5-расмда тасвирланган.

Такомиллаштирилган қурилманинг фарқи шундаки, БРҚ нинг таркибига ЭАФ ни концентрациялаш учун диаметри 300 мм бўлган кичик ўлчамли кўшимча эфир колоннаси киритилган. Эфир колоннасининг манбаси бўлиб эпюрация колоннасининг дистилляти хизмат қилади. Концентрацияланган ЭАФ саноат циклидан чиқарилиб омборга жўнатилади, куб қолдиғи эса сув билан 40 % об. гача суюлтирилади ва эпюрация колоннасининг киришига

кайтирилади. Бу ЭАФ билан йўқотиладиган 5 % об. гача спиртни тежаш имконини беради (1-жадвал). Бундан ташқари, спиртли колоннанинг енгил фракцияси ҳам эпюрация колоннасининг киришига йўналтирилади, бу спирт чиқишини ошишига хизмат қилади.

1-жадвал

Дастлабки ва такомиллаштирилган БРҚ да ГОСТ 5962 - 67

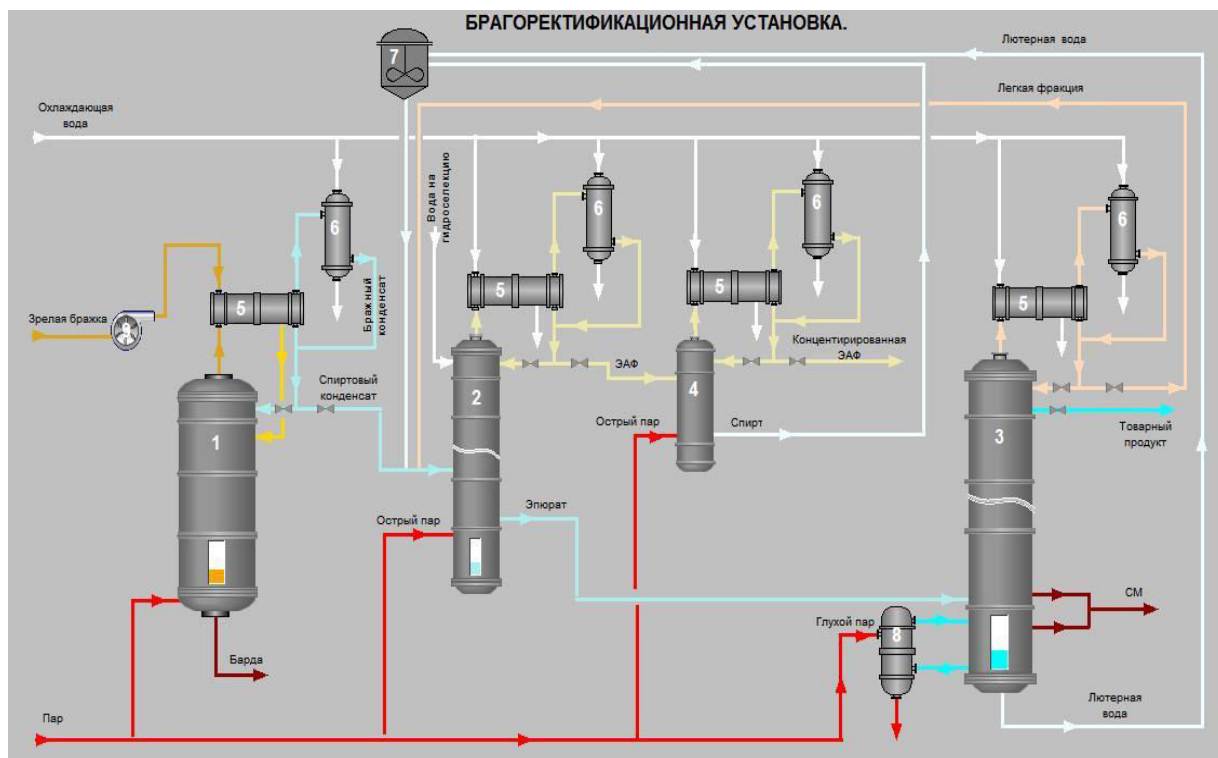
олинган озиқ-овқат этил спирти

Кўрсаткичлар	«Высшей очистки» учун	«ЭКСТРА» спиртини ишлаб чиқаришдаги тажриба ва ҳисоблаш маълумотлари	
		Такомиллаш-тиришгача	Такомиллаш-тиришдан кейин
1	2	3	4
Этил спиртининг ҳажмий улуши, % ҳажмда	не менее 96,2	96,34	96,6
Сирка саноғидаги 1л сувсиз спиртдаги альдегидларни таркиби, мг да, кўп эмас	4,00	1,89	0,19
Изоамил ва изобутил спиртлари аралашмаси (3:1) саноғидаги 1 л сувсиз спиртдаги оғир спиртнинг таркиби, мг да, кўп эмас	4,00	2,96	1,63
Сиркаэтил саноғидаги 1 л сувсиз спиртдаги эфирларни таркиби, мг да, кўп эмас	28	21	17
Спиртнинг чиқиши, дал/сут.	2910	2740	277,5

2-жадвал

Ректификация колонналарининг оптималлаштиришдан олдинги ва кейинги конструктив ва технологик параметрлари

Параметрларнинг номи	Бражка колоннаси		Эпюрацион колонна		Спирт колоннаси	
	олдин	кейин	олдин	кейин	олдин	кейин
Колонна тарелкалари сони	25	25	40	45	70	75
Таъминлаш тарелкасининг рақами	22	22	22	19	21	19
Флегма сони	1	0,8				
Оғир спирт олинади					23-27	21-24



