

Установа адукацыі
«БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ»

**В. П. Кобрынец, В. Дз. Лебедзеў,
У. Я. Максімаў**

АЎТАМАТЫКА, АЎТАМАТЫЗАЦЫЯ І АЎТАМАТЫЗАВАНЫЯ СІСТЭМЫ КІРАВАННЯ ТЭХНАЛАГІЧНЫМІ ПРАЦЭСАМІ

Рэкамендавана

*вучэбна-метадычным аб'яднаннем вышэйшых навучальных устаноў Рэспублікі
Беларусь па хіміка-тэхналагічнай адукацыі ў якасці вучэбна-метадычнага
дапаможніка для студэнтаў вышэйшых навучальных устаноў,
якія навучаюцца па хіміка-тэхналагічных спецыяльнасцях*

Мінск 2007

УДК 681.5(075.8)

ББК 32.905я73

К90

Рэцэнзенты:

кафедра электрапрываду і аўтаматызацыі прамысловых устаноў
і тэхналагічных комплексаў БНТУ (загадчык кафедры кандыдат
тэхнічных навук *Г. І. Гулькоў*);
дырэктар УП «Куоліці», кандыдат тэхнічных навук
А. А. Васіленка

*Усе правы на дадзенае выданне абаронены. Узнаўленне ўсёй кнігі або яе часткі не можа быць ажыццёўлена без дазволу ўстановы адукацыі
«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».*

Кобрынец, В. П.

К90 Аўтаматыка, аўтаматызацыя і аўтаматызаваныя сістэмы кіравання тэхналагічнымі працэсамі : вучэб.-метад. дапаможнік па курсавому і дыпломнаму праектаванню для студэнтаў хімічна-тэхналагічных спецыяльнасцей / В. П. Кобрынец, В. Дз. Лебедзеў, У. Я. Максімаў. – Мінск : БДТУ, 2007. – 83 с.

ISBN 978-985-434-774-5

Дапаможнік змяшчае склад і методыку распрацоўкі асноўных раздзелаў курсавой і часткі дыпломнай работы па курсу «Аўтаматыка, аўтаматызацыя і АСК ТП», прыклады распрацоўкі асобных раздзелаў і даведачныя даныя па прыборах і сродках аўтаматызацыі хіміка-тэхналагічных працэсаў.

УДК 681.5(075.8)

ББК 32.905я73

© УА «Беларускі дзяржаўны
тэхналагічны ўніверсітэт», 2007
© Кобрынец В.П., Лебедзеў В. Дз.,
Максімаў У. Я, 2007

ISBN 978-985-434-774-5

ПРАДМОВА

Адзін з асноўных напрамкаў рашэння вытворчых задач звязаны з шырокім укараннем сродкаў аўтаматызацыі.

Пры праектаванні сучасных тэхналагічных працэсаў патрабуецца выканаць значны аб'ём работ, звязаных з аналізам тэхналагічнага працэсу як аб'екта аўтаматызацыі, выбарам тэхналагічных параметраў кантролю і рэгулявання, тэхнічных сродкаў аўтаматызацыі і распрацовак схем аўтаматызацыі.

Усе гэтыя задачы павінны быць вырашаны з улікам асаблівасцей кожнага вытворчага працэсу пры выкананні курсавой работы па курсу «Аўтаматыка, аўтаматызацыя і АСК ТП» і раздзела «Аўтаматызацыя вытворчасці» у дыпломным праекце.

У вучэбна-метадычным дапаможніку прыведзена методыка выканання ўказаных вышэй работ, даведачныя даныя па тэхнічных сродках аўтаматызацыі і прыклады распрацоўкі некаторых раздзелаў курсавой і дыпломнай работ з улікам праграмы па курсу «Аўтаматыка, аўтаматызацыя і АСК ТП».

Праект па аўтаматызацыі павінен змяшчаць тэкставую і графічную часткі, адпавядаць правілам афармлення, якія выкладзены ў СТП 001-2002 [1].

1. АНАЛІЗ ТЭХНАЛАГІЧНАГА ПРАЦЭСУ І ВЫБАР ПАРАМЕТРАЎ КАНТРОЛЮ І РЭГУЛЯВАННЯ

Выбар рэгулюемых параметраў тэхналагічнага працэсу, якія падтрымліваюцца на зададзеных значэннях, робіцца толькі пасля дэталёвага азнаямлення з працэсам і яго матэрыяльным балансам.

Якасць прадукту з'яўляецца асноўным рэгулюемым параметрам у любой устаноўцы прадпрыемства. Пад тэрмінам «якасць» падразумяваюцца розныя параметры: у працэсе сушкі – змяшчэнне вільгаці ў прадукцыі; у цеплаабменніку – тэмпература ці энтальпія выхадной плыні; у рэктыфікацыйнай калоне – чысціня дыстыляту ці кубавага астатку; у парাপерагравальніку – тэмпература пары.

Рэгуляванне кожнай устаноўкі вытворчасці павінна забяспечыць змяненне прадукцыйнасці пры нязменнай якасці прадукту, калі гэта будзе выклікана неабходнасцю змянення рэжыму работы наступнай устаноўкі.

Такія параметры, як узровень вадкасці, вага і ціск прынцыпова звязаны з рэгуляваннем запасу. Без іх рэгулявання немагчыма захаваць матэрыяльны ці энергетычны баланс.

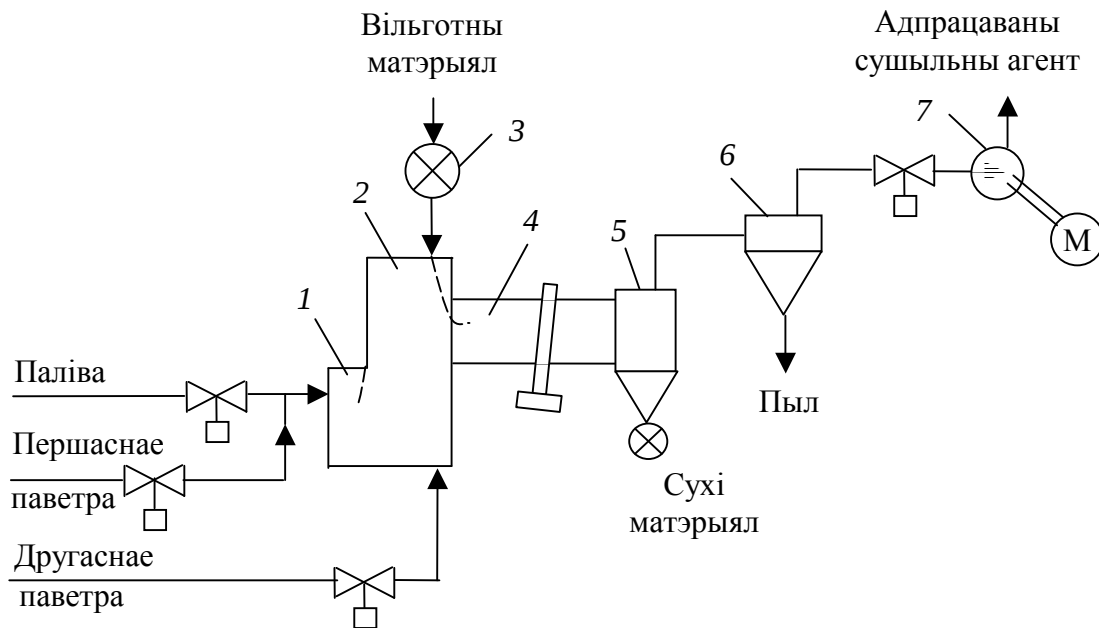
Кожная вытворчая ўстаноўка мае хаця б адзін з падобных контураў рэгулявання, а часта і больш.

Пры праектаванні сістэм аўтаматызацыі вытворчых працэсаў вызначаюцца велічыні, якія неабходна кантраляваць і рэгуляваць, а таксама выяўляюцца пункты ўвядзення кіруючых уздзеянняў і каналы іх праходжання па аб'екце. З гэтай мэтай складаюць схему ўзаемных уздзеянняў велічынь аб'екта, вылучаюць асноўныя і дадатковыя каналы праходжання сігналаў, а потым складаюць асобныя контуры рэгулявання, якія кампенсуюць уплыў абурэнняў. Пры неабходнасці асноўныя контуры рэгулявання злучаюць паміж сабой, а велічыні, якія падлягаюць кантролю, выбіраюць так, каб іх лік быў мінімальным, але дастатковым для поўнага ўяўлення ходу тэхналагічнага працэсу.

Выканаўчыя ўздзеянні ўносяць з дапамогай выканаўчых прылад, якія мяняюць матэрыяльныя ці цеплавыя патокі. Пры распрацоўцы сістэм аўтаматызацыі выбіраюць адзін ці некалькі паказчыкаў эфектыўнасці працэсу, вызначаюць неабходныя абмежаванні, знаходзяць статычныя і дынамічныя характарыстыкі працэсу. Аналіз статычных характарыстык дазваляе ацаніць ступень уплыву адных параметраў на другія і выявіць тыя рэгулюемыя велічыні, якія аказваюць максімальнае ўздзеянне на аб'ект. Калі аб'ект мае некалькі незалежных велічынь,

іх рэгулююць паасобна. Па дынамічных уласцівасцях выбіраюць такія пункты прыкладання кіруючых уздзеянняў, якія забяспечваюць найбольш хуткае змяненне рэгулюемых велічынь.

У якасці прыкладу аналізу тэхналагічнага працэсу як аб'екта кіравання разгледзім барабанную прамежачную сушылку (на мал. 1.1). Яна складаецца з топкі 1, змешвальнай камеры 2, вярчальнага барабана 3, загрузачнай прылады 4, разгрузачнай канструкцыі 5, цыклона 6, дымасоса 7, які стварае разрэджанне.



Мал. 1.1. Схема працэсу сушкі

У топцы размешчана гарэлка, да якой падводзіцца паліва і паветра. Паліўныя газы з высокай тэмпературай паступаюць у спецыяльную камеру для змешвання з паветрам. З паніжанай тэмпературай яны паступаюць у барабаны, дзе аддаюць сваё цяпло на выпарэнне вільгаці з матэрыялу. На выхадзе з барабана газы пападаюць у цыклон, дзе асаджваецца пыл, а лёгкія часцінкі і паветра выкідваюцца ў атмасферу.

Вільготны матэрыял падаецца ў папярэднюю частку барабана 3, дзе ён перамешваецца і перамяшчаецца. Хуткасць перамяшчэння матэрыялу залежыць ад ухілу барабана, частаты вярчэння і хуткасці руху газу.

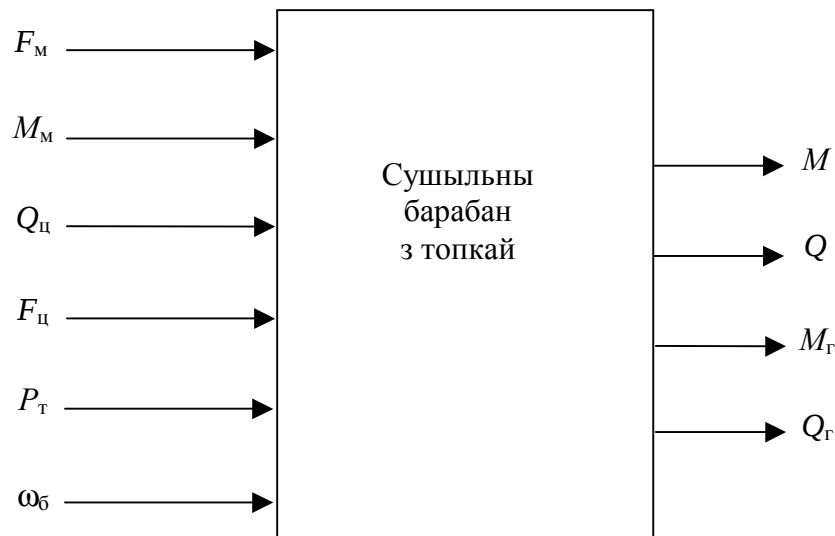
Задача кіравання працэсам – атрымаць матэрыял зададзенай якасці пры зададзенай прадукцыйнасці ўстаноўкі.

Якія фактары ці паказчыкі істотныя для працэсу сушкі?

Усе гэтыя параметры можна падзяліць на ўваходныя і выхадныя. Да ўваходных уздзеянняў адносяць: M_m – вільготнасць матэрыялу на ўваходзе ў сушылку; F_m – расход матэрыялу; Q_m – тэмпература матэрыялу; G_m – грануламетрычны склад матэрыялу; $Q_{п1}, F_{п1}, P_{п1}$ – адпаведна тэмпература, расход і ціск першаснага паветра; $Q_{п2}, F_{п2}, P_{п2}$ – тэмпература, расход і ціск другаснага паветра адпаведна; $F_{п}, P_{п}$ – расход і ціск паліва; ω_b – частата кручэння барабана; α – становішча засланкі ды-махода. Выхаднымі паказчыкамі працэсу з’яўляюцца: M, Q, F – адпаведна вільготнасць, тэмпература і расход высушанага матэрыялу; M_g, Q_g, F_g – вільготнасць, тэмпература і расход газаў на выхадзе; Q_t, P_t – тэмпература і разрэджванне у топцы; Q_b – тэмпература ўнутры барабана.

Шматгадовай практыкай вызначаны найбольш грунтоўныя фактары з пералічаных вышэй. Асноўнымі парушэннямі рэжыму сушыльнага барабана на ўваходзе з’яўляюцца расход F_m і вільготнасць M_m матэрыялу, пачатковая тэмпература $Q_{п}$ і расход $F_{п}$ цепланосьбіта, разрэджванне ў топцы P_t , частата вярчэння барабана ω_b .

На выхадзе з барабана вызначальнымі параметрамі могуць быць рэшткі вільготнасці M і тэмпература высушанага матэрыялу Q , вільготнасць M_g і тэмпература Q_g газаў, якія выходзяць. Названыя параметры адлюстраваны на структурнай схеме (мал. 1.2).



Мал. 1.2. Мадэль аб’екта

Найбольш складаная задача пры аўтаматызацыі тэхналагічных аб’ектаў – гэта выбар параметраў для рэгулявання сутнасці працэсу.

Вільготнасць сухога матэрыялу вызначаецца, з аднаго боку, колькасцю вільготнасці, якая пападае з вільготным матэрыялам, а з другога –

колькасцю вільготнасці, якая выводзіцца з яго ў працэсе сушкі. Першая частка вільготнасці залежыць ад расходу матэрыялу і яго пачатковай вільготнасці.

Расход матэрыялу вызначаецца прадукцыйнасцю сушылкі, якая павінна быць пастаяннай. Таму трэба ісці шляхам стабілізацыі расходу вільготнага матэрыялу, што забяспечвае зададзеную прадукцыйнасць і ліквідацыю ўзрушэнняў па дадзенаму каналу. З гэтай мэтай ўстанаўліваюць аўтаматычныя дазатары.

Вільготнасць M_m матэрыялу на ўваходзе залежыць ад тэхналагічных рэжымаў папярэдніх працэсаў. Змяненне гэтага параметра стварае моцныя ўзрушэнні ў аб'екце.

Сушыльны аграгат мае некалькі кіруючых параметраў, у тым ліку такіх добра рэгулюемых, як расход, разрэджванне, тэмпература.

Моцным кіруючым уздзеяннем з'яўляецца і частата вярчэння барабана, але ў сувязі са складанасцю рэгулявальнага прывада гэта ўздзеянне выкарыстоўваюць толькі для невялікіх сушылак.

У якасці асноўнага рэгулюемага параметра прымаюць канчатковую вільготнасць матэрыялу M , вымярэнне якой дазваляе ўздзейнічаць на расход паліва.

Перспектыўным рашэннем, якое заснавана на выкарыстанні вільгачамера, з'яўляецца выкарыстанне камбінаваных сістэм аўтаматычнага рэгулявання (САР).

Выпарванне вільготнасці па даўжыні барабана адбываецца па нелінейнаму закону, блізкаму да экспаненцыяльнага. Пры гэтым канчатковая вільготнасць M матэрыялу нават пры адсутнасці рэгулявання будзе мець меншую дысперсію, чым пачатковая вільготнасць M_m . Такім чынам, пры іншых роўных умовах павелічэнне M_m абавязкова выклікае павелічэнне рознасці $M_m - M$ і з'яўленне рэгулявальнага ўздзеяння. Гэта рознасць тым большая, чым далей ад пачатку барабана вымяраецца тэмпература газаў.

Для забеспячэння найбольш выгаднага рэжыму гарэння паліва і неабходнай цягі выкарыстоўваюць сістэмы аўтаматычнага рэгулявання суадносін паліва – паветра ў топцы сушылкі.

Сушыльны барабан валодае экстрэмальнай характарыстыкай прадукцыйнасці ў залежнасці ад значэння хуткасці сушыльнага агента і яго тэмпературы, але гэта характарыстыка нестабільная. Можна памяншыць выкарыстанне паліва, стварыўшы вызначаную хуткасць сушкі ў барабане. Яна вызначаецца па хуткасці змянення тэмпературы сушыльнага агента. Гэта можна вызначыць, калі ўстанавіць у барабане на фіксаванай адлегласці адна ад другой дзве тэрмапары.

Пры кіраванні працэсам сушкі трэба кантраляваць расходы паліва, першаснага і другаснага паветра, вільготнага і сухога матэрыялу,

тэмпературу сушыльнага агента на ўваходзе ў сушылку і на выхадзе з яе, тэмпературу ў сушылцы, разрэджванне ў змешвальнай камеры.

Схемай аўтаматызацыі павінны быць прадугледжаны наступныя мерапрыемствы бяспечнага вядзення працэсу сушкі: кантроль і сігналізацыя ціску паліва і наяўнасці полымя, таму што зніжэнне ціску газу можа прывесці да патухання факела і ўзнікнення выбухованебяспечнай сітуацыі; кантроль разрэджвання ў топцы, паніжэнне якога вядзе да няўстойлівага гарэння факела, перашкаджае пранікненню дымавых газаў вонкі; вымярэнне саставу CO (ці O_2) у адпрацаваных газах для кантролю паўнаты згарання паліва ў топцы. Сістэма аўтаматызацыі павінна прадбачыць адключэнне падачы газу ў выніку пагасання факела ці адрыву полымя ад гарэлак ці запальнікаў пры аварыйным падзенні ціску газу, недастатковай цязе ў топцы. Усе сігналы аварыйнага адключэння падачы газу, як правіла, выводзяцца на шчыт аператара.

Пасля аналізу параметраў тэхналагічнага працэсу, якія падлягаюць кантролю і рэгуляванню, іх запісваюць у табл. 1.1. У якасці прыкладу ў табліцы дадзены тэхналагічныя параметры для працэсу сушкі сырой стружкі ў барабаннай сушылцы.

Табліца 1.1

Тэхналагічныя параметры, якія падлягаюць кантролю і рэгуляванню

Параметр	Мяжа змянення	Дапушчальнае адхіленне	Кантроль	Рэгуляванне
Вільготнасць сырой стружкі, %	30–80	–	+	–
Маса сырой стружкі, $\text{кг/м}^3/\text{гадз}$	60	$\pm 5\%$	+	+
Расход паліва, кг/гадз	350	$\pm 33\%$	+	+
Расход першаснага паветра, кг/кг	13	$\pm 3\%$	+	+
Расход паўторнага паветра, кг/гадз	22 000	$\pm 5\%$	+	–
Разрэджванне ў сушылцы, Па	0–4000	$\pm 5\%$	+	+
Пачатковая тэмпература ў камеры змешвання, $^{\circ}\text{C}$	400	$\pm 20^{\circ}\text{C}$	+	+
Частата вярчэння барабана, хвіл^{-1}	4	$\pm 0,2\%$	+	–
Канчатковая тэмпература, $^{\circ}\text{C}$	120	$\pm 6^{\circ}\text{C}$	+	–
Канчатковая (рэштка) вільготнасць матэрыялу, %	5	$\pm 0,25\%$	+	+

2. ВЫБАР ТЭХНІЧНЫХ СРОДКАЎ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ

2.1. Агульныя звесткі

Задача выбару тэхнічных сродкаў, якую вырашаюць параўнаннем розных варыянтаў сістэм па тэхнічных, эканамічных і эксплуатацыйных паказчыках, з'яўляецца адной з важнейшых пры праектаванні сістэм аўтаматызацыі. Зыходнымі данымі для выбару комплексу тэхнічных сродкаў (КТС) з'яўляецца агульная характарыстыка ствараемай сістэмы і ўмоў яе работы, патрабаванні да якасці кантролю і кіравання, кошт сродкаў аўтаматызацыі, вопыт стварэння і эксплуатацыі аналагічных сістэм.

Агульная характарыстыка сістэм кантролю ўключае размеркаванне і ўзгадненне функцый чалавека і сродкаў, іншыя асаблівасці алгарытму кіравання. Умовы работы вызначаюцца данымі аб кантралюемым і знешнім асяроддзі, процілегласцю ліній сувязі. Патрабаванні да якасці кантролю і рэгулявання ўключаюць асноўныя метралагічныя даныя прыбораў: якасць, парог адчувальнасці, хуткадзеянне, надзейнасць. Звычайна неабходны клас дакладнасці вымяральных камплектаў для прамысловых сістэм – 0,25–1,5, парог адчувальнасці – 0,05–0,1% дыяпазону вымярэнняў, хуткадзеянне – не болей за 16 с.

Выбар элементаў сістэмы аўтаматычнага кантролю ажыццяўляюць у наступнай паслядоўнасці: першасны вымяральны пераўтваральнік (ВП), лінія сувязі, другасны прыбор.

2.2. Выбар першасных ВП

Выбар першасных ВП залежыць ад характарыстыкі асяроддзя, якое патрэбна кантраляваць, дыяпазону вымярэння кантралюемага паветра і іншых метралагічных і эксплуатацыйных характарыстык. Пры гэтым неабходна мець на ўвазе, што выкарыстанне радыеактыўных, высокачастотных і ультрагукавых прыбораў патрабуе стараннага аналізу магчымасці ўплыву выпраменьвання на абслуговы персанал і якасць вырабляемай прадукцыі. Пры выбары дыяпазону вымярэнняў і матэрыялу, з якога зроблены пераўтваральнік, павінны ўлічвацца ўмовы яго нармальнай работы.

Выбар лініі сувязі ў асноўным вызначаецца відам энергіі, адлегласцю, на якую неабходна перадаць сігнал, і навакольным асяроддзем.

Тыпы і тэхнічныя характарыстыкі датчыкаў асноўных тэхналагічных параметраў прыведзены ў дадатку.

2.3. Выбар другасных прыбораў

Выбар другасных прыбораў выконваецца па класу дакладнасці, дынамічных уласцівасцях, габарытах, колькасці вымяраемых велічынь, выгляду шкалы, характарыстыках выканання (нармальнае, трапічнае, іскрабяспечнае); характары адліку вымяраемай велічыні (лічбавы, аналагавы, дыскрэтна-аналагавы).

Для кантролю найбольш важных паказчыкаў тэхналагічнага працэсу шырока выкарыстоўваюць паказальныя прыборы, якія дазваляюць аднавіць ход працэсу за вызначаны інтэрвал часу, аданіць уплыў узрушэнняў на канчатковы вынік і павысіць аб'ектыўнасць разліку тэхніканамічных паказчыкаў работы асобных участкаў і цэхаў.