5-расм. Такомиллаштирилган брагоректификация қурилмаси

Озиқ-овқат этил спирти сифати ва чиқишини доимий ушлаб туриш учун компонентлар концентрацияси $0.4 \cdot 10^{-8}$ дан 99.6 % об. гача ўзгариб турадиган аралашмалардан этил спиртини ректификациялаш жараёнининг автоматлаштириш схемаси таклиф этилган. Кўп компонентли аралашмаларни ажратишда. Бу рўстланувчи параметрларнинг ўзаро алоқаларининг кучлилиги, моддий оқимлар сарфлари тарқоқлигининг катталиги, объектнинг рўстлаш вақтини доимий ташкил этувчисининг катталиги ва кўп сондаги ғалаён манбаларининг мавжудлиги билан тушунтирилади. Масаланинг мураккаблигини яна моддий оқимларнинг сифатини аниқ автоматик назорат қилишни амалга оширишни қийинлиги ҳам ошириб юборади (заводнинг марказий лабораторияси (ЗМЛ) да конденсат ва элюратнинг сифатли таркиби ҳар 30 минутда аниқланади). Маҳсулотларнинг тозаллигини аниқлаш ҳам ЗМЛ да аналитик усул билан амалга оширилади.

БРҚ нинг ТЖАБС бир вақтда бир нечта ишлаб чиқариш муаммоларини ҳал қилиш учун ишлаб чиқилди:

- шкала ва технологик чегараланишларга мос ҳолда аналогли ва дискрет ахборотларни тўплаш, ишлов бериш ва жамлаш;
- БРҚ нинг режимларини барқарорлаштириш ва чиқаётган маҳсулотни энергетик ва хом ашё ресурсларининг минимал харажатларида берилган тавсифлар билан стабил олишни таъминлаш;
- БРҚ даги жараёнларнинг юз бериши ҳақидаги ахборотларни параметрларнинг жорий вақт моментидаги ва архивдан олинган ўзгаришини акс эттирувчи мнемосхемалар, жадваллар, барграф ва трендлар кўринишида мониторда акс эттириш;

- БРҚ нинг ишлаш ишончилигини ошириш;
- ишдан чиқишлар сабабли технологик параметрларнинг чегаравий қийматлардан оғишини автоматик сигналлаш;
- хизмат кўрсатувчи персоналлар учун яхши меҳнат шароитини яратиш.