Непажадана аб'ядноўваць у адным прыборы велічыні, якія характарызуюць работу розна тыповых агрэгатаў ці абсталявання, якое паслядоўна размешчана ў тэхналагічным працэсе. Паказальныя прыборы выкарыстоўваюць для апэратыўнага візуальнага кантролю, а таксама эпізодычнага кантролю другарадных параметраў.

У сучасны перыяд шырока прымяняюцца ў якасці другасных прыбораў мікрапрацэсарныя вымяральнікі з універсальнымі ўваходамі для падключэння шырокага спектру датчыкаў тэмпературы (супраціўлення, тэрмапар), а таксама іншых датчыкаў з уніфікаванымі выхаднымі сігналамі (0–5; 0–20, 4–20 мА). Гэтыя прыборы выконваюць пераўтварэнне сігналу датчыка для індывідуальнага рэальнага значэння фізічнай велічыні, індывідуальную вымераных велічынь на ўбудаваных індывідуальных панэлях, маюць зручнае меню для праграмавання прыбора кнопкамі на яго панэлі.

Таксама яны дазваляюць рэгістраваць кантралюемыя параметры на ЭВМ праз адаптэр па лічбавым інтэрфейсе RS-232 ці RS-495.

Некаторыя гэтыя прыборы ажыццяўляюць сігналізацыю аб выхадзе кантралюемых велічынь за зададзеныя межы, а таксама аб абрыве ці кароткім замыканні датчыка.

Мікрапрацэсарныя вымяральнікі выпускаюцца у адна-, двух- і многаканальным (да 8) выкананні.

Прымяняюцца таксама мікрапрацэсарныя другасныя прыборы, прызначаныя для назапашвання (архіваввання) у энерганезалежнай па-

мяці, захавання і адлюстравання інфармацыі аб стане 6 тэхналагічных параметраў з выдачай сігналаў на манітор (тып МТМ-РЭ-160-01).

Некаторыя тыпы гэтых прыбораў і іх тэхнічныя характарыстыкі прыведзены ў дадатку.

2.4. Выбар аўтаматычных рэгулятараў

Тэхнічныя сродкі сістэм аўтаматычнага рэгулявання (САР) выбіраюць пасля вызначэння КТС для сістэм кіравання больш высокага ўзроўню, г. зн. сістэмы кіравання участкам, лініяй ці цэхам. Для правільнага выбару элементаў САР неабходна: ведаць характарыстыку аб'екта кіравання (АК) і асноўных узрушэнняў; уласціvasці навакольнага асяроддзя; патрабаванні да дакладнасці, якасці пераходнага працэсу; мець магчымасць дыстанцыйнай перадачы інфармацыі ад вымяральных пераўтваральнікаў да другаснага прыбора і ад рэгулятара да выканаўчага механізма; быць упэўненым у надзейнасці работы элементаў.

Рэгулявальны орган (РО), як і ВП, пры аналізе тэхнічнай структуры САР звычайна адносяць да АК. Пры гэтым выхадной велічынёй аб'екта з'яўляецца сігнал ВП, а кіруючым уздзеяннем – перамяшчэнне РО, вымяраемае ў працэнтах яго ходу.

Для зручнасці разлікаў узрушэнне, якое дзейнічае на АК, зводзяць да аднаго з трох найбольш распаўсюджаных відаў: скачкападобнае, імпульснае (пікавае) ці манатонна нарастаючае і вымяраюць у працэнтах ходу РО. Потым падбіраюць перамяшчэнне РО, якое аказвае на АК уздзеянне, эквівалентнае апраксімаванаму ўзрушэнню.

Для абгрунтавання выбару рэгулятара неабходна ведаць уласціvasці зададзенага аб'екта рэгулявання, якія ў асноўным вызначаюцца яго дынамічнай характарыстыкай. Калі гэтых звестак недастаткова ці яны адсутнічаюць, выбар рэгулятараў ажыццяўляецца па аналогіі з САР, якія дзейнічаюць на падставе арыенціровачных даных аб уласціvasцях аб'екта, улічваючы наступныя рэкамендацыі.

Тып рэгулюючага ўздзеяння выбіраюць па значэнню адноснага спазнення τ / T : пры $\tau / T > 0,5-1,0$ – імпульсны; пры $0 < \tau / T < 0,2$ – пазіцыйны (рэлейны); пры $\tau / T > 0,2$ – безупынны. Акрамя таго:

1. Імпульсныя рэгулятары мэтазгодна прымяняць у аб'ектах без вялікага спазнення, пры сярэдняй ёмістасці аб'екта, ідзе нагрузка пасцянная ці мала змяняецца;

2. Двухпазіцыйныя рэгулятары можна прымяняць у аб'ектах без вялікага спазнення, пры вялікай ёмістасці, калі нагрузка пасцянная ці мала змяняецца;

3. I-рэгулятары выкарыстоўваюць для аб'ектаў з самавыраўноўваннем з невялікім спазненнем, пры малой ці вялікай ёмістасці і пры нагрузцы, якая змяняцца павольна;

4. П-рэгулятары можна прымяняць у асноўным для аднаёмістых аб'ектаў з самавыраўноўваннем з невялікім спазненнем і пры невялікіх хістаннях нагрузкі;

5. ПП-рэгулятары выкарыстоўваюць у аб'ектах з любой ёмістасцю, з вялікім спазненнем, пры вялікіх і марудных змяненнях нагрузкі;

6. ППД-рэгулятары выкарыстоўваюць у аб'ектах з любой ёмістасцю, з вельмі вялікім спазненнем пры вялікіх і рэзкіх змяненнях нагрузкі.

У цяперашні час шырокае прымяненне атрымалі мікрапрацэсарныя вымяральнікі-рэгулятары рознах тыпаў. Яны маюць універсальныя ўваходы для падключэння шырокага спектру датчыкаў тэмпературы, ціску, вільготнасці і інш., выконваюць пераўтварэнне сігнала датчыка для індывідуальнага значэння фізічнай велічыні.

Гэтыя прыборы маюць два лічбавыя індикатары на панэлі для кантролю рэгулюемай велічыні і яе ўстаўкі, зручнае меню параметраў для праграмавання кнопкам на панэлі прыбора, убудаваны інтэрфейс RS-485 для сувязі з ЭВМ для рэгістрацыі на ёй даных.

Вымяральнікі-рэгулятары ажыццяўляюць рэгуляванне ўваходнай велічыні: двухпазіцыйнае, трохпазіцыйнае, аналагавае П-, ПП- і ППД-рэгуляванне; дыстанцыйнае кіраванне запускам работы прыбора (прыпыненнем рэгулявання, пераключэннем на кіраванне ад ЭВМ; сігналізацыяй аб узнікненні аварыйных сітуацый пры выхадзе рэгулюемай велічыні за зададзеныя межы і абрыве ў ланцугу рэгулявання). Яны маюць аналагавыя выходы (4–20 мА) для кіравання магнутнасцю розных электрычных пераўтваральнікаў і дыскрэтныя – для кіравання электрапрыладамі засланак, клапанаў.

Гэтыя прыборы выпускаюцца у 1-, 2- і 8-канальным выкананнях.

Тыпы некаторых мікрапрацэсарных вымяральнікаў-рэгулятараў і іх тэхнічныя характарыстыкі прыведзены ў дадатку.

Для аўтаматызацыі хіміка-тэхналагічных працэсаў са значнай колькасцю параметраў кантролю і рэгулявання найбольш эфектыўным з'яўляецца прымяненне мікрапрацэсарных кантролераў, якія дазваляюць ажыццяўляць усе неабходныя функцыі для кіравання складанымі аб'ектамі.

Тыпы, тэхнічныя характарыстыкі, выконваемыя функцыі некаторых мікрапрацэсарных кантролераў прыведзены ў дадатку.

2.5. Выбар выканаўчых прылад

Выканаўчыя прылады выбіраюць з мэтай забеспячэння наступных патрабаванняў: адпаведнасць прынцыпу дзеяння і канструкцыі прылады выконваемай задачы, рэгулюемаму і навакольнаму асяроддзям; забеспячэнне неабходнай хуткасці рэгулявання і лінейнасці характарыстыкі; забеспячэнне патрабуемай надзейнасці і рэсурса работы.

Выканаўчая прылада складаецца з рэгулюючага органа (РО), які непасрэдна ўплывае на працэс, і выканаўчага механізма (ВМ), г. зн. Прываду, які кіруе РО.

Выбар неабходнага РО вызначаецца ў асноўным уласцівасцямі асяроддзя, якое праходзіць праз яго, а таксама патрабуемай прапускной здольнасцю.

Клапаны аднаседлавых маюць простую канструкцыю і адно сядло, таму на засланку дзейнічае нагрузка, якая стварае процідзеянне яе зачыненню. Гэтыя клапаны можна выкарыстоўваць для чыстых, слабазабруджаных і вязкіх вадкасцей.

Двухседлавых клапаны забяспечваюць поўную разгрузку засланкі і выкарыстоўваюць іх для чыстых вадкасцей, газаў і пары. Яны маюць умоўны праход ад 15 да 300 мм.

Шлангавыя клапаны ў якасці рабочага элемента маюць шлангі з гумы ці пласмасы, якія пераціскаюцца. Яны выкарыстоўваюцца для рэгулявання расходаў моцназбруджанага, агрэсіўнага і валакназмяшчальнага асяроддзя, розных суспензій, шламаў і г. д. Аднак прымяненне іх абмежавана: па тэмпературы не болей за 80–90°C і па ўмоўнаму праходзе – не болей за 150–200 мм.

Дыяфрагмавыя клапаны звычайна маюць корпус, футраваны гумай, пластмасай, футрапластам ці эмаллю, і дыяфрагму з тых жа матэрыялаў. Гэтыя клапаны выкарыстоўваюць для забруджаных, агрэсіўных і валакназмяшчальных раствораў, шламаў і суспензій пры тэмпературы 60–130°C і ўмоўным праходзе 15–150 мм.

Засланкавыя рэгулявальныя органы выкарыстоўваюць для самых розных асяроддзяў, у тым ліку для суспензій канцэнтрацыяй да 4%. Усе засланкавыя РО неўраўнаважаны і патрабуюць устаноўкі ВМ вялікай магутнасці.

Шыберныя (нажавыя) засланкі з'яўляюцца асноўнай запорнай арматурай для суспензій. Іх вырабляюць са звычайнай або кіслотаўстойлівай сталі дыяметрам да 500 мм на ціск да 0,4 МПа.

Шаравыя РО, у якіх засланка ўяўляе сабой шар з прарэзанай цыліндрычнай адтулінай, з'яўляюцца самымі надзейнымі РО для суспензій.

У якасці ВМ прямляюць електрычныя, пнеўматычныя і гідраўлічныя прывады. Электрычныя ВМ уяўляюць сабой электрапрывады, якія прызначаны для перамяшчэння РО ў сістэмах аўтаматычнага кіравання. Яны складаюцца з наступных элементаў: электрарухавіка; рэдуктара, які паніжае колькасць абаротаў; выхадной прылады для механічнага сучлянення з РО; дадатковых прылад, якія забяспечваюць спыненне механізма ў крайніх становішчах, саматармажэнне пры адключэнні электрарухавіка, магчымасць ручнога прываду ў выпадку выхаду са строю сістэмы аўтаматыкі ці для наладкі, адваротную сувязь у аўтаматычнай сістэме кіравання, дыстаныйнае паказанне і сігналізацыю становішча механізма.

Выхадныя прылады электрычных ВМ выконваюць так, каб ажыццявіць вярчальны ці прамалінейны рух. Механізмы з вярчальнымі выхаднымі прыладамі могуць быць аднаабаротнымі і шмтабаротнымі. Прамаходавыя электрычныя ВМ прызначаны для кіравання РО з прамалінейным перамяшчэннем. Электрычныя ВМ падключаюць да аўтаматычных рэгулятараў праз пусковыя прылады і блокі ручнога кіравання.

Тыпы выканаўчых прылад і іх тэхнічныя характарыстыкі прыведзены ў дадатку.

2.6. Выбар прамежкавых пераўтваральнікаў

Прамежкавыя пераўтваральнікі прызначаны для пераўтварэння сігнала аднаго выгляду ў другі. Іх выкарыстоўваюць для ўзгаднення ўваходных і выхадных сігналаў асобных прылад.

Папярэдне ўваходныя і выхадныя прамежкавыя пераўтваральнікі выбіраюць па класіфікацыйных адзнаках (выгляд сігналаў), а затым па тэхнічных характарыстыках канчаткова выбіраюць тып пераўтваральніка. Напрыклад, па ўмовах характару навакольнага асяроддзя датчык мае выхадны пнеўматычны сігнал. Для яго сувязі з электрычным другасным прыборам ці рэгулятарам, якія ўстаноўлены на шчыце кіравання, неабходна выкарыстаць ўваходны пнеўмаэлектрычны пераўтваральнік.

Таксама для сувязі пнеўматычнай выканаўчай прылады, устаноўленай на аб'екце, з электрычным рэгулятарам ці кантролерам, які знаходзіцца на шчыце кіравання, неабходна выкарыстоўваць электрапнеўмапераўтваральнік.

Некаторыя тыпы і тэхнічныя характарыстыкі пераўтваральнікаў прыведзены ў дадатку.

На падставе вышэйвыкладзенай metodyкі выбіраюць тыпы прыбораў кантролю і рэгулявання для кожнага кантралюемага і рэгулюемага тэхналагічнага параметра тэхналагічнага працэсу ці ўстаноўкі і ўключаюць іх у спецыфікацыю, якую складаюць у форме табл. 2.

Табліца 2

Спецыфікацыя прыбораў кантролю і рэгулявання

Пазіцыя на схеме	Параметр	Прыбор	Тып прыбора	Межы вымярэння	Тэхнічная характарыстыка	Колькасць

3. РАСПРАЦОЎКА ФУНКЦЫЯНАЛЬНЫХ СХЕМ АЎТАМАТЫЧНАГА КАНТРОЛЮ І РЭГУЛЯВАННЯ

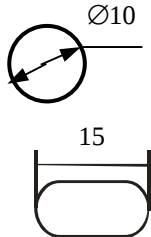
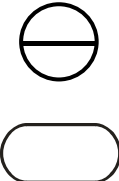
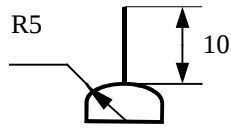
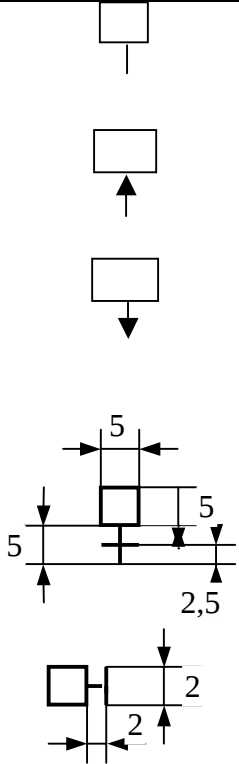
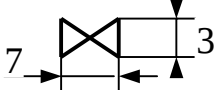
3.1. Методыка праектавання функцыянальных схем аўтаматызацыі

Функцыянальныя схемы з'яўляюцца асноўным тэхнічным дакументам, які вызначае функцыянальна-блочную структуру асобных вузлоў аўтаматычнага кантролю, кіравання і рэгулявання тэхналагічнага працэсу і забеспячэння аб'екта кіравання прыборамі і сродкамі аўтаматызацыі (у тым ліку сродкамі тэлемеханікі і вылічальнай тэхнікі). Функцыянальныя схемы выконваюцца ў выглядзе чарцяжа, на якім схематычна ўмоўнымі знакамі паказваюць тэхналагічнае абсталяванне, камунікацыі, органы кіравання і сродкі аўтаматызацыі з указаннем сувязей паміж асобнымі функцыянальнымі блокам і элементамі аўтаматыкі. Такія дапаможныя прылады, як рэдуктары і фільтры для паветра, крыніцы сілкавання, рэле, выключальнікі, аўтаматычныя выключальнікі і засцерагальнікі ў ланцугах сілкавання, злучальныя каробкі, мантажныя элементы і інш. на функцыянальных схемах не паказваюць. Функцыянальную схему аўтаматызацыі, як правіла, выконваюць на адным лісце. Складаныя тэхналагічныя схемы размяжоўваюць на асобныя тэхналагічныя вузлы і выконваюць функцыянальныя схемы гэтых вузлоў у выглядзе асобных чарцяжоў на некалькіх лістах ці на адным. Для тэхналагічных працэсаў з вялікім аб'ёмам аўтаматызацыі функцыянальныя схемы магчыма выконваць асобна па відах тэхналагічнага кантролю і сігналізацыі і г. д.

Тэхналагічнае абсталяванне і камунікацыі пры распрацоўцы функцыянальных схем павінны адлюстроўвацца, як правіла, спрошчана без указання асобных тэхналагічных апаратаў і трубаправодаў дапаможнага прызначэння. На тэхналагічных трубаправодах паказваюць тую рэгулюемую і запорную арматуру, якая непасрэдна ўдзельнічае ў кантролі і кіраванні працэсам, а таксама запорныя і рэгулюючыя органы, неабходныя для вызначэння адноснага размяшчэння месцаў адбору імпульсаў ці неабходнасці вымярэнняў. У адлюстраванні тэхналагічнага абсталявання, асобных яго элементаў і трубаправодаў неабходна даваць адпаведныя паясняльныя надпісы (назву тэхналагічнага абсталявання, яго колер і г. д.), а таксама стрэлкамі паказваць напрамак патокаў на трубаправодах, на якіх прадугледжваецца ўстаноўка адборных прылад і рэгулюемых органаў, указваюць дыяметры ўмоўных праходаў. Графічныя ўмоўныя абазначэнні прыбораў і сродкаў аўтаматызацыі з памерамі прыведзены ў табл. 3.1.

Табліца 3.1

Графічныя ўмоўныя абазначэнні прыбораў і сродкаў аўтаматызацыі

Назва прыбора	Абазначэнне
Першасны вымяральны пераўтваральнік (адчувальны элемент) – прыбор, які ўстанаўліваецца на тэхналагічным труба- провадзе, апарате, сцяне, калоне, падлозе, металаканструкцыі: асноўнае дапушчальнае	
Прыбор, які ўстанаўліваецца на шчыце, пульсе: асноўнае дапушчальнае	
Адборная прылада без пастаянна падключанага прыбора	
Выканаўчы механізм (агульнае абазначэнне): выканаўчы механізм, які адкрывае рэгулюемы орган пры спыненні падачы энергіі ці кіруючага сігналау выканаўчы механізм, які закрывае рэгулюемы орган пры спыненні падачы энергіі ці кіруючага сігналау выканаўчы механізм, які пакідае рэгулюемы орган пры спыненні падачы энергіі ці кіруючага сігналау выканаўчы механізм з дадатковым ручным прывадам	
Рэгулюемы орган	

Прыборы, сродкі аўтаматызацыі, электрычныя прылады і элементы вылічальнай тэхнікі на функцыянальных схемах аўтаматызацыі паказваюцца ў адпаведнасці з ДАСТ 21.404–85, які прадугледжвае два спосабы пабудовы ўмоўных графічных абазначэнняў: спрошчаны і разгорнуты.

Спрошчаны спосаб выкарыстоўваюць для адлюстравання на тэхналагічных схемах прыбораў і схем рэгулявання ў цэлым. Пры гэтым шматфункцыянальныя прыборы і сродкі аўтаматызацыі, выкананыя ў выглядзе асобных блокаў, адлюстроўваюць адным умоўным абазначэннем і размяшчаюць на полі чарцяжа паблізу месца вымярэння тэхналагічнай велічыні, а першасныя вымяральныя пераўтваральнікі і дапаможныя прылады не паказваюць.

Разгорнуты спосаб пабудовы ўмоўных графічных абазначэнняў выкарыстоўваюць для выканання функцыянальных схем аўтаматызацыі. У гэтым выпадку ўсе прыборы і блокі, якія ўваходзяць у канкрэтную схему, паказваюць асобнымі ўмоўнымі абазначэннямі.

Таўшчыня ліній, якія выкарыстоўваюцца ў графічных умоўных абазначэннях на схемах, складае для прыбораў і сродкаў аўтаматызацыі 0,5–0,6 мм; для гарызантальнай раздзяляльнай лініі, а таксама лініі сувязі – 0,2–0,3 мм; для контураў тэхналагічнага абсталявання і трубаправодных камунікацый – 0,6–1,5 мм.

Адборная прылада спецыяльна не абазначаецца, а даецца ў выглядзе тонкай суцэльнай лініі, якая злучае тэхналагічны трубаправод ці апарат з вымяральным пераўтваральнікам ці прыборам. У выпадку неабходнасці дакладнае месца размяшчэння адборнага прыстасавання ці пункт вымярэння (унутры контура тэхналагічнага апарата) адлюстроўваецца акружнасцю дыяметрам 2 мм і размяшчаецца напрыканцы злучальнай лініі. Рэгулюемыя органы з выканаўчымі механізмамі ўстанаўліваюцца на тэхналагічных трубаправодах.

Адчувальныя элементы і першасныя пераўтваральнікі сістэм вымярэння размяшчаюць непасрэдна на трубаправодах ці паблізу тэхналагічнага абсталявання. Прамежкавыя пераўтваральнікі, вымяральныя прыборы, рэгулятары і г. д., якія ўстанаўліваюць у цэлу на месцы, размяшчаюцца ў ніжняй частцы ліста тэхналагічнай схемы працэсу ў прамавугольніку з загалоўкам злева «Прыборы мясцовыя». Яшчэ ніжэй – у прамавугольніку з загалоўкам злева «Шчыт» – размяшчаюцца сродкі аўтаматызацыі, якія ўстанаўліваюць на пультах кіравання, на шчытах і за імі, у аператарнай ці ў памяшканні кіравання. Шматфункцыянальныя прылады адлюстроўваюць некалькімі акружнасцямі, якія дакранаюцца адна да другой.

Умоўныя абазначэнні вымяраемых і рэгулюемых велічынь, якія выкарыстоўваюць у абодвух спосабах пабудовы, прыведзены ў табл. 3.2, а абазначэнні функцыянальных адзнак прыбораў і рэгулятараў – у табл. 3.3.

Табліца 3.2

Асноўныя ўмоўныя абазначэнні вымяраемых і рэгулюемых велічынь

Назва велічыні	Абазначэнне
Асноўнае значэнне:	
тэмпература	T
ціск, разрэджанне	P
расход	F
узровень	L
склад сумесі, канцэнтрацыя рэчыва *	Q
шчыльнасць	D
вільготнасць	M
вязкасць	V
радыеактыўнасць	R
любая электрычная велічыня	E
памер, становішча, перамяшчэнне	G
ручнае ўздзеянне	H
час, часовая праграма	K
некалькі рознародных вымяраемых велічынь *	U
Удакладняючае значэнне вымяраемых велічынь:	
рознасць, перапад	D, d
суадносіны, доля, дроб	F, f
Аўтаматычнае пераключэнне, абяганне	I
Інтэграванне	Q, q

*Канкрэтызацыя і расшыфроўка вымяраемых велічынь (рН, CO₂, O₂, напружанне, сіла току, $U = f(F, P)$) выконваецца на полі чарцяжа каля абазначэння прыбора.

Табліца 3.3

Функцыянальныя адзнакі прыбораў і рэгулятараў

Функцыянальная адзнака	Абазначэнне
Асноўнае:	
паказанне	I
рэгістрацыя	R
рэгуляванне, кіраванне	C
уклучэнне, адключэнне, пераключэнне	S
сігналацыя	A
верхняя мяжа вымяраемай велічыні	H
ніжняя мяжа вымяраемай велічыні	L

Заканчэнне табл. 3.4

Функцыянальная адзнака	Абазначэнне
Дадатковае:	
першасны вымяральны пераўтваральнік, адчувальны элемент	Е
прамежкавы вымяральны пераўтваральнік, перадавальны вы-	Т
мяральны пераўтваральнік, дыстанцыйная перадача сігналаў	
станцыя кіравання	К
пераўтваральнік сігналаў, вылічальная прылада	У

Методыка пабудовы графічных умоўных абазначэнняў для спрошчанага і разгорнутага спосабаў з'яўляецца агульнай. У верхняй частцы акружнасці наносіцца літарныя абазначэнні ў наступным парадку (злева направа): абазначэнне асноўнай вымяраемай велічыні; абазначэнне, якое ўдакладняе (калі неабходна) асноўную вымяраемую велічыню; абазначэнне функцыянальнай адзнакі прыбора. Апошнія таксама размяшчаюць у наступным парадку: I, R, C, S, A.

У ніжняй частцы акружнасці наносіцца пазіцыйнае абазначэнне (лічбавае або літарна-лічбавае), якое служыць для нумарацый камплекта вымярэння або рэгулявання (пры спрошчаным спосабе пабудовы ўмоўных абазначэнняў) ці асобных элементаў камплекта (пры разгорнутым спосабе пабудовы ўмоўных абазначэнняў). Пры пабудове умоўных абазначэнняў прыбораў належыць указваць толькі тыя функцыянальныя адзнакі пераўтваральнікаў сігналаў і вылічальных прылад, якія выкарыстоўваюцца ў канкрэтным прыборы.

Прыклад пабудовы ўмоўнага абазначэння для вымярэння, рэгістрацыі і аўтаматычнага перападу ціску прыведзены на мал. 3.1.



Мал. 3.1. Прыклад пабудовы ўмоўнага абазначэння прыбораў аўтаматызацыі

Дадатковыя ўмоўныя абазначэнні (табл. 3.4) наносзяцца справа ад графічнага адлюстравання прыбора. Прыклад абазначэнняў:

- электрапнеўматычны пераўтваральнік тэмпературы – $\text{ТУ } P$;
- пераўтваральнік аналагавага сігналу ў дыскрэтны – $\text{ТУ } A/D$.

Пазіцыі рэгулюемых органаў з выканаўчымі механізмамі наносзяцца побач з іх адлюстраваннем.

Для абазначэння велічынь, якія не прадугледжаны гэтым стандартам, магчыма выкарыстанне рэзервовых літар В, N, О. Рэзервовыя літарныя абазначэнні павінны быць расшыфраваны на схеме. Напрыклад, для абазначэння пускальнікаў (магнітных ці тырыстарных) прымяняецца літара NS.

У абазначэнні прылад, якія прызначаны для ручных аперацый, на першым месцы павінна стаяць літара Н. Напрыклад:

- пераключальнікі электрычных ланцугоў вымярэння (кіравання) – HS;
- байпасныя панэлі дыстанцыйнага кіравання – HC;
- кнопкі (ключы) для дыстанцыйнага кіравання, задатчыкі – H.

Пры адначасовым вымярэнні разнародных велічынь вымральныя пераўтваральнікі абазначаюць у адпаведнасці з вымяраемай велічынёй, а другасны рэгістравальны прыбор – UR.

Табліца 3.4

Дадатковыя ўмоўныя абазначэнні

Назва	Абазначэнне
Род энергіі сігналу: электрычны пнеўматычны гідраўлічны	E P G
Форма сігналу: аналагавы дыскрэтны	A D
Аперацыі, якія выконвае вылічальная прылада: сумаванне перамнажэнне дзяленне узвядзенне велічыні сігналу f у ступень n выманне з велічыні сігналу кораня ступені n	Σ $\times$ $:$ f^n $\sqrt[n]{}$

Заканчэнне табл. 3.4

Назва	Абазначэнне
лагарыфмаванне дыферэнцаванне інтэграванне	$\lg$ dx/dt $\int$
абмежаванне верхняга значэння сігнала абмежаванне ніжняга значэння сігнала змяненне знака сігнала	$\max$ $\min$ $\cdot (-1)$
Сувязь з вылічальным комплексам: перадача сігнала на ЭВМ вывад інфармацыі з ЭВМ	B_1 B_0

Шчыты і пульты кіравання на функцыянальных схемах умоўна адлюстроўваюць у выглядзе прамавугольнікаў адвольных памераў, дастатковых для нанясення графічных умоўных абазначэнняў прыбораў і сродкаў аўтаматызацыі.

Камплектныя прылады (машыны цэнтралізаванага кантролю ЭВМ, кантролеры і інш.) абазначаюцца на функцыянальных схемах таксама ў выглядзе прамавугольніка адвольных памераў з указаннем тыпу прылады ўнутры прамавугольніка.

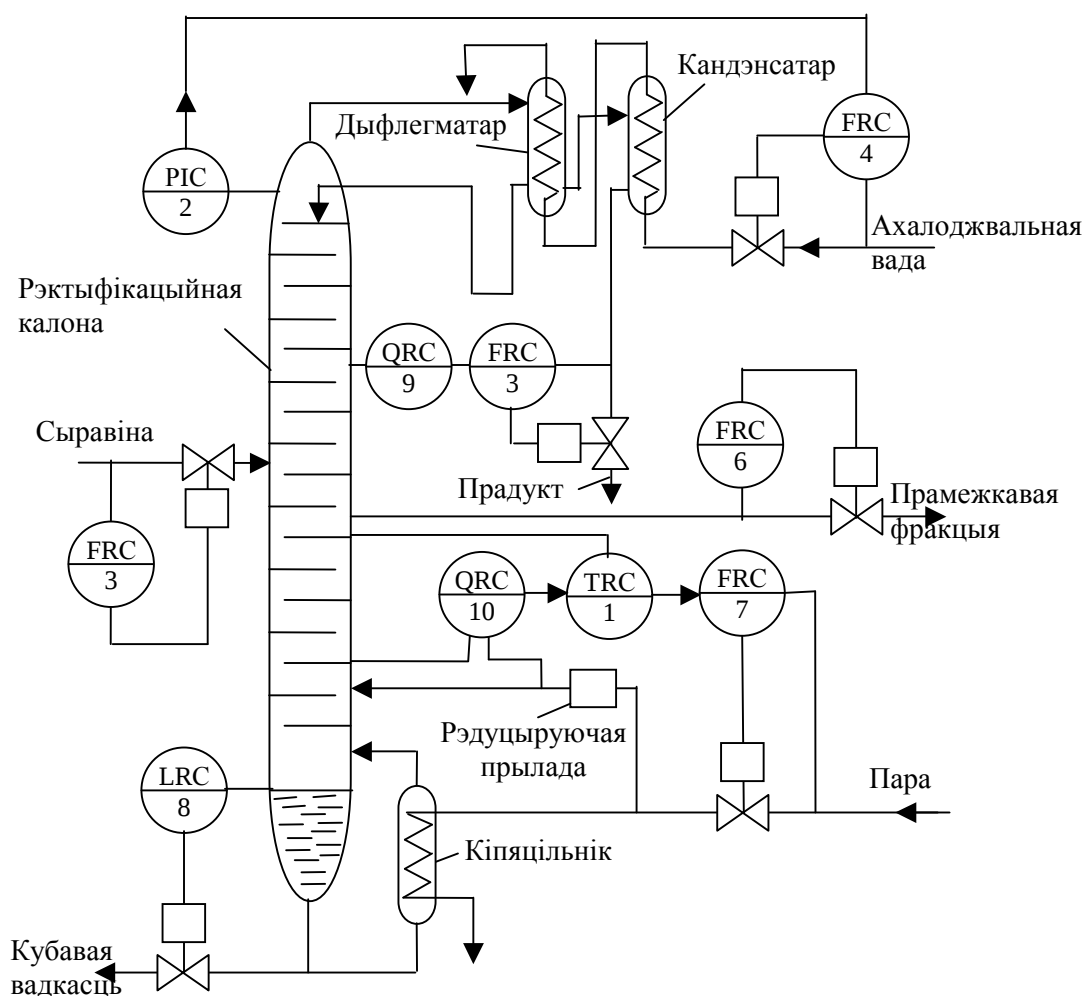
Функцыянальныя сувязі паміж тэхналагічным абсталяваннем і ўстаноўленымі на ім першаснымі пераўтваральнікамі, а таксама са сродкамі аўтаматызацыі на шчытах і пультах паказваюць на схемах тонкімі суцэльнымі лініямі. Пры гэтым кожная сувязь адлюстроўваецца адной лініяй незалежна ад фактычнай колькасці правадоў ці труб, якія ажыццяўляюць гэтую сувязь. Лініі сувязі дазваляецца падводзіць да ўмоўных абазначэнняў прыбораў і сродкаў аўтаматызацыі з любога боку – зверху, знізу, злева, справа. На лініях сувязі дапускаецца наносіць стрэлкі, якія ўказваюць напрамак перадачы сігнала. Лініі сувязі неабходна наносіць на чарцяжы па найкарацейшай адлегласці і праводзіць з мінімальнай колькасцю выгібаў і перасячэнняў. Пры гэтым дапускаецца перасячэнне лініямі сувязі адлюстраванняў тэхналагічнага абсталявання і камунікацый. Перасячэнне лініямі сувязі умоўных абазначэнняў прыбораў і сродкаў аўтаматызацыі не дазваляецца.

У вялікіх і складаных сістэмах аўтаматызацыі, калі вычэрчванне непарыўных ліній сувязі вядзе да складанага іх перапляцення, якое затрымлівае чытанне чарцяжа, можна разрываць лініі сувязі. Пры гэтым абодва канцы лініі сувязі ў месцах разрыву нумаруюць адной і той жа арабскай лічбай.

Нумары ліній сувязі размяшчаюць у гарызантальных радах. У ніжнім радзе (з боку шчытавых прыбораў) нумары павінны быць ва ўзрастаючым парадку, у верхніх радах размяшчаюцца адвольна.

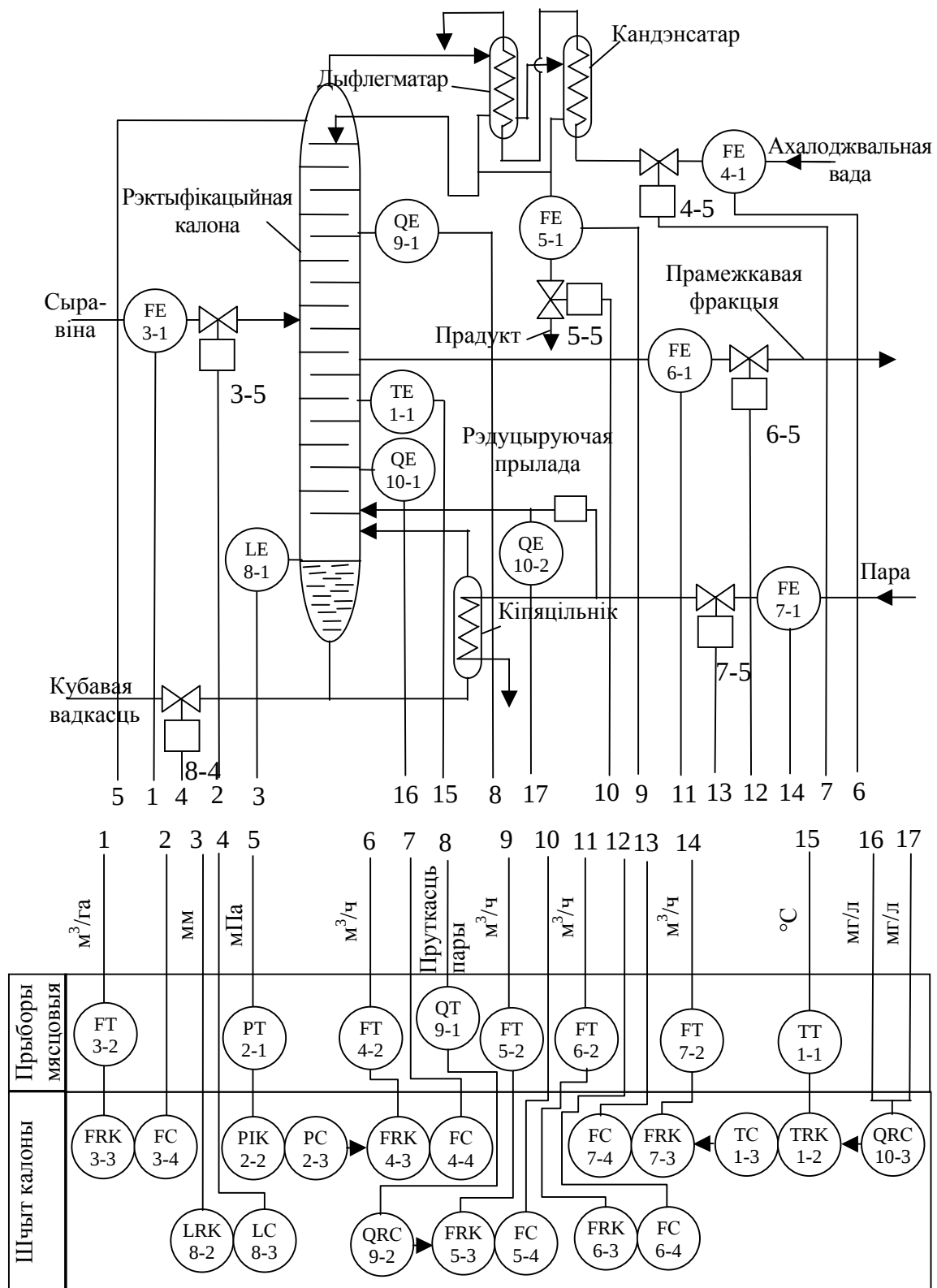
Для магчымасці выбару меж вымярэння шкал прыбораў на функцыянальных схемах указваюць краявыя рабочыя значэнні вымяраемых ці рэгулюемых велічынь. Гэтыя значэнні ў адзінках вымярэння адпаведных велічынь указваюць на лініях сувязі ад адборных прылад вымяральных пераўтваральнікаў да прыбораў.

Прыклад адлюстравання сістэм аўтаматычнага кантролю і рэгулявання на тэхналагічнай схеме спрощаным спосабам паказаны на мал. 3.1. Прыклад адлюстравання функцыянальнай схемы аўтаматызацыі разгорнутым спосабам прыведзена на мал. 3.2.



М

ал. 3.1. Тэхналагічная схема працэсу рэктыфікацыі з прыборамі кантролю і рэгулявання



Мал. 3.2. Функцыянальная схема аўтаматызацыі разгорнутым спосабам
працэсу рэактыфікацыі

3.2. Тыповыя схемы аўтаматычнага рэгулявання хімічна-тэхналагічных працэсаў

Пры выкананні раздзелаў курсавой ці дыпломнай работы па вышэйпрыведзенай методыцы мэтазгодна карыстацца тыповымі схемамі аўтаматычнага кіравання хіміка-тэхналагічных працэсаў з унясеннем у іх змяненняў, звязаных з асаблівасцю канкрэтных працэсаў.

Тыповыя схемы аўтаматызацыі некаторых працэсаў прыведзены ў спрошчаным выглядзе. Для іх рэалізацыі ў якасці функцыянальных схем у адпаведнасці з умовамі эксплуатацыі трэба выбраць неабходныя сродкі аўтаматызацыі па методыцы, прыведзенай у раздзеле 2.

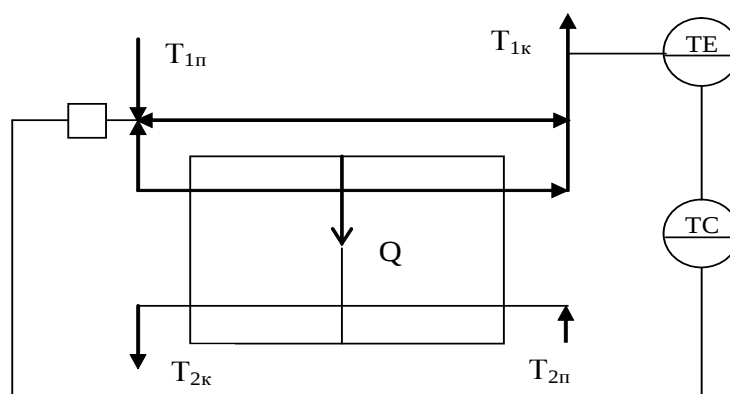
3.2.1. Рэгуляванне працэсаў перадачы энергіі

Цеплавая, электрычная, гідраўлічная энергія пры ўсіх пераўтварэннях захоўваецца ў адпаведнасці з першым законам тэрмадынамікі. У некаторых працэсах, напрыклад пры цеплаабмене, энергія перадаецца ад аднаго рэчыва да другога без пераўтварэнняў.

Рэгуляванне перадачы энергіі заключаецца ў рэгуляванні хуткасці патоку энергіі ці ў рэгуляванні яе магутнасці. Асноўнай умовай рэгулявання тэхналагічных працэсаў з'яўляецца захаванне іх матэрыяльных і энергетычных балансаў.

3.2.2. Рэгуляванне працэсаў цеплаперадачы

У большасці працэсаў цеплаабмену плыні рэчываў раздзелены перагародкай. Пры гэтым межавыя ўмовы на цеплаабменных паверхнях залежаць ад расходаў плыней. Пры высокіх тэмпературах важнае значэнне мае радыяцыя, ці выпраменьванне. У некаторых выпадках тэмпературу вадкасці рэгулююць змешваннем дзвюх ці больш плыней тэхналагічных прадуктаў. Рэгуляваць тэмпературу плыні вадкасці магчыма таксама метадам прапускання часткі гэтай плыні праз байпасную лінію цеплаабменніка, як паказана на мал. 3.3.

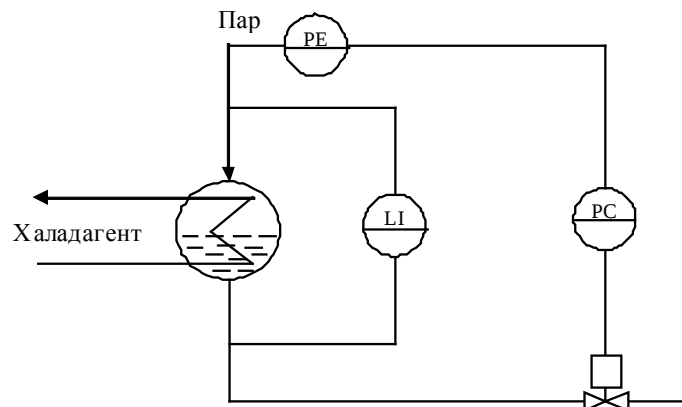


Мал. 3.3. Схема рэгулявання супрацьпłynнага цеплаабменніка з частковым байпасаваннем плынi гарачай вадкасцi

Пры байпасаваннi статычныя характарыстыкi становяцца больш блiзкiмi да лiнейных i паляпшаюцца дынамічныя характарыстыкi працэсу. Праўда, пры гэтым расход ахаладжальнага агента большы, чым пры драселяваннi.

Частковае байпасаванне плынi змяншае час спазнення ад моманту змянення становiшча рэгулюемага клапана да адпаведнай яму рэакцыi рэгулюемай тэмпературы прадукту на выхадзе.

Калi кандэнсат прыкметна не пераахаладжваецца, а расход ахаладжальнага агента падтрымліваецца пастаянным, прапусканне часткi пары па байпасе па-за кандэнсатарам не будзе ўплываць на хуткасць цеплаперадачы. У вынiку пры нязменнай тэмпературы кандэнсату хуткасць цеплаперадачы поўнасьцю залежыць ад расхода ахаладжальнага агента. У гэтым выпадку кандэнсатар працуе падобна цеплаабменнiку вадкасць – вадкасць на аснове мал. 3.4.



Мал. 3.4. Схема рэгулявання работы кандэнсатара метадам змянення паверхнi цеплаабмену

Найбольш эфектыўна рэгуляваць работу кандэнсатара можна змяненнем яго цеплаабменнай паверхнi. Апошняе ажыццяўляецца змяненнем расхода кандэнсату i пры частковым запаўненнi кандэнсату вадкасцю змяншаецца паверхня цеплаабмену. Па ўзроўню кандэнсату ў кандэнсатары можна ацэньваць цеплавую нагрузку працэсу. Сiстэма рэгулявання такога тыпу прыведзена на мал. 3.4.

3.2.3. Рэгуляванне працэсаў масаперадачы

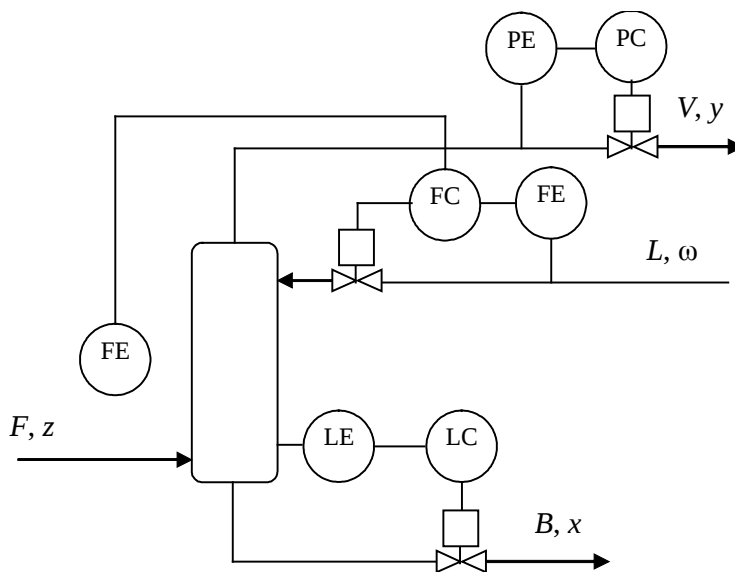
У працэсах масаабмену, за выключэннем рэктыфікацыi, раздзяленне сумесi на асобныя кампаненты адбываецца ў прысутнасцi не адной, а некалькiх фаз: газу (пары) – вадкасцi (абсорбцыя, вiльготнасць); вадкасцi – вадкасцi (экстракцыя); вадкасцi – цвёргага рэчыва (выпар-

ванне, крышталізацыя, адсорбцыя); пары – цвёрдага рэчыва (высушванне).

Для ўсіх пералічаных працэсаў адна з плыней на выхадзе апарата ўяўляе сабой або гатовы прадукт (напрыклад, другасная пара на выхадзе з выпарнога апарата), або сумесь прадуктаў, якія знаходзяцца ў раўнавазе незалежна ад матэрыяльнага балансу. Падтрыманне нязменнасці матэрыяльнага балансу любога працэсу масаабмену ў выпадку двухфазавай сістэмы, як правіла, спрощваецца. Пры гэтым выключаецца адна пераменная, што памяншае колькасць рэгулюемых велічынь на адзінку.

Асноўным рэгулюемым параметрам у працэсах масаабмену звычайна з'яўляецца склад атрымліваемага прадукту, што патрабуе ў кожным канкрэтным выпадку свайго аналізатара. Часта працэсы масаабмену паспяхова рэгулююць па такім параметры, як шчыльнасць прадукту. Для некаторых працэсаў, напрыклад, высушванне матэрыялу, аналізатары не патрэбны.