Х У Л О С А

1. Фазавий мувозанат шартларини ҳисоблашнинг, уни тавсифлаш аниқлигини ошириш имконини берувчи алгоритмлари вариантлари ишлаб чиқилган ва дастурий амалга оширилган.

2. Буғ-суюқлик мувозанати блокадаги дастурий таъминотда фойдаланилган сегментациялаш имконияти турли услубиятлар (масалан Вильсон тенгламаси ва унинг такомиллаштирилган шакллари, NRTL, UNIQUAC ва бошқалар) бўйича буғ-суюқлик мувозанатлари ҳисобларини амалга ошириш ва олинган натижаларнинг солиштирма таҳлилинини ўтказиш имконини беради.

3. Вильсоннинг такомиллаштирилган тенгламалари асосидаги UNIFAC услубиятидан фойдаланиш тажрибавий маълумотлари мавжуд бўлмаган бинар аралашмалар учун физик-кимёвий кўрсаткичларни олиш имконини берди, бу эса ўз навбатида спирт ишлаб чиқаришдаги кўп компонентли аралашмаларнинг фазавий мувозанатларини тўла тавсифлаш имконини берди.

4. Янги амалий дастурларни қўллаш кўп компонентли аралашмалардаги мувозанат муносабатларини тавсифлаш ва башоратлашнинг асосий масалаларидан бири - кўп компонентли ректификацияни тавсифловчи ночизиқли алгебраик тенгламалар тизимини аналитик ечиш имконини берди.

5. Кўп компонентли спиртли аралашмаларнинг колонна баландлиги бўйича суюқлик ва буғнинг ўзгарувчан оқимларидаги аралашмалар ва асосий компонентларнинг ўзаро таъсирларини ҳисобга олувчи математик модели ҳисоблашларнинг юқори аниқлиги ва ишончли мувофиқлиги ҳамда қаноатлантирувчи тезкорликни таъминлайди, шунингдек етарли аниқлик даражаси билан асосий ва иккиламчи маҳсулотлар таркибини аниқлашга имкон беради.

6. Ҳисоблаш маълумотларини солиштириш натижалари, моделдаги ҳисоблашларни ишлаб чиқаришдаги назорат нуқталарида олинган аниқ маълумотларга монандлигини тасдиқлади.

7. Ректификация колонналарининг баландлиги бўйича концентрациялар тақсимланишини ҳисоблаш учун яратилган дастурлар замонавий дастурлаш тиллари ёрдамида ёзилган бўлиб, ихтиёрий ректификациялаш жараёнларининг ҳисоблари учун ишлатилиши мумкин.

8. Колонна баландлиги бўйича компонентлар концентрациянинг олинган профилларига асосланиб, колоннанинг бражкани ҳайдашни оптимал режимини аниқловчи асосий технологик ва конструктив параметрлари аниқланган. Маҳсулотлардаги этанол концентрацияси ва унинг барда, лютер ва оғир спиртлар билан йўқотилишларига бўлган чегараланишларни ҳисобга олган ҳолда, масаланинг қўйилишида бўлиши мумкин бўлган ихтиёрий бошқа

режимларни амалга ошириш, колоннага қўшимча капитал ва жорий харажатлар қилмасдан ажратишнинг берилган даражасини таъминлаб бера олмайди.

9. БРҚ нинг ишлаб чиқилган автоматлаштирилган бошқариш системаси (АБС) тақсимланган технологик жиҳозларни бошқариш ва кўп алоқали технологик параметрларни ростлашни марказлаштириш масалаларини ҳал қилади.

10. БРҚ нинг ишлаб чиқилган марказлаштирилган ТЖАБСи маълум хажмдаги статистик маълумотлар тўплангандан сўнг параметрларни кўп алоқали ростлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш, шунингдек технологик жараёнларни комплекс бошқариш имконини беради. Системани амалиётга тадбиқ этиш чиқарилаётган маҳсулот сифатини барқарорлашувига, йўқотишларнинг пасайишига ва бундан ташқари, оператор-технологларнинг меҳнат шароитларини яхшиланишига олиб келади.