3.2.3.1. Рэгуляванне працэсаў абсорбцыі. Зыходная сумесь у выглядзе газаў ці пары ўваходзіць у куб калоны, а збеднены газ адводзіцца зверху калоны. Схема рэгулявання абсорбера з паступальнымі і выхаднымі плынямі прыведзена на мал. 3.5.



Мал. 3.5. Схема рэгулявання працэсу абсорбцыі

Вялікімі літарамі абазначаны мольныя хуткасці асноўнага абсарбоўнага кампанента ў адпаведных плынях, а малымі – яго мольная доля.

Рэгуляванню ў працэсе абсорбцыі належаць расходы паравой і

вадкай фазы, якія праходзяць праз абсорбер. Хуткасць падачы заходнага матэрыялу ў паравой (газавай) фазе з'яўляецца нагрузкай абсорбера.

Для рэгулявання складу збедненага газу на выхадзе з абсорбера змяняюць расход абсарбенту L . Тэмпература і ціск уплываюць на працэс абсорбцыі. Для правядзення працэсу абсорбцыі з максімальнай хуткасцю абсарбент трэба падаваць у абсорбер пры магчыма нізкай тэмпературы, а ціск у абсорберы неабходна падтрымліваць на высокім узроўні.

Абсорбцыя звычайна не з'яўляецца працэсам тонкай ачысткі рэчываў і практычна не бывае апошняй стадыяй перапрацоўкі. Адсюль вынікае, што не абавязкова мець якаснае рэгуляванне складу кожнай выходнай плыні, і таму аналізатары на выходных трубаправодах не ўсталёўваюць.

Больш важна пры правядзенні працэсу абсорбцыі забяспечыць мінімальныя страты (напрыклад, страты рэчыва V_v) ці сумарныя вытворчыя расходы. У гэтым выпадку ствараецца сістэма аптымальнага кіравання.

3.2.3.2. Рэгуляванне працэсаў экстракцыі, адстойвання. Экстракцыя ёсць працэс пераходу рэчыва з аднаго растваральніка ў другі пры ўмове, што яны не змешваюцца ці часткова змешваюцца. Пераходнае рэчыва пры нармальных умовах можа быць цвёрдым, вадкім ці газападобным. У выніку працэсу экстракцыі прадукт аддзяляецца ад растваральніка і ад дамешкаў, якія ў ім змяшчаюцца.

Працэс рэктыфікацыі неўжывальны для падзелу вадкасцей, тэмпературы кіпення якіх прыкладна аднолькавыя. Такія вадкасці могуць быць раздзелены экстракцыяй ці экстракцыяй сумесна з рэктыфікацыяй.

Калі экстракцыя праводзіцца шляхам аднакратнага кантакта фаз, то канцэнтрацыі экстрагаванага рэчыва ў абедзвюх выхадных плынях будуць у раўнавазе. Няхай рэчыва, якое раствараецца ў растваральніку А, экстрагуецца растваральнікам В.

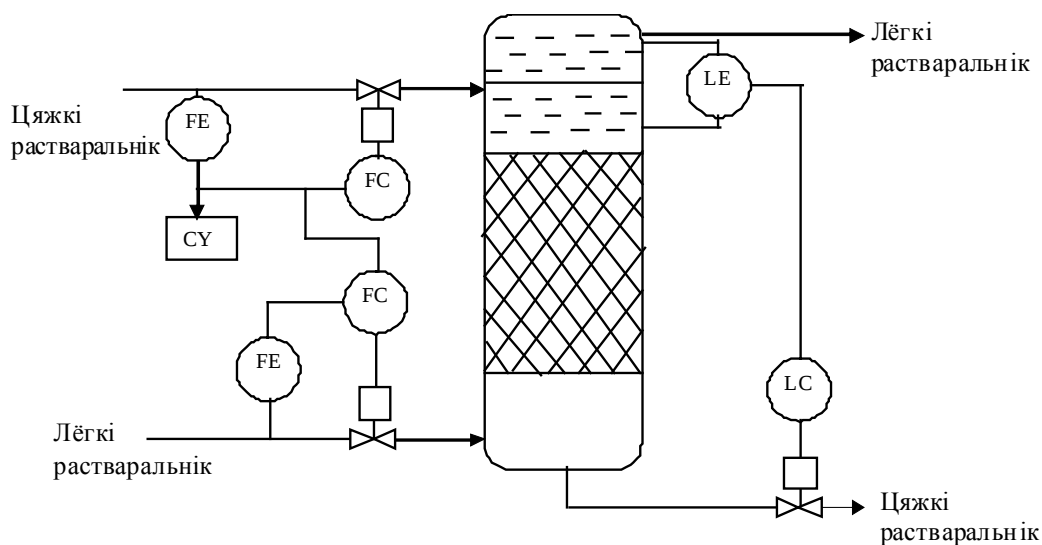
Рэгуляванне працэсу экстрагавання (аднаступеневае ці шматступеневае) заўсёды заснавана на падтрымцы суадносін плыней А і В. Шматступеневая экстракцыя можа праводзіцца ў некалькіх апаратах змешвання з адстойнымі камерамі для раздзялення растваральнікаў пры іх сустрэчным перамяшчэнні.

Часта працэс экстрагавання праводзіцца ў насадкавых калонах, дзе зыходная сумесь і экстрагент рухаюцца супрацьплынямі. Раствор з меншай шчыльнасцю падаецца ў ніжнюю частку калоны і перамяш-

чаецца ўверх з хуткасцю, якая вызначаецца розніцай шчыльнасцей растваральнікаў.

Для падтрымання ў такой калоне вызначанай колькасці абодвух растваральнікаў рэгулююць узровень вадкасці ў ёй і паверхню падзелу растваральнікаў.

На мал. 3.6 прыведзена схема рэгулявання тыповай экстракцыйнай калоны. Месца паверхні падзелу двух растваральнікаў лёгка вызначаецца па перападзе ціску ў двух пунктах на рознай вышыні калоны, які адпавядае велічыні пад'ёмнай сілы, што дзейнічае на адчувальны элемент узроўнямера.



Мал. 3.6. Схема рэгулявання насадочнай экстракцыйнай калоны

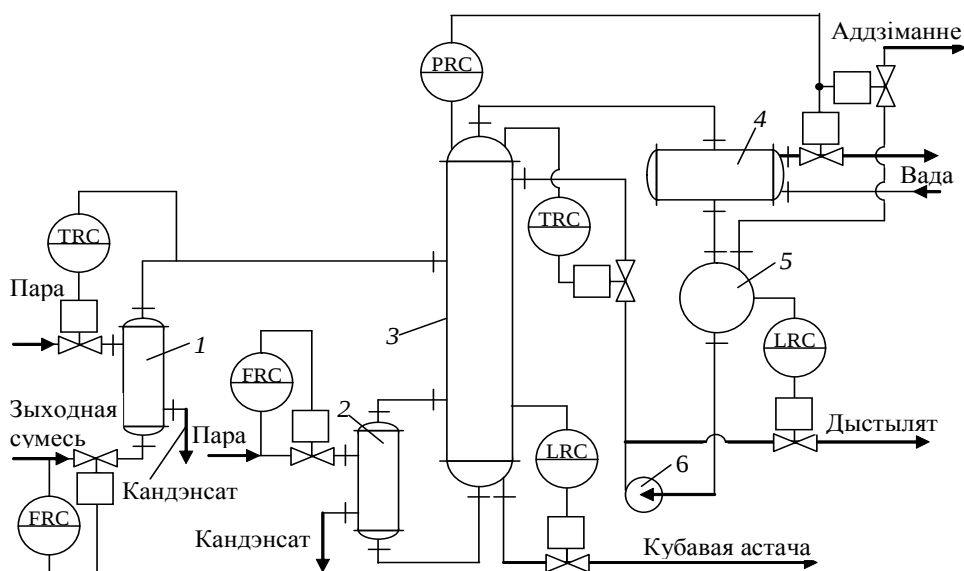
У кожным з гэтых выпадкаў выхадны сігнал прыбора прапарцыянальны сярэдняй шчыльнасці рэчыва, якое знаходзіцца ў аб'ёме калоны паміж пунктамі адбору. Для падзелу двух нязмешвальных растваральнікаў пасля працэсу экстракцыі, змешвання ці кандэнсацыі з паравой фазы выкарыстоўваюць адстойнікі, у якіх рэгулюецца ўзровень вадкасці і вышыня паверхні падзелу фаз.

3.2.3.3. Рэгуляванне працэсу рэктыфікацыі. Прынцыпы рэгулявання працэсу рэктыфікацыі. Рэгуляванне працэсу рэктыфікацыі – адна з найбольш складаных задач, якія ўзнікаюць пры аўтаматызацыі хімічных вытворчасцей. Гэта тлумачыцца складаным характарам тэхналагічнага працэсу, узаемнай залежнасцю асноўных рэгулюемых параметраў, а таксама вялікай інерцыйнасцю і спазненнем.

Задача кіравання працэсам рэктыфікацыі заключаецца ў атры-

манні мэтавага прадукту зададзенага складу пры вызначанай прадукцыйнасці і мінімальных выдатках цеплаагентаў.

Зыходная сумесь награваетца ў цеплаабменніку 1 (мал. 3.7) вадзяной парай да тэмпературы кіпення і паступае ў рэктыфікацыйную калону 3 на талерку сілкавання. Вадкасць куба калоны выпарваецца ў вынасным кіпяцільніку 2, які абаграваетца парай, і ў выглядзе паравой фазы падываецца ўверх па калоне. Паравая плынь, якая выходзіць з калоны, трапляе ў ахалоджваемы холадагентам, напрыклад вадой, дэфлегматар 4, дзе пара кандэнсуецца. Вадкая фаза сцякае ў флегмавую ёмістасць 5, адкуль помпай 6 нагнятаецца ў верхнюю частку калоны на арашэнне ў выглядзе флегмы і часткова адводзіцца з устаноўкі ў выглядзе дыстыляту. Флегма сцякае ўніз па калоне.



Мал. 3.7. Схема стабілізацыі працэсу рэктыфікацыі:
1 – цеплаабменнік; 2 – кіпяцільнік; 3 – рэктыфікацыйная калона;
4 – дэфлегматар; 5 – флегмавая ёмістасць; 6 – помпа

Пры шматразовым кантакце ў рэктыфікацыйнай калоне паравой і вадкай плыней, якія рухаюцца насустрач адна другой і маюць розныя тэмпературы, паравая фаза абагачаецца больш легкалеткімі нізкакіпнёвымі кампанентамі (НKK), а вадкая фаза – цяжкалеткімі высокакіпнёвымі кампанентамі (ВKK). Частка кубавага прадукту, якая называецца астахай, адводзіцца з устаноўкі. Мэтавымі прадуктамі рэктыфікацыйнай устаноўкі можа быць дыстылят ці кубавая астаха, што вызначаецца тэхналагічнай схемай.

Асноўнымі рэгулюемымі тэхналагічнымі велічынямі з'яўляецца склад дыстыляту ці кубавай астачы. На чысціню гэтых мэтавых прадуктаў робіць уплыў шэраг узрушальных уздзеянняў працэсу – склад, расход і тэмпература зыходнай сумесі, параметры цепла- і халадагента, ціск у калоне і іншыя велічыні. Асноўныя рэгулюемыя ўздзеянні – гэта расходы флегмы ў калону і цепланосьбіта ў кіпяцільнік. Прычым змяненне расхода флегмы адносна хутка прыводзіць да змянення складу дыстыляту і ў значна меншай ступені да змянення складу кубавай астачы. Змяненне расхода награвальнай пары прыводзіць у асноўным да змянення кубавай астачы, склад флегмы пры гэтым змяняецца слабей.

Існуе вялікая колькасць схем аўтаматызацыі рэктыфікацыйных устаноў. Напрыклад, ажыццяўляецца стабілізацыя асобных велічынь з дапамогай лакальных аднаконтурных аўтаматычных сістэм рэгулявання (АСР). Яны звязаны між сабой і забяспечваюць выкананне матэрыяльнага і цеплавога балансу устаноўкі.

Ваганні падачы зыходнай сумесі ў калону з'яўляюцца адным з найбольш магутных узрушэнняў працэсу. Таму (калі па тэхналагічнай схеме магчыма) для забеспячэння нязменнасці падачы сумесі прадугледжваюць АСР расход. Успрымальны элемент і рэгулюемы клапан гэтай сістэмы ўстанаўліваюць на трубаправодзе да цеплаабменніка для таго, каб зыходная сумесь працякала праз іх толькі ў вадкай фазе. Наяўнасць АСР расход зыходнай сумесі значна аблягчае работу ўсіх іншых АСР устаноўкі.

Зыходная сумесь павінна падавацца ў калону пры тэмпературы кіпення. Тэмпература сумесі падтрымліваецца на пастаянным значэнні АСР, якая кіруе падачай награвальнай пары ў цеплаабменнік. Для больш якаснага рэгулявання тэмпературы ўспрымальны элемент АСР і клапан усталяваюцца паблізу цеплаабменніка.

Гідраўлічнае супраціўленне калоны амаль не мяняецца. Таму ціск у калоне дастаткова стабілізаваць у адным месцы, звычайна ў верхняй частцы. Калі пара НКК цалкам кандэнсуецца, ціск рэгулююць зменай расхода халадагента, які падаецца ў дэфлегматар. Калі частка пары не кандэнсуецца ці ў зыходнай сумесі знаходзяцца інертныя газы, то рэгулятар ціску ўздзейнічае на два клапаны, адзін з якіх устаноўлены на лініі адводу халадагента з дыфлегматара, а другі – на лініі аддуўкі. Прычым рабочыя ўчасткі характарыстык гэтых клапанаў павінны быць рознымі. Ход плунжэра першага з іх павінен знаходзіцца ў межах прыкладна 0–75% рэгулюемага ўздзеяння, а другога – у межах 50–100%. У выніку нескандэнсаваныя газы скідаюцца з флегмавай

ёмістасці толькі пры вялікіх расходах халадагента, які паступае ў дэ-флегматар, і пры далейшым павелічэнні ціску ў калоне.

Калі мэтавым прадуктам з'яўляецца дыстылят, то асноўнай тэхналагічнай велічынёй рэактыфікацыйнай устаноўкі будзе склад пары ў верхняй частцы калоны. Склад дыстыляту рэгулююць змяненнем падачы флегмы ў калону. Пры гэтым рэгулюемы орган можа быць устаноўлены як на лініі падачы флегмы, так і на лініі адводу дыстыляту. З пункту гледжання статыкі гэта раўнацэнна. Аднак для павышэння якасці рэгулявання рэгулюемы орган АСР складу неабходна ўсталяваць на лініі падачы флегмы ў калону. Пры гэтым для захавання матэрыяльнага балансу ўмацавальнай часткі калоны дыстылят неабходна адводзіць з дапамогай АСР узроўню ў флегмавай ёмістасці. Інакш інерцыйныя ўласцівасці ёмістасці будуць уплываць на якасць працэсу рэгулявання, што можа прывесці да непажаданых наступстваў.

Пры раздзяленні бінарнай сумесі, калі ціск у калоне пастаянны, склад дыстыляту і тэмпература адназначна звязаны паміж сабой. Таму для кіравання падачай флегмы выкарыстоўваюць рэгулятар тэмпературы верхняй часткі калоны. Калі колькасць талерак у калоне вялікая ці рознасць тэмператур кіпення падзяляльных кампанентаў малая, спазненне ў аб'екце дасягае некалькіх дзясяткаў хвілін і больш. Таму вымярэнне тэмпературы на версе калоны прыводзіць да вялікіх адхіленняў тэхналагічнага рэжыму ад рэгламенту, паколькі рэгулюемыя ўздзеянні будуць уведзены ў працэс з вялікім спазненнем.

Для павелічэння якасці рэгулявання адчувальны элемент тэмпературы належыць устанаўліваць на так званай кантрольнай талерцы ўмацавальнай часткі калоны, г. зн. там, дзе тэмпература значна больш адчувальная да змянення падачы флегмы і забяспечана меншае спазненне пры змяненні складу зыходнай сумесі.

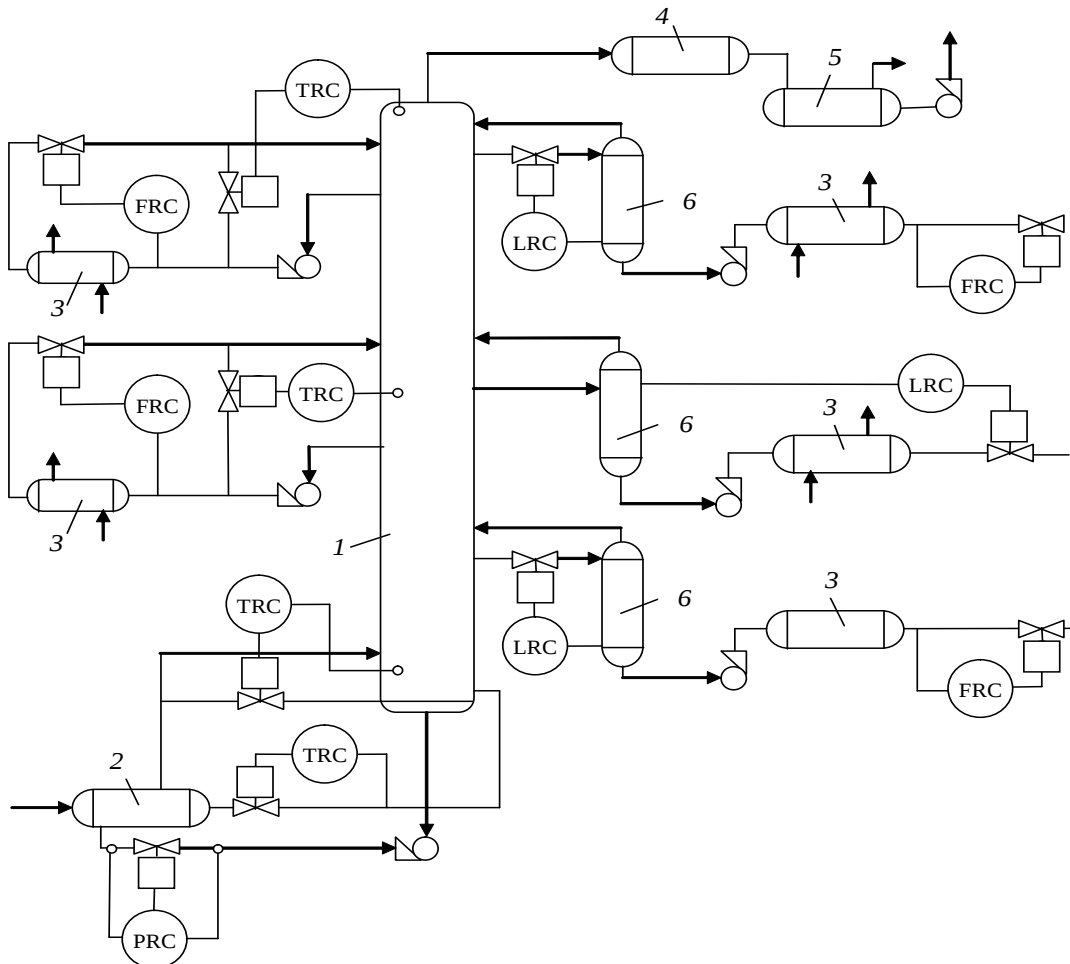
Пры малазменным складзе зыходнай сумесі падача награвальнай пары ў вынасны кіпяцільнік стабілізуецца АСР расходу.

Матэрыяльны баланс адгоннай часткі калоны падтрымліваецца АСР узроўню ў кубе, якая ўздзейнічае на адвод прадукту.

Калі мэтавым прадуктам з'яўляецца кубавая астача, тады рэгулююць змяшчэнне НКК у кубавым прадукце метадам змянення падачы награвальнай пары ў кіпяцільнік. У выпадку бінарнай сумесі такім жа чынам рэгулююць тэмпературу на кантрольнай талерцы ніжняй часткі калоны. Пры гэтым падача флегмы ў калону стабілізуецца АСР расходу. У астатнім схема аўтаматызацыі ўстаноўкі застаецца ранейшай.

3.2.3.4. Рэгуляванне працэсу шматкампанентавай рэактыфікацыі. Калі зыходная сумесь шматкампанентавая, то яе раздзяленне адбываецца

ца ў некалькіх рэктыфікацыйных калонах, злучаных паслядоўна, прычым магчымы адбор прадуктаў з прамежкавых талерак. У апошнім выпадку ў рэгулюемай сістэме з'яўляюцца новыя незалежныя пераменныя. Адна з іх звязана з месцам адбору прамежкавага прадукту з калоны, другая – з колькасцю ці складам адбіраемай фракцыі. Распаўсюджаным спосабам фіксацыі гэтых незалежных пераменных з'яўляецца вызначэнне месца адводу прадукту з калоны і рэгуляванне колькасці яго адносна другой плыні, напрыклад, зыходнай сумесі ці дыстыляту. Склад і цеплавы стан бакавой плыні такія ж, як і ў вадкасці на талерцы, з якой адбіраецца фракцыя. Калі склад шматкампанентавай зыходнай сумесі значна вагаецца, то ўзнікае неабходнасць мяняць колькасць прадукту, які адбіраецца з прамежкавай талеркі пры дапамозе рэгулятара тэмпературы ці складу для атрымання дыстыляту і высокакіпнёвага прадукту. У гэтым выпадку тэмпература вадкасці на талерцы, з якой адбіраецца фракцыя, фіксуецца рэгулятарам тэмпературы. Рэгулюемы клапан наладжваецца на трубаправодзе адбору прадукту.



Мал. 3.8. Схема рэгулявання калоны пры рэктыфікацыі прадуктаў крэкінгу:

1 – рэктыфікацыйная калона; 2 – цеплаабменнік; 3 – ахаладжальнік;
4 – кандэнсатар; 5 – зборнік дыстыляту; 6 – раскладальнікі (стрыпінг-секцыі)

Разгледзім схему рэгулявання параметраў працэсу рэктыфікацыі шматкампанентавай зыходнай сумесі – прадуктаў крэкінгу, прадстаўленую на мал. 3.8. Па гэтай схеме галоўны прадукт праходзіць праз ахаладжальнік у сепаратар і затым раздзяляецца на канчатковыя бензінавыя прадукты ва ўстаноўцы лёгкіх канцоў. Тры бакавыя плыні выводзяцца з калоны, а дзве з іх расшчапляюцца парай для выдалення лёгкіх вуглевадародаў і для адпампоўвання іх у сховішча.

Праблема адводу цяпла ў колькасці, дастатковай для добрага раздзялення, забяспечваецца ўстаноўкай цыркуляцыйных помп. Яны адпампоўваюць вялікую колькасць вадкасці з верхняй, сярэдняй і ніжняй частак калоны і пасля ахаладжальнікаў вяртаюць яе ў калону. Тэмпература ў розных пунктах калоны рэгулюецца хуткасцю плыней вадкасці, прапампаванай праз ахаладжальнікі.

Рэгулятары расходу падтрымліваюць пастаянныя хуткасці плыней, адпампоўваемых з калоны, а рэгулятары тэмпературы кіруюць клапанамі на байпасных плынях, якія накіроўваюць частку вадкасці ў абход халадзільнікаў.

Уздзеянне рэгулятараў тэмпературы не на падачу халадагента ў халадзільнікі, а на байпасныя плыні ахаладжальнай вадкасці з'яўляецца добрым прыкладам паляпшэння дынамічнай характарыстыкі сістэмы спосабам выключэння з ланцуга рэгулявання звяна (ахаладжальніка) з вялікім спазненнем.