ЧОП ЭТИЛГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

1. Курбонов З.Б. Оперативный прогноз текущего фракционного состава нефтяного сырья // Журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2006. - № 6. – С.18-21.
2. Мухитдинов Д.П., Курбонов З.Б., Мухитдинов Х.Д. Моделирование процесса ректификации методом независимого определения концентраций // Журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2008. - № 6. – С.25-28.
3. Мухитдинов Д.П., Курбонов З.Б., Авазов Ю.Ш. Моделирование процесса ректификации многокомпонентных спиртовых смесей методом независимого определения концентраций // «Энергосбережения при использовании альтернативных источников энергии: проблемы и решения» Респ. научно-прак. конф. 24-25 декабря 2008г. – Карши, 2008. – С.108-110.
4. Mukhitdinov D.P., Kurbonov Z.B., Avazov Yu.Sh. Modeling of process rectification of multicomponent spirit mixes // Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation «WCIS-2008». - Tashkent, Uzbekistan. November 25-27, 2008. – P. 320-325.
5. Мухитдинов Д.П., Курбонов З.Б., Авазов Ю.Ш. Метод и алгоритмизация расчета констант фазового равновесия // XXII Международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-22». - Псков, -Том 2. 2009. - С. 183-185.
6. Курбонов З.Б., Мухитдинов Х.Д. Разработка метода расчета ректификации с учетом взаимовлияния компонентов и изменения расходов паров и жидкости по высоте колонны // Журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2010. - № 2. – С.55-59.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Баходир
Рахмоновнинг 05.17.08 – «Кимёвий ишлаб чиқариш жараёнлари ва аппаратлари»
ихтисослиги бўйича «Мураккаб спиртли аралашмаларни ажратиш жараёnlарини
оптималлаштириш» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: ректификация, брагоректификация, фазавий мувозанат, математик модель, технологик ва конструктив параметрлар, оптималлаштириш, такомиллаштириш.

Тадқиқот объектлари: брагоректификация қурилмасида ўтувчи технологик жараёнлар.

Ишнинг мақсади: кўп компонентли аралашмаларнинг буғ-суюқлик мувозанати тавсифини тажрибавий-статистик моделларининг параметрларини ҳисоблашни математик усуллари ишлаб чиқиш; спиртли аралашмаларни ректификациялаш жараёнининг, ҳисоблашларни ишончли мувофиқлигини таъминловчи математик моделларини ишлаб чиқиш; ректификация колонналарининг оптимал конструктив ва технологик параметрларини аниқлаш; брагоректификация қурилмасини такомиллаштириш ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш.

Тадқиқот методлари: диссертация ишида бинар ва кўп компонентли аралашмаларни, шунингдек кўп компонентли аралашмаларни ажратиш жараёnlарининг фазавий мувозанатини математик моделлаштириш усуллари ҳамда кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш жараёнининг тавсифини математик тенгламаларини ҳисоблашни итерацион схемалари мувофиқлигини таъминловчи усуллардан фойдаланилган.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: функционал боғланишли физик-кимёвий хоссаларни силликлантириш масалалари ечилган; фазавий мувозанат шартларини ҳисоблаш алгоритмларининг дастурий амалга оширилган вариантлари ишлаб чиқилган; ректификациянинг буғ ва суюқлик оқимлари колоннанинг баландлиги бўйича ўзгарувчан бўлгандаги спиртли аралашмаларнинг барча компонентларини ўзаро таъсирларини ҳисобга олувчи математик модели ишлаб чиқилган; кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш жараёнини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган, БРҚ такомиллаштирилган схемаси таклиф этилган.

Амалий аҳамияти: кўп компонентли ректификациялаш жараёнининг математик моделини ишлаб чиқишдан иборат. Ишлаб чиқилган алгоритмлар ва дастурлар ихтиёрий кўп компонентли аралашмаларни ректификациялаш колонналарини ҳисоблари ва буғ-суюқлик мувозанатларини ҳисоблаш учун фойдаланилиши мумкин.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: тадқиқот натижалари ва ишланмалари узлуксиз ишлаб чиқариш характериға эға бўлган спирт саноати корхоналарида фойдаланилиши мумкин.

Р Е З Ю М Е

диссертации Баходира Рахмонова на тему: «Оптимизация процессов разделения сложных спиртовых смесей» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химической технологии»

Ключевые слова: ректификация, брагоректификация, фазовое равновесие, математическая модель, технологические и конструктивные параметры, оптимизация, модернизация.

Объекты исследования: технологические процессы, протекающие в брагоректификационной установке.

Цель работы: разработка математических методов расчета параметров экспериментально-статистических моделей описания парожидкостного равновесия многокомпонентных смесей; разработка математической модели процесса ректификации спиртовых смесей, обеспечивающей надежную сходимость вычислений; определение оптимальных конструктивных и технологических параметров ректификационных колонн; модернизация брагоректификационной установки, и автоматизация производства.

Методы исследования: В диссертационной работе использованы методы математического моделирования фазового равновесия бинарных и многокомпонентных смесей, а также процессов разделения многокомпонентных смесей, и методы, обеспечивающие сходимость итерационных схем расчета уравнений математического описания процесса ректификации многокомпонентных смесей.

Полученные результаты и их новизна: решена задача аппроксимации физико-химических свойств функциональными зависимостями; разработаны программно реализованные варианты алгоритмов расчета условий фазового равновесия; разработана математическая модель ректификации, учитывающая взаимовлияние всех компонентов спиртовой смеси при переменных потоках пара и жидкости по высоте колонны; разработан метод расчета процесса ректификации многокомпонентных смесей, предложена модернизированная схема БРУ.

Практическая значимость: заключается в разработке математической модели процесса многокомпонентной ректификации. Разработанные алгоритмы и программы могут быть использованы для расчета парожидкостного равновесия и расчета колонн ректификации любой многокомпонентной смеси.

Область применения: результаты исследований и разработок могут быть использованы на предприятиях спиртовой промышленности с непрерывным характером производства.

RESUME

Thesis of Bahodir Raxmanov on the scientific degree completion of the doctor of philosophy in technical sciences on specialty 05.17.08 – «Processes and Apparatuses of Chemical Technology» subject: «Optimization of separation processes of complex alcohol mixtures»

Key words: rectification, bragorektifikatsiya, phase equilibria, a mathematical model, technological and design parameters, optimization, modernization.

Objects of research: technological processes in the rectification unit.

Purpose of work: To develop mathematical methods of calculating the experimental and statistical models in describing vapor-liquid equilibrium of multicomponent mixtures, the development of mathematical models of distillation alcohol mixtures, providing a reliable convergence of algorithms, determination of optimal design and technological parameters of distillation columns, rectification installation modernization and automatization of production.

Methods of research: In this thesis there are used the methods of mathematical modeling of phase equilibrium of binary and multicomponent mixtures, as well as the processes of separation of multicomponent mixtures, and methods to ensure the convergence of iterative schemes for equations of mathematical description of the process of rectification of multicomponent mixtures.

The findings and their novelty: It is solved the problem of approximation of physical and chemical properties of functional dependencies; the software implemented version of the algorithm for calculating conditions of phase equilibrium are developed; a mathematical model of rectification, taking into account the interaction of all components of the alcohol mixture with variable flows of vapor and liquid height of the column is developed; a method for calculating process of rectification of multicomponent mixtures, proposed modernized scheme BRU is developed.

Practical value: is to develop a mathematical model of multicomponent distillation. The developed algorithms and software can be used to calculate the vapor-liquid equilibrium and calculation columns of rectification of any multicomponent mixture.

Field of application: the results of research work and developments can be used at the alcohol industry companies with the continuous nature of production.