Тэмпература вадкасці ўнізе калоны рэгулюецца ўздзеяннем рэгулятара тэмпературы на байпасную плынь, якая мяняе колькасць ахаладжанага кубавага прадукту, які вяртаецца ў куб. Астача кубавага прадукту паступае ў верхнюю частку сістэмы цеплаабмену, размешчаную ніжэй за талерку.

Адбор верхніх і ніжніх бакавых плыней выкананы так, што толькі частка вадкасці выводзіцца з адпаведных талерак. Узровень у раздзяляльніку і зборніку падтрымліваецца рэгулятарамі. Адбор бакавых плыней кіруецца рэгулятарамі расходу на выхадзе з раздзяляльнікаў. У выпадку сярэдняй бакавой плыні ўся вадкасць выводзіцца з талеркі ў раскладальнік. Тут рэгулятар узроўню дзейнічае на нагнятальны бок помпы.

Для падтрымання ўзроўню вадкасці ў кубе калоны рэгулятар уз-

роўню злучаны з рэгулятарам, які кіруе адборам ніжняга бакавага прадукту (на схеме не паказана). Ціск у калоне залежыць ад ціску ў рэактары і не паддаецца незалежнаму рэгуляванню.

3.2.4. Рэгуляванне хімічных рэактараў

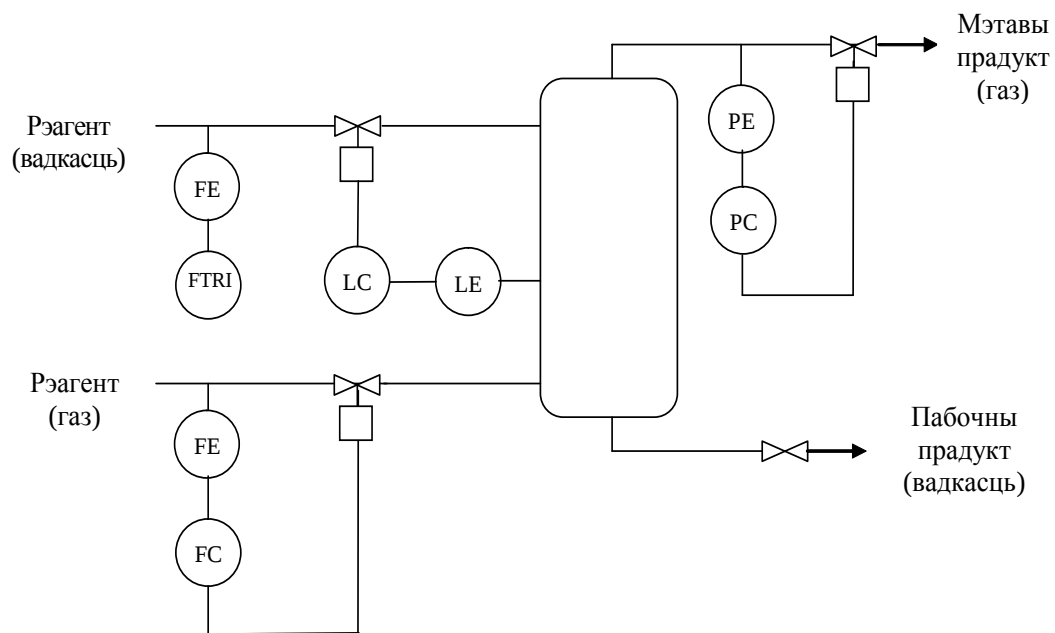
3.2.4.1. Рэактары бесперапыннага дзеяння як аб'екты рэгулявання. Рэактары бесперапыннага дзеяння працуюць з пастаяннай хуткасцю падачы зыходных матэрыялаў і адводу мэтавага прадукту, а таксама пры бесперапынным падводзе або адводзе цяпла.

Рэактары можна раздзяліць на: 1) аднапраходныя (без рэцыркуляцыі); 2) з рэцыркуляцыяй рэагавальных рэчываў або інертнага асяроддзя ці мэтавага прадукту.

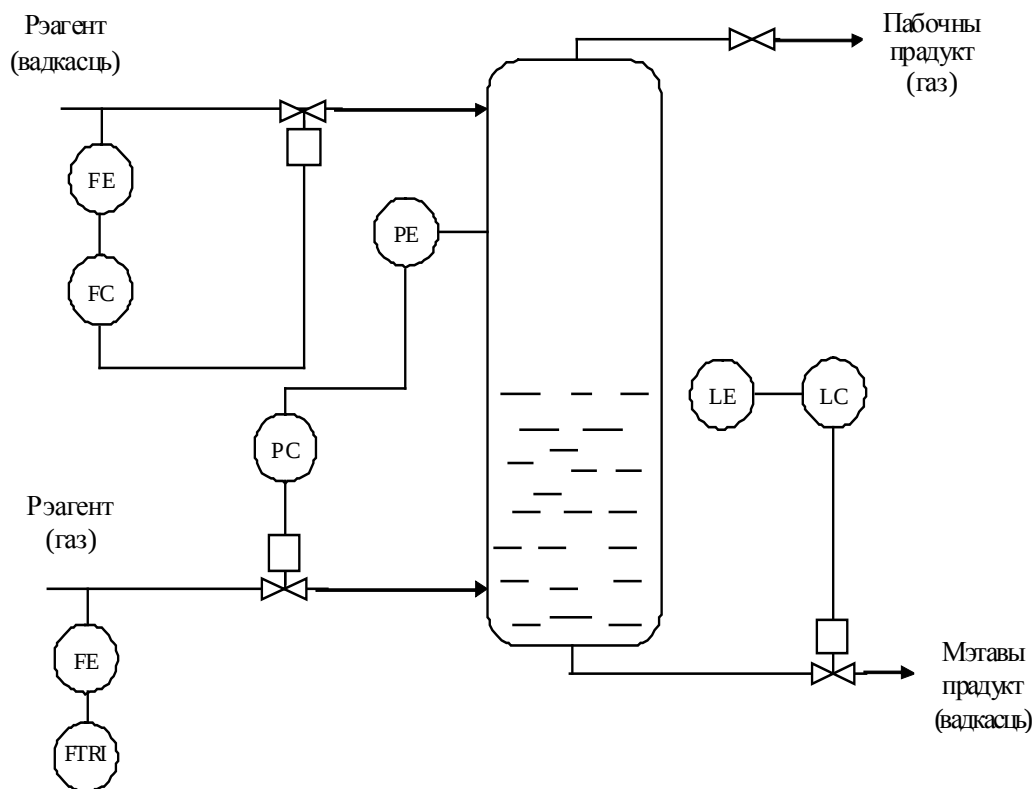
Рэгуляванне матэрыяльнага і цеплавага балансаў кожнай групы рэактараў праводзіцца па адпаведнай схеме.

Калі фазавы стан аднаго з рэагавальных рэчываў адрозніваецца ад фазовага стану мэтавага прадукту ці другога рэагавальнага рэчыва, то гэтае рэчыва можна аўтаматычна дабаўляць у рэактар з такой жа хуткасцю, з якой яно выкарыстоўваецца, спосабам рэгулявання матэрыяльнага балансу рэактара. На мал. 3.9–3.10 прыведзены схемы рэгулявання рэактара без рэцыркуляцыі.

Калі ў апаратаце ідзе працэс выпарвання ці абсорбцыі, тады па рэгістрацыі расходу (FTRI) можна меркаваць аб сярэдняй хуткасці працэсу і расходзе пабочнага прадукту. Пабочны прадукт выводзіць з апарата непарыўна або перыядычна. Рэактар неабходна ачышчаць таксама ад інертных забруджвальных дамешкаў.



Мал. 3.9. Схема рэгулявання рэактара з мэавым газавым прадуктам



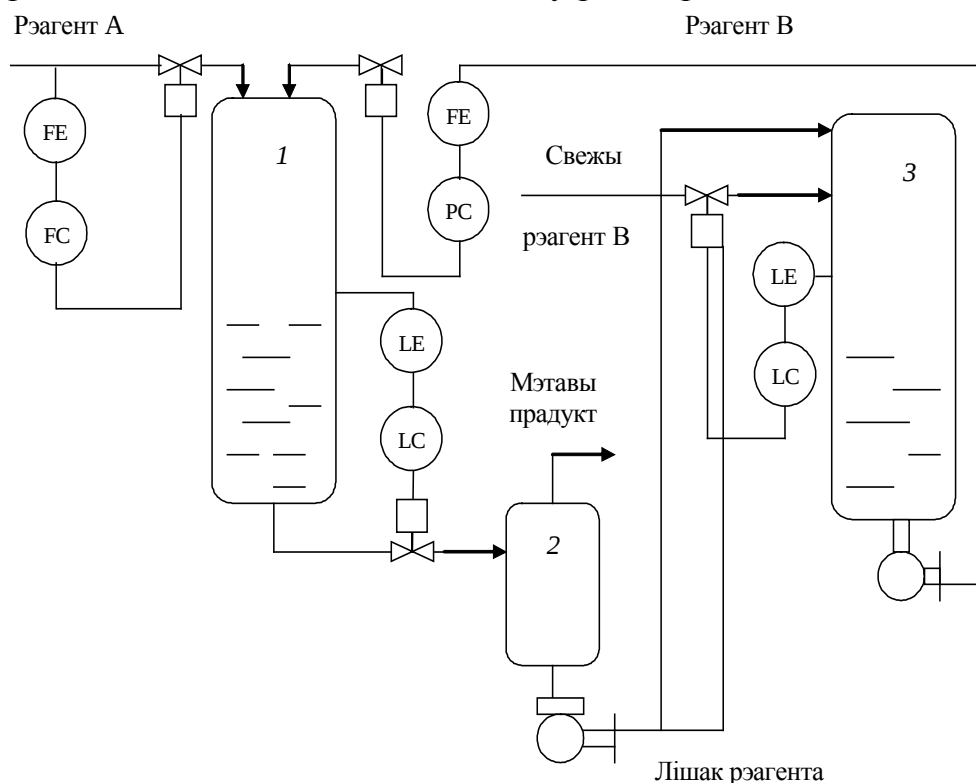
Мал. 3.10. Схема рэгулявання рэактара без рэцыркуляцыі з вадкім мэавым прадуктам

Пры выкананні рэакцыі да канца ў адной фазе за адзін праход неабходна забяспечыць дакладнае рэгуляванне суадносін расходаў рэагавальных рэчываў. Лішак аднаго з рэагентаў прыводзіць да лішніх страт і можа выклікаць непажаданыя пабочныя рэакцыі.

Калі рэгуляванне суадносін расходаў рэагавальных рэчываў ажыццявіць па прынцыпу зваротнай сувязі, то можна для гэтай мэты карыстацца аналізатарамі, напрыклад рН-метрам. Пры рэцыркуляцыі аднаго з рэагавальных рэчываў рэгуляваць яго расход неабавязкова, паколькі яно заўсёды знаходзіцца ў лішку.

Пры выхадзе з апарата лішак гэтага рэчыва поўнасцю аддзяляюць ад мэтавых прадуктаў. Свежае рэчыва ўводзяць у сістэму ў колькасці, неабходнай для падтрымання матэрыяльнага балансу.

На мал. 3.11 прыведзена схема, у якой рэагавальнае рэчыва ў вадкай фазе дабаўляюць да рэцыркулявальнай плыні для кампенсацыі часткі яго, якая траціцца на падтрыманне рэакцыі. Спосабам змянення расхода рэцыркулявальнай плыні ўсталёўваюць жадаемую канцэнтрацыю рэагента А і час знаходжання яго ў рэактары.



Мал. 3.11. Схема рэгулявання рэактара з рэцыркуляцыяй аднаго з рэагентаў:
1 – рэактар; 2 – сепаратар; 3 – рэцыклавая ёмістасць

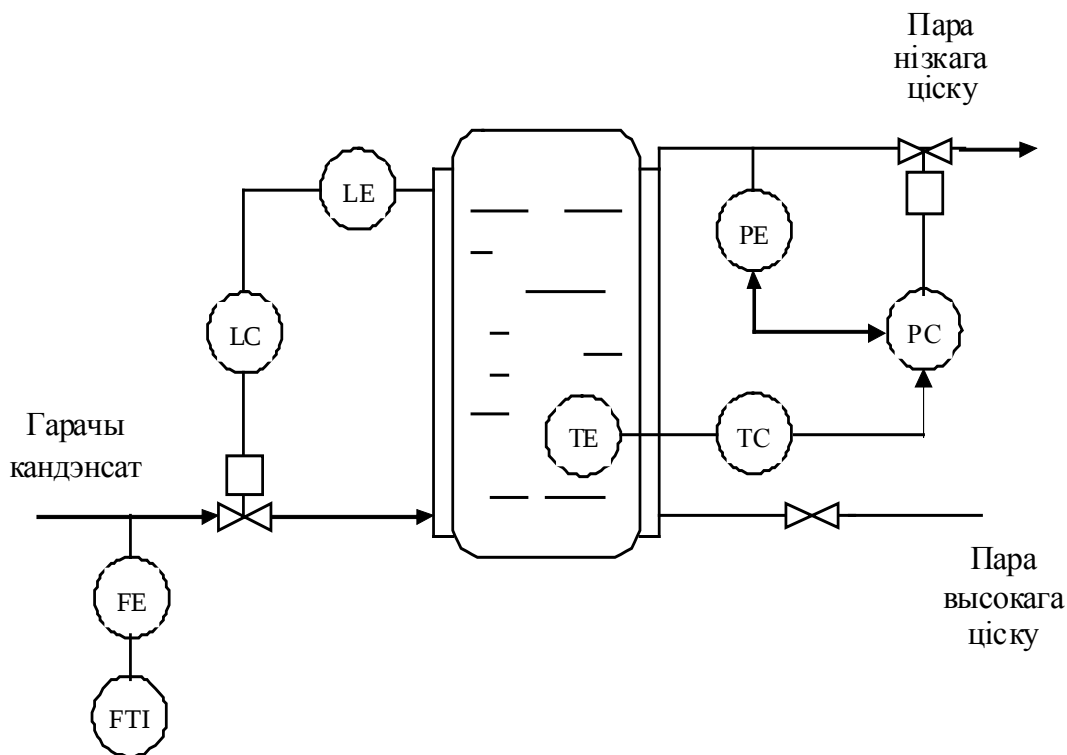
Іншы раз выкарыстоўваюць рэцыркуляцыю гатовага прадукту. Калі адначасова з гэтым не ажыццяўляць рэцыркуляцыю рэагавальнага рэчыва, то пры рэгуляванні суадносін уваходных плыней існуюць жорсткія патрабаванні да сістэмы рэгулявання.

3.2.4.2. Рэгуляванне тэмпературы ў рэактарах бесперапыннага дзеяння. Эндатэрмічныя рэактары маюць уласцівасць самавыраўноўвання, што дазваляе даволі простымі сродкамі ажыццяўляць рэгуляванне іх тэмпературы. У экзатэрмічных рэактарах рэгуляванне тэмпературы з'яўляецца дастаткова складанай задачай. Гэтыя аб'екты маюць уласцівасць адмоўнага самавыраўноўвання.

Хуткасць экзатэрмічнай рэакцыі павялічваецца з тэмпературай, што патрабуе спачатку падводзіць цяпло, а затым па меры развіцця рэакцыі яго адводзіць. У выніку сістэма цеплаперадачы рэактара павінна забяспечыць рух цяпла ў двух супрацьлеглых напрамках.

Існуюць два спосабы рашэння гэтай задачы. Першы звязаны з выкарыстаннем ахалоджвальнай сістэмы, якая здольная працаваць у якасці награвальнай. Другі – гэта раздзяленне гэтых функцый метадам папарэдняга падагэву рэагентаў у адным апарата і далейшае ахалоджванне іх у рэактары.

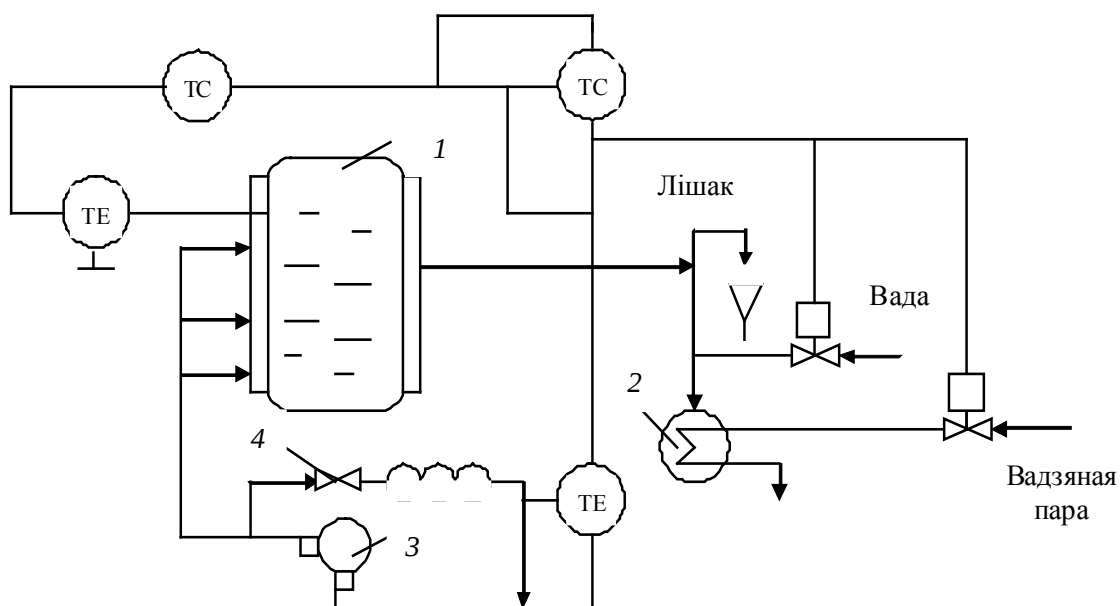
На мал. 3.12 прыведзена сістэма рэгулявання тэмпературы, у якой у якасці халадагента – кандэнсат, а для ўзнікнення рэакцыі выкарыстоўваецца цяпло ад знешняй вадзяной пары высокага ціску. Хуткасць цеплаперадачы ў гэтай сістэме прама прапарцыянальна тэмпературы кандэнсату, якую і трэба выкарыстоўваць для рэгулявання тэмпературы ў рэактары. Тэмпература кіпення кандэнсату адназначна залежыць ад яго ціску, таму выхад з рэгулятара тэмпературы рэактара накіроўваецца ў якасці задання на рэгулятор ціску вадзяной пары ў абалонку рэактара.



Мал. 3.12. Схема рэгулявання тэмпературы экзатэрмічнага рэактара

На мал. 3.13 прыведзена сістэма, у якой ахаладжальная вадкасць (напрыклад, вада) з вялікай хуткасцю цыркулюе і абмывае паверхню цеплаабменніка. Тэмпература халадагента выбрана ў якасці кіравальнай зменнай, паколькі яна звязана лінейнай залежнасцю з хуткасцю цеплаперадачы і тэмпературай у рэактары.

Высокая хуткасць цыркуляцыі вады дазваляе павысіць хуткасць цеплаперадачы і зменшыць перыяд спазнення. Калі выконваецца схема без цыркуляцыі халадагента, час спазнення ў дапаможным тэмпературным контуры залежыць ад расхода халадагента. Нелінейнасць змянення тэмпературы пры змяненні расхода прывядзе да ўзнікнення ў контуры ваганняў з абмежаваным перыядам.



Мал. 3.13. Схема ахаладжальнай сістэмы рэактара з цыркуляцый халадагента:
1 – рэактар; 2 – награвальнік; 3 – помпа; 4 – элемент спазнення

Сістэмы ахалоджвання могуць быць выкарыстаны і для кантролю ступені пераўтварэння рэчываў. Па расходзе кандэнсату, які падаецца да рэактара, можна даволі дакладна меркаваць аб вылучэнні цяпла ў рэактары.

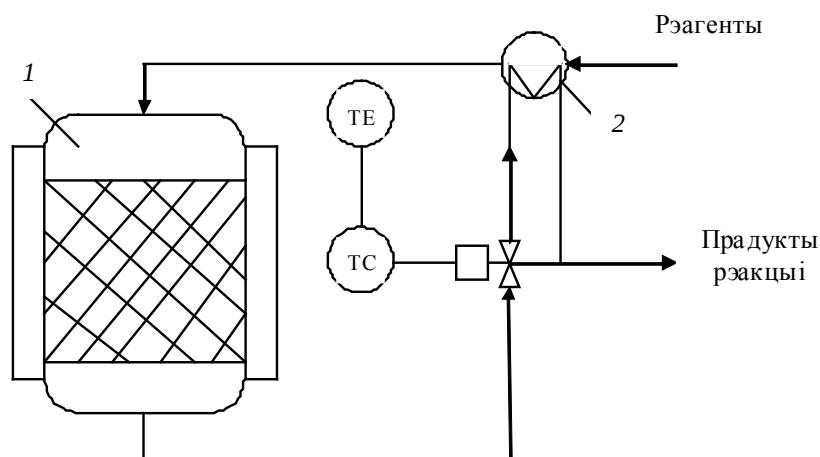
Пры выкарыстанні цыркулявальнага вадкага халадагента хуткасць вылучэння цяпла ў рэактары вызначаюць спосабам памнажэння расходу халадагента на перапад яго тэмператур на ўваходзе і выхадзе.

Некаторыя рэактары ўкамплектоўваюць рэгенерацыйнай сістэмай падагравання, у якой цяпло ад прадуктаў рэакцыі перадаецца рэагентам. Гэта эканамічна выгадна. Але калі тэмпература рэагентаў на выхадзе з падагравальніка не рэгулюецца, тады ствараецца контур дадатнай зваротнай сувязі, які можа пазбавіць рэактар уласцівасці самавыраўноўвання.

Калі рэакцыя ў вадкай фазе ідзе пры тэмпературы, блізкай да тэмпературы кіпення аднаго з рэагентаў ці прадуктаў, то рэгуляваць тэмпературу ў рэактары можна з выкарыстаннем цеплыні пераўтварэння. Калі адзін з рэагентаў выпарваецца, тады ён можа быць вернуты назад у рэактар пасля кандэнсцыі. Калі выпарваецца прадукт, то ён можа быць адабраны ў выглядзе пары. У гэтым выпадку замест тэмпературы больш мэтазгодна рэгуляваць ціск. Ціск з большай адчувальнасцю і меншым спазненнем рэагуе на ўзрушэнні.

Рэгуляванне тэмпературы на выхадзе з рэгенерацыйнага пада-

гравальніка можа быць выканана па схеме, прыведзенай на мал. 3.14.



Мал. 3.14. Схема падагравання рэагентаў цяплом ад прадуктаў рэакцыі:
1 – рэактар; 2 – рэгенерцыйны падагравальнік

Эфектыўным сродкам падтрымання ціску на зададзеным значэнні з'яўляецца драселяванне вадкасці на выхадзе з кандэнсатара ці пары, якая адводзіцца з рэактара.

3.2.4.3. Рэгуляванне велічыні pH у рэактары непарыўнага дзеяння. Пры рэгуляванні хімічных працэсаў часцей за іншыя параметры выкарыстоўваюць велічыню pH .

Рэгуляванне велічыні pH уяўляе сабой складаную задачу. У значнай меры гэтая задача ўскладняецца з-за яўна нелінейнага характару змянення pH . Таму ўмова накладвае пэўныя патрабаванні да дыяпазону змянення расхода прадуктаў з дапамогай рэгулюемых клапаў і да іншых параметраў сістэмы аўтаматычнага кіравання.

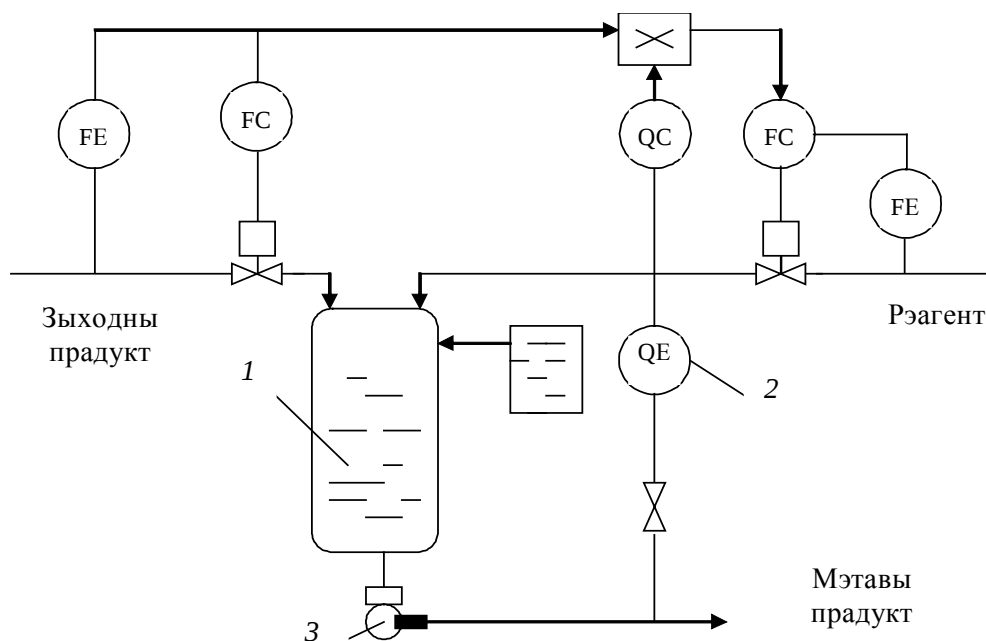
Крывая цітравання моцнай кіслаты моцнай асновай паблізу пункта нейтралізацыі мае вельмі вялікі нахіл, таму якаснае рэгуляванне ў гэтым выпадку практычна немагчыма.

Пры нейтралізацыі слабых кіслот pH мяняецца не так значна, што аблягчае задачу рэгулявання працэсу. Рэгуляванне pH паспяхова ажыццяўляецца ў неарганічных растваральніках. Пры гэтым растваральнік павінен быць палярным, каб дысацыіраваць у растворы. Кожны растваральнік мае сваё значэнне канстанты дысацыяцыі, таму нейтралізацыя ў бязводным асяроддзі можа адбыцца пры значэнні pH , якое адрозніваецца ад 7.

Вымяраць pH у арганічных растваральніках немагчыма.

Калі для рэгулявання хімічнай рэакцыі выкарыстоўваецца pH , то

ўмовы знаходжання гэтай велічыні павінны быць дакладна вызначаныя. Напрыклад, трэба, каб крывая цітравання прадуктаў рэакцыі была вядомая і не змянялася. Акрамя таго, неабходна, каб адносна рэагавальнай кіслаты (ці асновы) да расходу мэтавага прадукту ці іншага рэагавальнага рэчыва змянялася нязначна. Суадносіну расходаў гэтых рэчываў трэба рэгуляваць у залежнасці ад pH пры дапамозе контуру рэгулявання са зваротнай сувяззю. Схема такой сістэмы рэгулявання прыведзена на мал. 3.15.



Мал. 3.15. Схема рэгулявання суадносіны расходаў зыходнага прадукту і рэагента з карэкцыяй мэтавага прадукту па pH:
1 – рэактар; 2 – датчык pH; 3 – помпа

3.2.4.4. Рэактары перыядычнага дзеяння як аб’екты рэгулявання. Перыядычны працэс звычайна ўключае некалькі аперацый: загрузку рэактара рэагавальнымі рэчывамі і каталізатарам; награванне гэтых рэчываў да тэмпературы рэакцыі; правядзенне рэакцыі да поўнага завяршэння; награванне ці ахаладжэнне рэактара да неабходнай тэмпературы; ахаладжэнне і апаражненне рэактара. У некаторых выпадках магчымы адхіленні ад гэтага парадку. Прамысловыя рэактары перыядычнага дзеяння маюць ёмістасць у некалькі тысяч літраў, мяшалкі і абалонкі для цеплаабмену.

Хуткасць пераўтварэння ў рэактары перыядычнага дзеяння характарызуе яго прадукцыйнасць. Калі ў рэактары ідзе экзатэрмічная

рэакцыя, хуткасць пераўтварэння прапарцыянальная колькасці цяпла, якое вылучаецца.

Для рэакцый больш высокага парадку хуткасць пераўтварэння змяняецца ў часе менш, чым для рэакцый меншага парадку, асабліва пры малых значэннях канцэнтрацыі прадукту.

Рэгуляванне тэмпературы ў рэактары перыядычнага дзеяння найбольш важна на пачатку рэакцыі, паколькі ў гэты момант хуткасць пераўтварэння максімальная. Таксама існуюць складанасці якаснага рэгулявання тэмпературы пры экзатэрмічных рэакцыях. Сістэма ахалоджвання, якая найбольш часта выкарыстоўваецца ў такіх выпадках, была прыведзена на мал. 3.13.

Для надзейнай і інтэнсіўнай цеплааддачы рэчыва, якое знаходзіцца ў рэактары, ахалоджвальную вадкасць прымушаюць цыркуляваць з вялікай хуткасцю ў замкнутым контуры, у выніку чаго тэмпературны перапад гэтага рэчыва і цыркулявальнай вадкасці невялікі. Пры гэтым хуткасць цеплаперадачы прама прапарцыянальная рознасці тэмператур рэчыва ў рэактары і халадагента на выхадзе з абалонкі рэактара.

4. РАСПРАЦОЎКА ПРЫНЦЫПОВЫХ СХЕМ АЎТАМАТЫЗАЦЫІ

Прынцыповая схема вызначае склад элементаў і сувязі паміж імі, дае дэталёвае ўяўленне аб прынцыпах работы прылады ў цэлым. Элемент – гэта састаўная частка схемы, якая выконвае вызначаную функцыю ў прыладзе і не можа быць падзелена на часткі, якія маюць самастойнае функцыянальнае прызначэнне.

Прынцыповыя схемы (ПС) складаюць на падставе функцыянальных схем аўтаматызацыі. Па прызначэнню ПС раздзяляюць на схемы кіравання, сігналізацыі і сілкавання. Па месцы размяшчэння органаў кіравання адрозніваюць схемы мясцовага і дыстанцыйнага кіравання, па спосабу аўтаматызацыі – схемы аўтаматычнага, аўтаматызаванага і ручнога кіравання. Схемы сігналізацыі ў залежнасці ад выконваемых функцый падзяляюць на наступныя віды:

- схемы тэхналагічнай сігналізацыі, прызначаныя для апавяшчэння аб стане велічынь, якія характарызуюць тэхналагічны працэс;
- схемы вытворчай сігналізацыі, якія служаць для апавяшчэння аб становішчы рабочых органаў абсталявання;
- схемы каманднай сігналізацыі, якая выконвае арганізацыйныя функцыі кіравання;
- схемы пажарнай і вартавой сігналізацыі, якія служаць для апавяшчэння аб месцы ўзнікнення пажару і аховы памяшканняў.

Для сістэм кіравання электрапрыладамі вытворчых механізмаў у схеме трэба прадугледзець ручное кіраванне, якое можа быць мясцовым і дыстанцыйным. У схемах кіравання тэхналагічнымі лініямі неабходна прадугледзець аўтаматычны паслядоўны пуск тэхналагічных модуляў у накірунку, адваротным патоку рэчыва. У выпадку спынення якога-небудзь з модуляў аўтаматычна паслядоўна спыняюцца ўсе папярэднія па патоку рэчыва механізмы, што адхіляе ўтварэнне завалаў.

Выбар напружання сілкавання электрычных схем вызначаецца патрабаваннямі тэхнікі бяспекі, умовамі навакольнага асяроддзя, кваліфікацыяй абслуговага персаналу, існуючымі крыніцамі сілкавання і іншымі фактарамі. Найбольш распаўсюджаным з’яўляецца прымяненне напружання 220 В пераменнага току, напружання 60 В і ніжэй (48, 24, 12 В) пастаяннага току. Сілкаванне ланцугоў сігналізацыі трэба ажыццяўляць ад раздзяляльнага трансфарматара з ізаляванай ад зямлі другаснай абмоткай і прыладамі кантролю ізаляцыі на зямлю.

Выбар апаратуры кіравання і сігналізацыі выконваюць з улікам роду току, намінальнага напружання, магутнасці, параметраў навакольнага асяроддзя, установачных размераў і выканання.

Электрычныя ланцугі на схеме можна раздзяліць наступным чынам: галоўныя сілкавальныя ланцугі, праз якія праходзіць асноўны патоk энергіі; ланцугі кіравання, праз якія ажыццяўляецца падача каманд да камутацыйнай апаратуры; ланцугі сігналізацыі, праз якія перадаюць аператару інфармацыю аб стане галоўных ланцугоў, ланцугоў кіравання ці значэннях параметраў аб'ектаў кіравання. Прынцыповыя электрычныя схемы (ПЭС) могуць утрымліваць дыяграмы і табліцы работы кантактаў шматпазіцыйных апаратаў, праграмных прылад, датчыкаў тэхналагічных параметраў; цыклаграмы работы тэхналагічнага абсталявання; пералік элементаў у форме табліцы; нумарацыю заціскаў прыбораў і апаратаў; апісанне работы схемы.

ПЭС выконваюць у шматлінейным выглядзе. Пры гэтым кожны ланцуг паказваюць асобнай лініяй, а элементы, якія існуюць у гэтых ланцугах, – асобнымі ўмоўнымі графічнымі абазначэннямі. Камутацыйныя ўстройства (кантакты, рэле, кнопкавыя выключальнікі і інш.) на схемах паказваюць у становішчы, калі ва ўсіх ланцугах схемы адсутнічае ток.

Графічныя абазначэнні элементаў ПЭС павінны адпавядаць патрабаванням ДАСТ 2.721–74 «Абазначэнні ўмоўныя ў графічных схемах. Абазначэнні агульнага прымянення» і ДАСТ 2.755–74 «Абазначэнні ўмоўныя ў графічных схемах. Прыстасаванні камутацыйныя і кантактныя злучэнні».

Памеры, ў якіх умоўныя абазначэнні выконваюць на ПЭС, не ўплываюць на іх сэнс. Памеры графічных абазначэнняў павінны адпавядаць стандартам, але дапускаюцца пры неабходнасці ўсе абазначэнні прапарцыянальна памяншаць ці павялічваць.

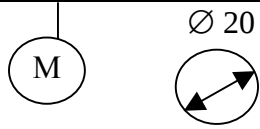
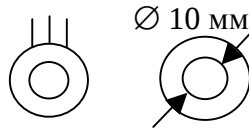
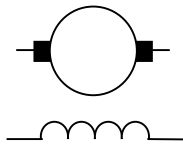
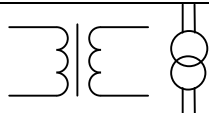
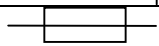
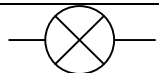
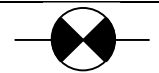
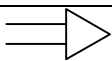
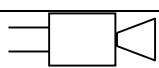
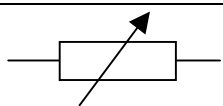
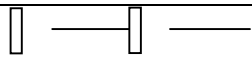
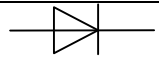
Лініі электрычных сувязей адлюстроўваюць, як правіла, лініямі ў дыяпазоне 0,18–1,4 мм у залежнасці ад памеру фармату і ўмоўных графічных адлюстраванняў.

Для абароны вымяральных ланцугоў ад пабочнага ўплыву шырока выкарыстоўваюць экранаванне. Экран абазначаюць тонкай штрыхавой лініяй уздоўж ланцуга з абодвух бакоў. Лініі павінны перасякацца пад прамым вуглом. Электрычнае злучэнне ліній абазначаюць зачэрненай кропкай дыяметрам 1–2 мм. Лініі сувязі, якія перасякаюць значную частку схемы, дазваляецца абрываць. Абрывы ліній заканчваюць стрэлкамі, дзе ўказваюць пункты падключэння.

Усе графічныя абазначэнні элементаў ПЭС прыведзены ў табл. 4.1.

Табліца 4.1

Графічныя абазначэнні элементаў электрычных схем

Элемент	Абазначэнне
Род машыны	
Трохфазны асінхронны рухавік з каротка-замкнёным ротарам	
Рухавік пастаяннага току з незалежным узбуджэннем	
Трансфарматар напружання	
Засцерагальнік	
Агульнае абазначэнне лампы напальвання	
Сігнальная лампа	
Электрычны званок	
Сірэна электрычная	
Равун	
Пастаянны рэзістар	
Пераменны рэзістар	
Кандэнсатар пастаяннай ёмістасці	
Электралітычны кандэнсатар	
Агульнае абазначэнне дыёда	

Працяг табл. 4.1

Элемент	Абзначэнне
Тырыстар з кіраваннем па анодзе	
Тырыстар з кіраваннем па катодзе	
Фотарэзістар	
Фотадыёд	
Святлодыёд	
Дыёдны аптрон	
Агульнае абзначэнне абмоткі (катушкі) электрамеханічнай прылады (рэле, кантактара, магнітнага пускальніка)	
Катушка электрамагнітная	
Успрамыльная частка электрацеплавога рэле	
Замыкаючы кантакт электрамеханічнай прылады	
Размыкаючыя кантакты	
Пераключаючыя кантакты	

Заканчэнне табл. 4.1

Элемент	Абзначэнне
Замыкаючы і размыкаючы кантакты ў моцнатокавых ланцугах	
Замыкаючы і размыкаючы кантакты з ду-гагасільнымі прыладамі	
Замыкаючы і размыкаючы кантакты з вы-трымкай часу пры ўздзеянні	
Замыкаючы і размыкаючы кантакты з за-трымкай пры звароце	
Замыкаючы і размыкаючы кантакты з за-трымкай пры ўздзеянні і звароце	
Кантакт аўтаматычнага выключальніка з адключэннем пры перагрузцы	
Кантакты канечнага выключальніка	
Кантакты кнопкавых выключальнікаў на-ціскавога дзеяння	
Трохполюсны аўтаматычны выключааль-нік	

Усе элементы ПЭС павінны мець пазіцыйнае абзначэнне ў адпаведнасці з ДАСТ 2.710–75 «Абзначэнні ўмоўных літарна-лічбавых, якія выкарыстоўваюць на электрычных схемах». Пазіцыйнае абзначэнне ў агульным выпадку складаецца з трох самастойных частак, якія запісваюць без раздзяляльных знакаў і прабелаў. У першай частцы пазіцыйнага абзначэння ўказваюць від элемента ці прылады. Яна павінна мець адну ці дзве літары лацінскага алфавіта. У першай частцы адной ці дзвюма лацінскімі літарамі абзначаюць від элемента, напрыклад: В – пераўтваральнік неэлектрычных велічынь у электрычныя

і наадварот; С – кандэнсатар; F – засцерагальнік, разраднік, прылада абароны; M – рухавік; R – рэзістар; BK – тэрмапара, цеплавы датчык; BP – датчык ціску; EL – лампа асвятляльная; EK – награвальны элемент; HA – прыбор гукавой сігналазацыі; KM – кантактар, магнітны пускальнік; SA – выключальнік ці пераключальнік; SF – выключальнік аўтаматычны; SB – выключальнік кнопкавы; SL і SP – выключальнікі, якія спрацоўваюць ад уздзеяння ўзроўню і ціску адпаведна; YA – электрамагніт.

У другой частцы пазіцыйнага абазначэння ўказваюць парадкавы нумар элемента ў межах элементаў дадзенага віду, пачынаючы з адзінкі. Напрыклад: R12 – першая частка абазначае від элемента, R – рэзістар, другая – парадкавы нумар – 12. Пры адлюстраванні элемента ці прылады разнесеным спосабам дазваляецца да парадкавага нумара дабаўляць умоўны нумар кожнай часткі элемента, якія адлюстраваны на ПЭС, раздзяляючы іх кропкай, напрыклад, KM3.1 – магнітны пускальнік KM3, 1 – яго першы кантакт. Нумарацыя элементаў на ПЭС узрастае ў напрамку зверху ўніз і злева направа. Пэралік кодаў прыведзены ў табл. 4.2.

Табліца 4.2

Умоўныя літарныя абазначэнні элементаў на ПЭС

Літарны код	Група віда элементаў	Элементы электрычных схем
A	Прылада (агульнае абазначэнне)	
B	Пераўтваральнікі неэлектрычных велічынь у электрычныя і наадварот	
BA		Гучнагаварыцель
BB		Магнітастракцыйны элемент
BE		Сельсін-прыёмнік
BF		Тэлефон
BG		Сельсін-датчык
BK		Тэрмапара, тэрмометр супраціўлення
BL		Фотаэлемент
BP		Датчык ціску
BQ		П’езаэлемент
BV		Датчык хуткасці
BR		Тахагенератар
C	Кандэнсатары	
D	Лагічныя элементы	
DS		Прылады захавання даных
DT		Прылады затрымкі сігналаў

Працяг табл. 4.2

Літарны код	Група віда элементаў	Элементы электрычных схем
E	Розныя элементы	
EL		Лямпа асвятляльная
EK		Награвальны элемент
F	Засцерагальнікі і разрадныя элементы абароны	
FR		Разрадны элемент
FS		Разрадны элемент для абароны па току вакамгненнага дзеяння
FU		Засцерагальнік плаўкі
FV		Разрадны элемент для абароны па напружанню
G	Генератары, крыніцы сілкавання	
H	Элементы індкацыйныя і сігнальныя	
HA		Прыбор гукавай сігналазацыі
HG		Індкатар сімвальны і на вадкіх крышталах
HL		Прыбор светлавой сігналазацыі
K	Рэле, кантакты, пускальнікі	
KN		Рэле паказальнае
KA		Рэле токавае
KK		Рэле электрацеплавое
KM		Кантактар, магнітны пускальнік
KT		Рэле часу
KV		Рэле напружання
L	Катушка індуктыўнасці, дроселі	
M	Рухавікі	
P	Прыборы, вымяральнае абсталяванне	
PA		Амперметр
PC		Лічыльнік імпульсаў
PF		Частотамер
PR		Омметр
PS		Прыбор запісваючы
PT		Гадзіннік, вымяральнік часу
PV		Вальтметр
Q	Выключальнікі, раз'яднальнікі сілавых ланцугоў	
R	Рэзістары	
RK		Тэрмістар
RP		Патэнцыёмтр
RS		Шунт вымяральны
RV		Варыстар

Заканчэнне табл. 4.2

Літарны код	Група віда элементаў	Элементы электрычных схем
S	Прылады камутацыі і сігналізацыі	
SA		Выключальнік, пераключальнік
SB		Выключальнік кнопкавы
SF		Выключальнік аўтаматычны
SL		Выключальнікі, якія спрацоўваюць ад уздзеянняў: узроўню
SP		ціску
SQ		становішча (пуцявы)
SR		вуглавой хуткасці
SK		тэмпературы
T	Трансфарматары	
TA		Трансфарматар току
TV		Трансфарматар напружання
U	Прылады сувязі	
UB		Мадулятар
UR		Дэмадулятар
UZ		Пераўтваральнік частаты
V	Прыборы электравакумныя і паўправадніковыя	
VD		Дыёд, стабілітрон
VL		Прыбор электравакумны
VT		Транзістар, тырыстар
X	Злучэнні кантактныя	
XT		Злучэнне разборнае
XP, XS		Злучэнне раздымнае
Y	Прылады механічныя з электрамагнітным прывадам	
YA		Электрамагніт
YB		Тормаз з электрамагнітным прывадам
YC		Муфта з электрамагнітным прывадам
YN		Электрамагнітны патрон ці пліта
Z	Прылады, канцавыя, фільтры, абмежавальнікі	

Рэкамендуецца выкарыстоўваць двухлітарны код.

У трэцяй частцы пазіцыйнага абазначэння дазваляецца паказваць функцыянальнае прызначэнне элемента. Літарныя коды гэтай часткі павінны быць растлумачаны на свабодным полі схемы. Трэцюю частку пазіцыйнага абазначэння выкарыстоўваюць рэдка.

Прыклады абазначэнняў: R2N – рэзістар 2, які выкарыстоўваецца як вымяральнік; R3F – рэзістар 3, які выкарыстоўваецца як засцерагальнік. Ланцугі прынцыповых электрычных схем аўтаматызацыі маркіруюць паслядоўнымі лічбамі ад уводу крыніцы сілкавання да спажыўца, а ўчасткі, якія разгаліноўваюцца, – зверху ўніз у накірунку злева направа.

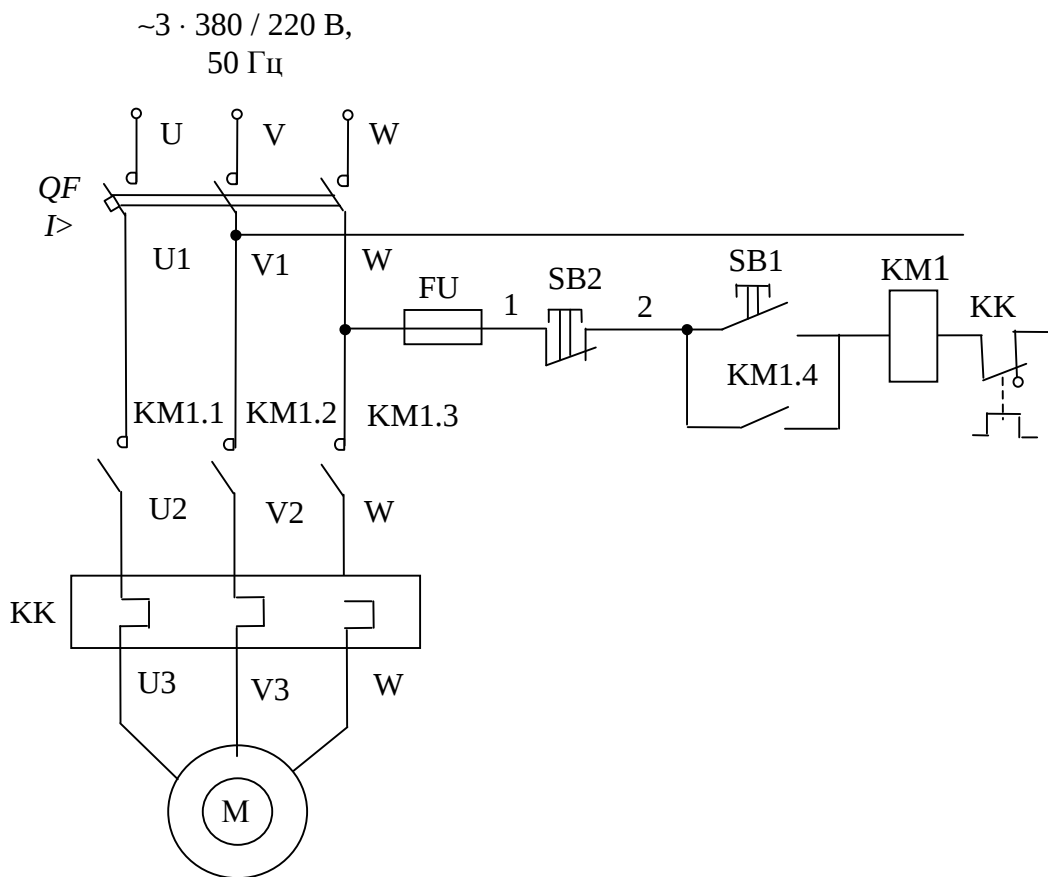
У сістэмах аўтаматызацыі для маркіроўкі рэкамендавана выкарыстоўваць наступныя групы лічбаў: для ланцугоў кіравання, рэгулявання і вымярэння – 1–399, 1001–1399, 2001–2399 і г. д.; для ланцугоў сігналізацыі – 400–799, 1400–1799, 2400–2799 і г. д.; для ланцугоў сілкавання – 800–999, 1800–1999 і г. д.

Маркіроўка ланцугоў у ПЭС служыць для іх апазнавання, а ў некаторых выпадках адлюстроўвае іх функцыянальнае прызначэнне. Адны і тыя ж ланцугі на ўсіх электрычных схемах павінны мець аднолькавую маркіроўку, а ўсе участкі ланцугоў, якія раздзелены кантактамі апаратаў, абмоткамі рэле, прыбораў і машын, рэзістарамі і іншымі элементамі, павінны мець розную маркіроўку. Участкі ланцугоў, якія праходзяць праз кантактныя і раздымныя кантактныя злучэнні, а таксама ланцугі, якія сходзяцца ў адным вузле схемы, маюць аднолькавую маркіроўку. Ланцугі маркіруюць незалежна ад завадской нумарацыі заціскаў апаратаў і прыбораў, да якіх яны далучаюцца, арабскімі лічбамі. Перад лічбамі пры неабходнасці ставяцца вялікія літары аднолькавага з лічбамі памеру U, V, W (для маркіроўкі фаз) і N (для маркіроўкі нуля). Уваходныя і выхадныя ўчасткі ланцугоў пастаяннага току маркіруюць з указаннем палярнасці «+» і «–».

Кантакты апаратаў, якія дзейнічаюць у іншых схемах, на дадзенай схеме абводзяць тонкай асобнай лініяй, каля якой ставяць абазначэнне апарата і спасылку на нумар чарцяжа схемы апарата. Кантакты апаратаў дадзенай схемы, пазычаныя ў другія схемы, размяшчаюць на свабодным полі чарцяжа ў выглядзе асобнага ланцуга. Разам з адлюстраваннем ланцуга ўказваюць нумар чарцяжа і назву схемы, у якой яны працуюць.

На мал. 4.1 і 4.2 прыведзены прынцыповыя схемы кіравання каротказамкнёным асінхронным рухавіком, якія выкананы разнесеным і сумешчаным спосабамі адпаведна.

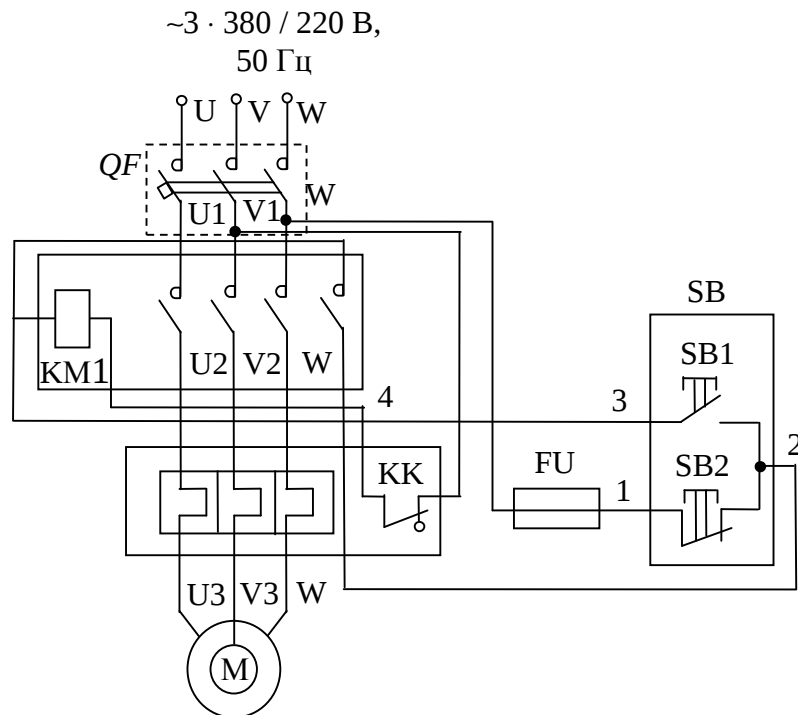
Пуск электрарухавіка М выконваецца кнопкавым пультам кіравання SB, які ўтрымлівае кнопку SB1 для пуску і SB2 для спынення М. Пры націсканні кнопкі SB1 замыкаецца ланцуг сілкавання абмоткі КМ1 магнітнага пускальніка. Ён сваімі трыма галоўнымі кантактамі КМ1.1, КМ1.2 і КМ1.3 уключае рухавік. Кнопка SB1 мае нармальна разамкнутыя кантакты і пры адпусканні вяртаецца ў зыходнае становішча і размыкае ланцуг абмоткі КМ1. Каб гэтага не здарылася, прымяняецца самаблакіроўка. Для яе ажыццяўлення выкарыстоўваюць замыкальны кантакт КМ1.4 таго ж пускальніка КМ1. Кантакт КМ1.4 уключаецца паралельна кнопцы SB1. Праз гэты кантакт абмотка КМ1 атрымлівае сілкаванне пасля адпускання кнопкі SB1.



Мал. 4.1. Прынцыповая электрычная схема кіравання электрарухавіком, выкананая разнесеным спосабам

Для выключэння пускальніка КМ1, а значыць, і рухавіка М служыць кнопка SB2, якая мае замкнутыя кантакты.

Для абароны рухавіка ад кароткага замыкання выкарыстаны аўтаматычны выключальнік QF, а для абароны ад процілеглай перагрузкі – цеплавое рэле KK.



Мал. 4.2. Прынцыповая электрычная схема кіравання электрарухавіком, выкананая сумешчаным спосабам

Адлюстраванне ПЭС разнесеным спосабам з’яўляецца больш наглядным для чытання схемы і больш зручным для разумення прынцыпу работы. Таму ПЭС выконваюць пераважна гэтым спосабам.

1. Вымярэнне ціску

Датчыкі ціску, разрэджання і рознасці ціскаў мікрапрацэсарныя «Сігнал-І», «Сігнал-І-Ех». Мікрапрацэсарныя датчыкі ціску, разрэджання і рознасці ціскаў «Сігнал-І», «Сігнал-І-Ех» прызначаны для работы ў сістэмах аўтаматычнага кантролю, кіравання і рэгулявання тэхналагічных працэсаў, забеспячэння бесперапыннага пераўтварэння значэння вымяраемага параметра – залішняга, абсалютнага ціскаў, разрэджання і рознасці ціскаў ва уніфікаваны токавы сігнал дыстанцыйнай перадачы.

Датчыкі ціску, разрэджання, рознасці ціскаў працуюць з другой апаратурай, рэгулятарамі і іншымі прыладамі аўтаматыкі, машынамі цэнтралізаванага кантролю і сістэмамі кіравання, якія працуюць ад стандартнага ўваходнага сігналу 0–5 або 4–20 мА.

Датчыкі «Сігнал-І-Ех» маюць маркіроўку выбухааховы 0ExiaІІВТ6 і прызначаны для ўсталёўкі ў выбухованебяспечных зонах памяшканняў і вонкавых устаноў. «Сігнал-ДИ», «Сігнал-ДИ-Ех».

Датчыкі залішняга ціску (верхняя мяжа ад 0,25 кПа да 100 МПа) – «Сігнал-ДВ», «Сігнал-ДВ-Ех».

Датчыкі разраджэння (верхняя мяжа ад 0,25 кПа да 100 кПа) – «Сігнал-ДД», «Сігнал-ДД-Ех».

Датчыкі рознасці ціскаў. Верхняя мяжа ад 0,25 кПа да 100 МПа.

Метран-100. Інтэлектуальныя датчыкі ціску серыі Метран-100 прызначаны для вымярэння і бесперапыннага пераўтварэння ва уніфікаваны аналагавы токавы сігнал і/або лічбавы сігнал у стандартце пратакола HART або лічбавы сігнал на базе інтэрфейса RS485 наступных уваходных велічынь:

- залішняга ціску (Метран-100-ДИ);
- абсалютнага ціску (Метран-100-ТАК);
- разрэджання (Метран-100-ДВ);
- рознасці ціскаў (Метран-100-ДД);
- гідрастатычнага ціску (Метран-100-ДГ).

Вымяраемыя асяроддзі – вадкасці, пара, газ, у тым ліку газападобны кісларод і кіслародаўтрымліваючыя газавыя сумесі.

Дыяпазоны вымяраемых ціскаў – мінімальны 0–0,04 кПа; максімальны 0–100 МПа.

Асноўная хібнасць вымярэнняў – да $\pm 0,1\%$ ад дыяпазону.

Датчыкі ціску АЕР-10 прызначаны для пераўтварэння ва уніфікаваны выхадны сігнал 4–20 мА або 20–4 мА наступных велічынь:

- абсалютнага ціску (АЕР-10/М1-ТАК, АЕР-10/М2-ТАК);
- залішняга ціску (АЕР-10/М1-ДІ, АЕР-10/М2-ДІ);
- залішняга ціску-разраджэння (АЕР-10/М1-ДЗІЎ, АЕР-10/М2-ДЗІЎ);
- дыферэнцыяльнага ціску (АЕР-10/М1-ДД, АЕР-10/М2-ДД).

Датчыкі ціску выкарыстоўваюцца ў сістэмах аўтаматычнага кантролю, рэгулявання і кіравання тэхналагічнымі працэсамі.

Дыяпазоны ціскаў, якія вымяраюцца:

- датчыкі абсалютнага ціску – 4 кПа ($P_{\min}$)–2,5 МПа ($P_{\max}$);
- датчыкі залішняга ціску – 4 кПа ($P_{\min}$)–60 МПа ($P_{\max}$);
- датчыкі залішняга ціску-разраджэння – $P_{\min} + 5 \text{ кПа} - P_{\max}$ (–0,1 – +2,4) МПа;
- датчыкі дыферэнцыяльнага ціску – 0,16 кПа ($P_{\min}$)–600 кПа ($P_{\max}$).

Дапушчальная асноўная хібнасць – ад 0,1%.

Датчыкі ціску САПФІР-22МП. Комплекс мікрапрацэсарных датчыкаў Сапфір-22МП (у далейшым – датчыкі) прызначаны для прапарцыйнага бесперапыннага пераўтварэння ціску, разрэджання і рознасці ціскаў вадкасцей і газаў нейтральных і агрэсіўных асяроддзяў ва уніфікаваны токавы выхадны сігнал.

Вымяраемыя параметры: рознасць ціскаў, абсалютны ціск, залішні ціск, разрэджанне, ціск-разрэджанне. Па патрабаванню заказчыка могуць вырабляцца датчыкі з адзінкамі ціску кгс/м², кгс/см².

Межы дапушчальнай асноўнай хібнасці, выяўленай у працэнтах верхняй мяжы, або сумы верхніх меж вымярэнняў роўныя:

- $\pm 0,1$; $\pm 0,15$; $\pm 0,25$ – для датчыкаў з верхнімі межамі ад 1 кПа да 100 МПа ўключна;
- $\pm 0,5$ – для датчыкаў з верхнімі межамі або сумай верхніх меж вымярэнняў ад 0,4 кПа да 100 МПа ўключна.
- ± 1 – для датчыкаў з верхнімі межамі або сумай верхніх меж вымярэнняў ад 0,16 да 0,25 кПа.

Выхадны сігнал для мадэлей з чатырохправоднай схемай уключэння – 0–5, 5–0 мА; для мадэлей з чатырохправоднай і двухправоднай схемамі ўключэння – 4–20; 20–4 мА.

Вымяральныя пераўтваральнікі ціску. Пераўтваральнікі прызначаныя для работы ў сістэмах аўтаматычнага кантролю, кіравання

і рэгулявання вытворчых працэсаў з мэтай выдачы інфармацыі аб вымяраемым ціску або разрэджанні газу або вадкасці ў выглядзе уніфікаванага пнеўматычнага аналагавага выхаднага сігнала.

Пераўтваральнікі тыпаў ТС-П1, ТС-П2, ТС-П3, НС-П1, НС-П2, НС-П3, ТНС-П1, ТНС-П2, ТНС-П3, МАС-П1, МАС-П2, МАС-П3 выкарыстоўваюць пры змене прыбораў тыпу МС-П1, МС-П2, МП-П2, МП-П3, ВС-П1, МВС-П1, МВС-П2, НС-П3, МС-П12, МС-П13, МС-П15, МС-П17, МС-П18, МС-П19 для вымярэння параметраў газу і вадкасці.

Пераўтваральнікі працуюць па прынцыпу пнеўматычнага сілавога кампенсавання.

Выхадны сігнал – ад 20 да 100 кПа (0,2 да 1 кгс/см²).

Ціск паветра сілкавання – ад 20 да 140 кПа (1,4–0,2) кгс/см².

2. Вымярэнне тэмпературы

Термапераўтваральнікі супраціўлення. Прызначаны для кантролю і вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных, сыпкіх і цвёрдых асяроддзяў, у тым ліку агрэсіўных.

Намінальныя статычныя характарыстыкі – 46П, 50П, 100П, 53М, 50М, 100М, Pt10, Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000.

ТС 1088 – прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці.

ТС 1088Л – спрошчаны (танны) варыянт ТС 1088. Прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці.

ТС 1088Э – экспертны варыянт. Прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці.

ТС 1187 – прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх і газападобных асяроддзяў у выбухованебяспечных зонах. Узровень выбухааховы – «выбуханепралікальная абалонка». Маркіроўка выбухааховы – ІExd2СТ6.

ТС 1288, ТС 1288Э – прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных і сыпкіх асяроддзяў, цвёрдых цел, паветра грузавых і ізатэрмічных вагонаў.

ТС 1288Ф – прызначаны для працы ў канцэнтраваных растворах кіслот і шчолачаў. Корпус тэрмометра выкананы са сталі 12Х18Н10Т і абаронены знадворку фтарапластавай абалонкай таўшчынёй 0,5 мм.

Канструктыўныя выкананні НСХ – 50М, 53М, 100М 46П, 50П, 100П, Pt100, Pt500, Pt1000

Дыяпазон вымяраемых тэмператур:

- ТС 1088, ТС 1088Э –50 ... +180°C, –50 ... +200°C, –50 ... +350°C, –50 ... +500°C;
- ТС 1187 –50 ... +180°C;
- ТС 1288, ТС 1288Э –50 ... +180°C, –50 ... +200°C, –50 ... +350°C;
- ТС 1288/4 –50 ... +50°C, –50 ... +50°C;
- ТС 1288Э/9 –50 ... +100°C, –50 ... +100°C;
- ТС 1288Ф –50 ... +150°C, –50 ... +150°C;
- ТС 1388 –50 ... +180°C, –50 ... +180°C, –50 ... +350°C;
- ТС 0295 –50 ... +180°C, –50 ... +200°C.

Пераўтваральнікі тэрмаэлектрычныя. Прызначаны для кантролю і вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных, сыпкіх і цвёрдых асяроддзяў, у тым ліку агрэсіўных.

Намінальныя статычныя характарыстыкі (НСХ) – ХА(Да), ХК(L), Хкн(Е), ПП(S), ПП(R), ІНШ(У), ВК(J), НН(N), ВР(А-1).

ТП 2088 – прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў (у тым ліку агрэсіўных, якія не разбураюць ахоўную арматуру вырабу) і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці. Адчувальны элемент КТМС – кабель.

ТП 2088Л – спрошчаны (танны) варыянт ТП 2088. Прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў (у тым ліку агрэсіўных, якія не разбураюць ахоўную арматуру вырабу) і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці. Адчувальны элемент – дрот (ХА, ХК).

ТП 2088Э – экспартны варыянт. Прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў (у тым ліку агрэсіўных, якія не руйнуюць ахоўную арматуру вырабу) і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці. Адчувальны элемент КТМС – кабель.

ТП 2388 – прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх, газападобных асяроддзяў (у тым ліку агрэсіўных, якія не руйнуюць ахоўную арматуру вырабу) і цвёрдых цел у розных галінах прамысловасці. Адчувальны элемент – дрот (ХА, ХК).

ТП 2187 – прызначаны для вымярэння тэмпературы вадкіх і газападобных асяроддзяў у выбухованебяспечных зонах. Узровень выбухааховы – «выбуханепралікальная абалонка». Маркіроўка выбухааховы – ІExd2СТ6.

ТП 1085 – кабельныя малаінерцыйныя термопераўтваральнікі, прызначаныя для вымярэння тэмпературы прадуктаў згарання ў газаперапампоўваючых агрэгатах, імпортных агрэгатах кампрэсарных станцый магістральных трубаправодаў. Ужываюцца ў цеплаэнэргетыцы і газавай прамысловасці.

ТП 2488 – прызначаны для вымярэння тэмпературы пры перапрацоўцы пластычных мас і гумовых сумесей, вадкіх, газападобных і цвёрдых цел.

ТП 0295 – прызначаны для вымярэння тэмпературы пры гарачай і халоднай перапрацоўцы харчовых прадуктаў.

ТП 0395 – прызначаны для працы пры высокіх тэмпературах (звыш 1000°C) у асяроддзі, якое змяшчае O₂, H₂O, SO₂, NO, H₂S, а таксама ў расплавах металаў (Al, Zn, Cu і медзьзмяшчальных расплавах).

ТП 0195 – высокатэмпературныя кабельныя пераўтваральнікі тэмпературы. Ужываюцца ў металургіі, энэргетыцы і іншых галінах народнай гаспадаркі.

ТП 0188 – прызначаны для вымярэння тэмпературы паверхні і паветра, інертных газаў, якія не змяшчаюць рэчываў, што ўступаюць ва ўзаемадзеянне з матэрыялам тэрмапары (крэменезямельны чахол, керамічныя каралі, суцэльная керамічная саломка).

ТП 0198 – кабельныя термопераўтваральнікі, прызначаныя для вымярэння тэмпературы вадкіх і газападобных хімічна неагрэсіўных, а таксама агрэсіўных, але няздолных разбураць ахоўную арматуру асяроддзяў і цвёрдых цел. Ужываюцца ў месцах са складанай тапалогіяй.

ТП 0199 – шматзонныя термопераўтваральнікі, прызначаныя для вымярэння тэмпературных палёў у каналах печаў тэрмаапрацоўкі, рэактараў усталёвак каталітычнага сінтэзу нафтапрадуктаў.

Канструктыўнае выкананне НСХ – ХА(Да), ХК(L), ВК(J), НН(N), ПП(S), ІНШ(В).

Дыяпазон вымяраемых тэмператур:

- ТП 2088, ТП 2088Э –40 ... +850°C, –40 ... +600°C, –40 ... +750°C, –40 ... +850°C;
- ТП 2388 –40 ... +850°C, –40 ... +1000°C, –40 ... +600°C,
- ТП 2187 –40 ... +850°C, –40 ... +600°C, –40 ... +750°C, –40 ... +850°C;
- ТП 1085 –0 ... +850°C; –40 ... +750°C; –40 ... +850°C;
- ТП 2488 –40 ... +400°C; –40 ... +400°C; –40 ... +400°C; –40...+400°C;
- ТП 0295 –40 ... +200°C; –40 ... +200°C; –40... +200°C;

– ТП 0395	–0 ... +1250°C; 0 ... +1250°C; 0 ... +1600°C; +600 ... +1600°C;
– ТП 0395/8	0 ... +1200°C; 0 ... +1350°C;
– ТП 0195/8	–40 ... +850°C; –40 ... +1100°C; 40 ... +1200°C; –40 ... +1250°C; –40 ... +1200°C;
– ТП 0188/1	+40 ... +1000°C; 40 ... +600°C;
– ТП 0188/2	0 ... +1300°C; 600 ... +1600°C;
– ТП 0198	+40 ... +850°C; 40 ... +1100°C; 40 ... +1250°C; +40 ... + 600°C; +40 ... +750°C; 40 ... +1200°C;
– ТП 0199	40 ... +800°C; 40 ... +1000°C; 40 ... +600°C; 40 ... +750°C; 40 ... +1200°C.

Термапераўтваральнікі з уніфікаваным выхадным сігналам ТСМУ 205, ТСМУ 055, ТСПУ 205, ТСПУ 055, ТХАУ 205, ТХКУ 205. Термапераўтваральнікі прызначаны для пераўтварэння значэння тэмпературы розных, у тым ліку агрэсіўных асяроддзяў ва уніфікаваны токавы выхадны сігнал 4–20мА, 0–5 мА.

Межы дапушчальнай асноўнай прыведзенай хібнасці: 0,25; 0,5; 1,0, 1,5% .

Дыяпазон вымяраемых тэмператур:

– ТСМУ 205, ТМПУ 205, ТСМУ 055, ТСПУ 055: –50 ... +50°C; –50°C ... +100°C; 0 ... +50°C; 0 ... 100°C; –50 ... +150°C; –50 ... +180°C; –50 ... +200°C; 0 ... +150°C; 0 ... +180°C; 0 ... +200°C; 0 ... +250°C; 0 ... +300°C; 0 ... +400°C; 0 ... +500°C.

– ТХАУ 205: 0 ... +300°C; 0 ... +400°C; 0 ... +500°C; 0 ... +600°C; 0 ... +800°C; 0 ... +900°C; 0 ... +1000°C; 0 ... +1100°C; 0°C ... +1200°C.

– ТХКУ 205: 0 ... +400°C; 0 ... +500°C; 0 ... +600°C.

– ТСМУ 0104, ТСПУ 0104, ТХАУ 0104, ТХКУ 0104.

З’яўляюцца аналагавымі мнагамежавымі термапераўтваральнікамі, якія прызначаны для вымярэння і бесперапыннага пераўтварэння тэмпературы вадкіх, газападобных, сыпкіх і цвёрдых рэчываў ва уніфікаваны сігнал сталага току 4–20 мА.

Вымяральныя пераўтваральнікі тэмпературы і вільготнасці РАСА-10. Прызначаны для вымярэння тэмпературы, адноснай вільготнасці, тэмпературы пункта росы, абсалютнай вільготнасці і вільгацезмяшчэння газападобных, у тым ліку агрэсіўных асяроддзяў і бесперапыннага пераўтварэння іх значэнняў ва уніфікаваны электрычны сігнал сталага току 4–20 або 20–4 мА.

Дыяпазон вымярэння тэмпературы: –40 ... +100°C.

Дыяпазон вымярэння адноснай вільготнасці – 0–100%.

Мяжа дапушчальнай асноўнай хібнасці па тэмпературы – 0,2°C, ±0,3°C; адноснай вільготнасці – ±2–3%.

3. Вымярэнні расходу вадкасці, газу і пары

Пераўтваральнік расходу віхраакустычны Метран-300ПР. Прыбор ужываецца для тэхналагічных вымярэнняў расходу вады і водных раствораў у прамысловасці, у тым ліку ў складзе АСКТП.

Межы вымярэння расходу – 0,18–2000 м³/гадз.

Выхадны сігнал: токавы 0–5, 0–20, 4–20 мА, лічбавы інтэрфейс RS485/HART, імпульсны.

Межы адноснай хібнасці вымярэння аб'ёму – да ±1,0%

Расхадамер Метран-350. Вымяраемыя асяроддзі – газ, пара, вадкасць.

Параметры, якія вымяраюцца, – тэмпература (–40...+400°C), інтэгральны мантаж (–40 ... 677°C); выдалены мантаж; залішні ціск у трубаправодзе 25 МПа.

Дыяметр трубаправода D_k – 50–1800 мм (для Annubar 485), 12,5–50 мм (для Annubar Diamond II+).

Межы вымярэнняў расходу разлічваюцца для пэўнага ўжывання.

Межы асноўнай дапушчальнай адноснай хібнасці вымярэнняў масавага (аб'ёмнага) расходу – да ±1%.

Расходамеры з кампактнай дыяфрагмай 3051SFC і 3095MFC. Вымяраемыя асяроддзі – газ, пара, вадкасць.

Параметры, якія вымяраюцца асяроддзем:

– тэмпература: –40 ... 232°C (інтэгральны мантаж электронікі), +100 ... +454°C (выдалены мантаж электронікі);

– статычны ціск у трубаправодзе – да 10 МПа;

– перапад ціску – да 250 кПа.

Дыяметр умоўнага праходу трубаправода – 15–200 мм.

Асноўная адносная хібнасць вымярэнняў расходу – да ±0,7% .

Выхадны сігнал – 4–20 мА з лічбавым сігналам па пратаколе Hart; лічбавы сігнал па пратаколе Foundation FieldBus

Расходамеры карыёлісавы Метран-360R, Метран-360F. Вымяраемае асяроддзе газы ад звышлёгкіх (H₂), вадкасці (у тым ліку агрэсіўныя), эмульсіі, завісь, цяжкія і высакавязкія асяроддзі (волкая нафта, мазут, бітум, гудрон).

Умоўны дыяметр трубаправода D_k – 15, 25, 40, 50, 80, 100 мм.

Межы асноўнай адноснай хібнасці вымярэнняў масавага і аб'ёмнага расходу вадкасцей да $\pm 0,2\%$, газаў – да $\pm 0,5\%$.

Расхадамеры электрамагнітныя серыі 8700. Расхадамеры электрамагнітныя серыі 8700 прызначаны для вымярэнняў аб'ёмнага расходу электраправодных вадкасцей.

Дыяметр умоўнага праходу – 4–900 мм.

Межы асноўнай адноснай хібнасці, якая вымяраецца асяроддзем ад 0,3 да 10 м/з, – $\pm 0,5\%$ у дыяпазоне хуткасцей.

Выхадныя сігналы – 4–20 мА, HART, імпульсны, Foundation Fieldbus.

Дыяфрагмы для расхадамераў. Яны прызначаны для трубаправодаў дыяметрам ўмоўнага праходу ад 20 да 1200 мм па ДАСТ 8.563.1, 8.563.2, 8.563.3 і РД 50L411 у залежнасці ад тыпу і выканання дыяфрагмы.

Умоўны ціск у трубаправодзе – да 10 МПа.

Дыяфрагмы (звужальныя прылады) прызначаны ў камплекце з датчыкамі рознасці ціскаў для вымярэння расходу вадкасцей, пары, газу метадам пераменнага перападу ціскаў.

У залежнасці ад канструкцыі, зносаўстойлівасці, спосабу ўсталёўкі, умоўнага ціску P_y і ўмоўнага праходу трубаправода D_y дыяфрагмы падпадзяляюцца на:

1. ДКС па ДАСТ 8.563.1, 8.563.2, 8.563.3 (выкананне 1 або 2) – дыяфрагма камерная, якая ўсталёўваецца ў фланцах трубаправода.

2. ДБС па ДАСТ 8.563.1, 8.563.2, 8.563.3 – дыяфрагма безкамерная, якая ўсталёўваецца ў фланцах трубаправода.

3. ДФК (распрацаваная па тыпу ДКС для $D_k < 50$ мм) – дыяфрагма фланцавая, камерная, мае арыгінальную канструкцыю, якая дазваляе спалучаць камерны спосаб адбору ціску і фланцавае злучэнне.

4. Адмысловыя дыяфрагмы па РД 50L411:

– з канічным уваходам;

– зносаўстойлівыя.

Дыяфрагма з канічным уваходам у залежнасці ад дыяметра ўмоўнага праходу і спосабу ўсталёўкі можа ўваходзіць у склад:

– ДКС (выкананне 1 або 2) – для D_k ад 50 да 100 мм;

– ДФК – для D_k ад 20 да 40 мм і P_y да 10 МПа.

Дыяфрагма зносаўстойлівая ў залежнасці ад дыяметра ўмоўнага праходу і спосабу ўсталёўкі можа ўваходзіць у склад:

– ДКС – для D_k ад 50 да 500 мм;

– ДБС – для D_k ад 300 да 1000 мм;

– ДФК – для D_k ад 20 да 40 мм.

4. Вымярэнні ўзроўню

Сігналізатар узроўню вібрацыйны СУВ-1. Сігналізатар узроўню прызначаны для камутацыі электрычных ланцугоў сігналацыі і блакіравання пры дасягненні зададзеных узроўню вадкасцей або сыпкіх матэрыялаў.

Хібнасць спрацоўвання ад зададзенага значэння ўзроўню – не больш за $\pm 2,5$ мм.

Выхадны сігнал – «сухія» кантакты рэле.

Сігналізатар узроўню АСУ-1. Сігналізатар узроўню прызначаны для кантролю і сігналацыі наяўнасці або адсутнасці вадкасці ў сярэдзіне ёмістасцей з радыусам крывізны не меней за 250 мм або трубы з дыяметрам меней як 80 мм без непасрэднага кантакту з асяроддзем праз сценку таўшчынёй да 10 мм, а таксама для сігналацыі пераходу ўзроўню вадкасці праз кантралюемы ўзровень. Выхадны сігнал – «сухія» кантакты рэле.

Рэле ўзроўню РУ-305. Рэле прызначана для кантролю ўзроўню вадкасці ў адкрытых і закрытых ёмістасцях, змешчаных пад ціскам да 40 кгс/см^2 , пры гарызантальным размяшчэнні далучальнага фланца адносна восі ёмістасці.

Хібнасць спрацоўвання адносна намінальнага ўзроўню – ± 5 мм;

Датчыкі ёмісныя ДЭ-1 становішча і ўзроўню. Датчыкі ёмісныя прызначаны для кантролю становішча і ўзроўню сыпкіх і вадкіх тэхналагічных асяроддзяў у рэзервуарах, а таксама для кантролю становішча рухомах элементаў тэхналагічных аб'ектаў і выдачы электрычнага сігнала пры дасягненні элементам кантралюемага становішча і ўзроўню.

Радарныя ўзроўнямеры Rosemount серыі 5400. Вымяраемыя асяроддзі – нафтапрадукты, шчолачы, кіслоты, растваральнікі, водныя растворы, алкагольныя і слабаалкагольныя напоі, пульпы, завісь і інш.

Ціск працэсу – ад $-0,1$ да 1 Мпа .

Тэмпература працэсу – ад -40 да 150°C .

Тэмпература навакольнага паветра ад -40 да $+70^\circ\text{C}$, ад -20 да $+70^\circ\text{C}$ – з ВКІ.

Выхадныя сігналы: $4\text{--}20 \text{ мА}$ з накладзеным на яго лічбавым сігналам на базе пратакола HART.

Радарны ўзроўнямер Rosemount серыі 5600. Вымяраемыя асяроддзі – нафтапрадукты, шчолачы, кіслоты, растваральнікі, водныя растворы, алкагольныя напоі; завісь, гліна, вапны, руды і папяровая

пульпа; грануляваныя матэрыялы ад руды да пластыкавых гранул, дробнадысперсныя парашковыя матэрыялы, цэмент і інш.

Выкананне звычайнае выбуховаахаванае (маркіроўка выбуха-аховы 2Exde[ia][ib]IICT6).

Ступень аховы ад уздзеяння пылу і вады – IP66.

Дыяпазон вымярэнняў – 0,6–50 м.

Хібнасць вымярэнняў узроўню – ± 5 мм.

Выхадны сігнал – 4–20мА і лічбавыя па пратаколе HART або Foundation Fieldbus. Адрознівальная здольнасць – 1 мм.

Высокадакладныя інтэлектуальныя датчыкі гідрастатычнага ціску (узроўню) 3051L. Вымяраемыя асяроддзі: вадкія, у тым ліку агрэсіўныя.

Асноўная прыведзеная хібнасць – $\pm 0,075\%$.

Выхадны сігнал: 4–20 мА/HART; лічбавы па пратаколе FOUNDATION fieldbus; лічбавы па пратаколе Profibus.

Датчыкі-індыкатары ўзроўню МАЛ 121, МАЛ 121И прызначаны для бесперапыннага кантролю ўзроўню вадкіх і цвёрдых (сыпкіх) асяроддзяў, а таксама сігналацыі дасягнення лімітавых узроўняў кантралюемага асяроддзя ў двух зададзеных пунктах.

Дыяпазон кантролю для:

– пласціністага, стрыжнёвага, цыліндрычнага выкананняў адчувальнага элемента – ад 0,5 да 2,5 м (даўжыня любая па заказе);

– кабельнага, тросавага выкананняў адчувальнага элемента – ад 2 да 22 м (даўжыня любая па заказе).

Выхадны сігнал:

– два рэлейныя;

– індыкацыя на табло ВКІ у працэнтах вымяраемага ўзроўню (з хібнасцю $\pm 5\%$);

– токавы 0–5 або 4–20 мА.

Узроўнямер ультрагукавы МТМ900. Прыбор прызначаны для забеспячэння аўтаматычнага дыстанцыйнага вымярэння ўзроўню ў вадкіх (у тым ліку глейкіх, неаднастайных, якія выпадаюць у асадак, выбухованебяспечных, высокаагрэсіўных і інш.) асяроддзях.

Дыяпазон вымярэння ўзроўню (пры залішнім ціску да 100 кПа) – 0–6000 мм.

Невымяральная зона – 600 мм.

Выхадныя сігналы: 0–5, 0–20, 4–20 мА.

Клас дакладнасці: 0,25; 0,5.

Выбуховаахоўнае выкананне.

Датчык гідрастатычнага ціску (узроўню) паглыблены РАДОН-У. Вымяраемае асяроддзе – вадкасць, неагрэсіўная да тытану ВТ9 і сталі 12Х18Н10Т.

Дакладнасць вымярэння – 0,25; 0,5%.

Выхадны сігнал – 4–20, 0–5, 0–20 мА.

Выкананне – агульнапрамысловае, іскрабяспечны ланцуг.

Верхняя мяжа вымярэння гідрастатычнага ціску (прыведзены да шчыльнасці 1000 кг/м³ пры тэмпературы +20°C) – 4,0; 6,0; 8,0; 10; 12; 16; 20; 25; 35; 40 м.

Сігналізатар узроўню сыпкіх матэрыялаў СУР-1. Сігналізатар узроўню рэзанансны СУР-1 прызначаны для кантролю ўзроўню сыпкіх матэрыялаў у кантрольных пунктах і выдачы выхадных сігналаў «сухі кантакт» пры дасягненні зададзеных узроўняў або непасрэдна ў лічбавым або аналагавым выглядзе.

5. Вымярэнне масы

Сістэма дазавання СД-01. Прызначана для дазатараў бесперапыннага дзеяння канвеернага тыпу. Дыяпазон сведчанняў сістэмы кіравання па прадукцыйнасці 0–999,999 т/гадз.

Хібнасць сістэмы кіравання:

– ад намінальнай вагі пры вымярэнні вагі – $\pm 0,1\%$;

– ад вымеранай хуткасці пры вымярэнні хуткасці – $\pm 0,02\%$.

Абмен інфармацыяй з ЭВМ ВУ па інтэрфейсе RS-232C, RS-485. Сістэма дазавання СД-02 прызначана для дазатараў бесперапыннага дзеяння бункернага тыпу.

Сістэма дазавання СД-03 прызначана для ўжывання ў аўтаматызаваных сістэмах кіравання тэхналагічнымі лініямі адна- і шматкампанентнымі дазатарамі дыскрэтнага тыпу.

Расходамер Millflo. Расходамер сыпкіх матэрыялаў Millflo забяспечвае бесперапыннае ўзважванне вольнага струменя грануляваных сухіх сыпкіх матэрыялаў, такіх, як пясок, збожжа, пластыкавыя гранулы, вугальная дробязь. Апарат можа ўжывацца для прадукцыі з шырокім дыяпазонам памераў, шчыльнасці і цяжасці.

Працуючы сумесна з мікрапрацэсарным інтэгратарам, Millflo адлюстроўвае на экране хуткасць струменю, сумарны выдатак і выдае папярэджальныя сігналы. Для перадачы на інтэгратар выхадных сігналаў ад 0–4 да 20 мА, прапарцыйных выдатку, і сумавання даных прадугледжана злучальная прылада.

Дыяпазоны вымярэння: 1–14, 4–35, 18–80, 45–135, 90–230 т/гадз.
Дакладнасць – 1% для 33–100% максімальнага выдатку.

6. Вымярэнні фізіка-хімічных і оптыка-фізічных уласцівасцей рэчыва

Вісказіметр вібрацыйны нізкачасцінны ВВН-8. Вісказіметр прызначаны для вымярэння і рэгулявання глейкасці вадкасцей у дыяпазоне ад 1 да 100 000 Па·с·кг/м³, аўтаматызацыі аналітычнага кантролю ў тэхналагічных працэсах.

Мяжа вымярэння – 1–20; 10–200; 1000–20 000; 10 000–100 000 Па·с·кг/м³.

Мяжа асноўнай прыведзенай хібнасці – не больш за ±2,5%.

Выхадны электрычны сігнал – 0–5 мА.

Выгляд выбухааховы «іскрабяспечны электрычны ланцуг».

Шчыльнамер ПАЖ-303. Шчыльнамер прызначаны для бесперапыннага вымярэння шчыльнасці вадкіх асяроддзяў у дыяпазоне ад 5·10² да 30·10³ кг/м³ і пераўтварэння вынікаў вымярэння ў стандартны пнеўматычны выхадны сігнал.

Асноўная хібнасць (у залежнасці ад шчыльнасці вадкасці) – ад ±0,02 да ±0,20%.

Выхадны пнеўматычны сігнал – 0,2–1,0 кгс/см².

Газааналізатар «Аметыст». Прыбор прызначаны для вымярэнняў аб'ёмнай долі кіслароду ў вадародзе, азотавадародных сумесях, сумесях вадароду з інертнымі газамі і ўяўляе сабой лічбавы стацыянарны прыбор бесперапыннага дзеяння.

Дыяпазоны вымярэнняў аб'ёмнай долі кіслароду – 0–5, 0–10, 0–50, 0–100 млн⁻¹.

Асноўная прыведзеная хібнасць: у дыяпазонах 0–5 і 0–10 млн⁻¹ не больш за ±10%, у дыяпазонах 0–50 і 0–100 млн⁻¹ – не больш як ±6%.

Уніфікаваны выхадны сігнал для кожнага дыяпазону вымярэнняў – 0–5 мА.

Кандуктамер прамысловы КС-1-3, КС-1-3К (канцэнтратамер). Кандуктаметр агульнапрамысловага ўжывання прызначаны для бесперапыннага кантролю ўдзельнай электрычнай праводнасці вадкіх асяроддзяў, прыведзенай да 25 В, а таксама выкарыстоўваецца для вызначэння канцэнтрацый солей, шчолачаў, кіслот у водных растворах (у тым ліку забруджаных) пры адназначнай залежнасці ўдзельнай электрычнай праводнасці ад канцэнтрацыі і тэмпературы гэтых рэчываў.

Дыяпазон вымярэння ўдзельнай электрычнай праводнасці – ад 0 да 100 Гл/м.

Мяжа дапушчальнага значэння асноўнай прыведзенай хібнасці ад максімальнага значэння дыяпазону вымярэння – 2%.

Выхадны сігнал – 0–5 мА або 4–20 мА па ДАСТ 26.011-80 RS-232 па патрабаванню заказчыка.

Канцэнтратамер сернай кіслаты і олеуму КСО-У2. Стацыянарны прамысловы аўтаматычны прыбор бесперапыннага дзеяння прызначаны для вымярэння канцэнтрацыі сернай кіслаты і олеуму.

Дыяпазон вымярэння для H_2SO_4 – 92–96, 96–99, SO_3 (сваб) 16–26%.

Мяжа дапушчальнага значэння асноўнай прыведзенай хібнасці пры вымярэнні H_2SO_4 – $\pm 0,5\%$; пры вымярэнні SO_3 (сваб) – $\pm 2,0\%$.

Межы змены выхадных сігналаў 0–5; 4–20 мА.

Прамысловыя РН-метры ПМП. Стацыянарныя прамысловыя аўтаматычныя прыборы бесперапыннага дзеяння прызначаны для кантролю велічыні рН у розных асяроддзях, у тым ліку крышталізуючых, плёнкаўтвараючых, якія змяшчаюць фтор, узважаныя часціцы.

Дыяпазон вымярэння – 1–14; 2–12 адз. рН.

Асноўная прыведзеная хібнасць – $\pm 0,2$; $\pm 0,3$ адз. рН.

Выхадныя сігналы – 0–5 мА, 4–20 мА.

Мікрапрацэсарны газааналізатар КЕДР-М. Газеаналізатар з’яўляецца аўтаматычным і бесперапынна дзеючым прыборам, прызначаным для вызначэння канцэнтрацыі аднаго з кампанентаў у складанай газавай сумесі.

Вызначаныя кампаненты – CO_2 , CO , CH_4 , C_2H_2 , SO_2 .

Мяжа дапушчальнай асноўнай прыведзенай хібнасці газеаналізатара – ± 4 , ± 6 , $\pm 10\%$.

Выхадны сігнал – 0–5 або 4–20 мА, RS-232.

ОПТЫМА – стацыянарны прыбор аптымізацыі рэжымаў гарэння. Прызначаны для індывідуальнага змяшчэння кіслароду ў газах паліваспальвальных устаноў, для сігналізацыі, павелічэння або памяншэння колькасці кіслароду адносна ўсталяваных значэнняў з мэтай дасягнення аптымальных суадносін паліва – паветра, а таксама для сігналізацыі аб з’яўленні кампанентаў аксіды вугляроду, сумы вуглевадародаў.

ГАМА-100 – шматфункцыянальны газеаналізатар шматкампанентных сумесей. Газеаналізатар прызначаны для бесперапыннага аўтаматычнага вымярэння ад 1 да 3 кампанентаў з наступнага набору газаў CO , CO_2 , SO_2 , H_2 , N_2 , CH_4 , NO , O_2 пры кантролі розных тэхналагічных працэсаў.

Выкарыстоўваецца ў складзе аўтаматызаваных сістэм кіравання тэхналагічнымі працэсамі ў чорнай, каляровай металургіі, цэментавай і шкляной прамысловасці, прадпрыемствах вытворчасці цэглы і керамікі, у хімічнай і нафтахімічнай прамысловасці, ЦЭЦ, ГРЭС, кацельных і г. д.

7. Другасныя прыборы

Рэгістратар электронны МТМ-РЭ-160-01. Прыбор прызначаны для назапашвання (архіваввання) у энергазалежнай памяці, захоўванні і адлюстравання інфармацыі аб стане тэхналагічнага параметра, зададзенага сігналамі тэрмаэлектрычных ператваральнікаў (ТП), тэрмометраў супраціўлення (ТС), сігналамі пастаяннага току 0–5, 0–20, 4–20 мА, напружання пастаяннага току 0–100 мВ па 6 каналах, а таксама для замены самапісных прыбораў, якія выкарыстоўваюць папярковыя носбіты (КСП, КСМ, РП160 і інш.).

Лік каналаў пераўтварэння і архіваввання – 6.

Падлучальныя датчыкі – ТВР, ТПР, ТПП, ТХА, ТХК, ТМК, ТЖК, ТНН, ТСП (50П, 100П), ТСМ (50М, 100М), ТСН(100Н), гр21, гр23, Рт100.

Уваходныя сігналы – 0–5, 0–20, 4–20, 0–100 мА.

Вывад на ВКІ – графічны індикатар наступных даных: бягучы час і дата, графік змены параметра, бягучае імгненнае значэнне параметра ў лічбавым выглядзе, слупковую дыяграму адначасова па ўсіх каналах.

Рэгістратар электронны МТМ-РЭ-160-03. Рэгістратар мае электронны 6-канальны універсальны ўваход і каляровы экран.

Двухканальны вымяральнік АВЕН ТРМ200 з універсальнымі ўваходамі і інтэрфейсам RS-485. Прыбор ужываецца для вымярэння тэмпературы цепланосбітаў і розных асяроддзяў у халадзільнай тэхніцы, сушыльных шафах, печах рознага прызначэння, пастэрызатарых і іншым тэхналагічным абсталяванні, а таксама для вымярэння іншых фізічных параметраў (вагі, ціску, вільготнасці і да т. п.).

Функцыянальныя магчымасці прыбора:

– 2 універсальныя ўваходы для падлучэння шырокага спектру датчыкаў тэмпературы, ціску, вільготнасці і інш. Можна падлучаць 2 датчыкі розных тыпаў:

– лічбавая фільтрацыя і карэкцыя ўваходнага сігнала, маштабаванне шкалы для аналагавага ўваходу;

- вылічэнне рознасці вымяраемых велічынь;
- індыкацыя бягучых значэнняў вымераных велічынь і іх рознасці на двух убудаваных 4-разрадных святлодыёдных лічбавых індыхатарах;
- вылічэнне і індыкацыя квадрата нага кораня з вымяраемай велічыні (напрыклад, для вымярэння імгненнага расходу);
- убудаваны інтэрфейс RS-485 (пратакол АВЕН);
- канфігураванне на ПК або з асабовай панэлі прыбора.

Прыбор АВЕН УКТ38-Щ4. Прыбор прызначаны для кантролю тэмпературы ў некалькіх зонах (да 8) адначасова і аварыйнай сігналізацыі аб выхадзе любога з кантраляваных параметраў за зададзеныя межы, а таксама для рэгістрацыі вымераных параметраў на ЭВМ.

Функцыянальныя магчымасці прыбора:

- кантроль тэмпературы у некалькіх зонах адначасова (да 8);
- 8 уваходаў для вымярэння тэмпературы з дапамогай датчыкаў: тэрмапераўтваральнікаў супраціўлення тыпу ТСМ і ТСР 50/100, Pt100; тэрмапар ТХК, ТХА, ТНН, ТЖК, ТПП(S), ТПП(R); датчыкаў з уніфікаваным выхадным сігналам току 0(4)–20 мА;
- сігналізацыя «Аварыя аб'екта» аб выхадзе любой з кантралюемых велічынь за зададзеныя межы;
- сігналізацыя «Аварыя датчыка» пры абрыве або кароткім замыканні датчыка;
- два выхадныя рэле для ўключэння аварыйнай сігналізацыі або аварыйнага адключэння ўстаноўкі;
- індыкацыя вымераных велічынь і зададзеных для іх уставак на двух убудаваных індыхатарах;
- праграмаванне кнопкамі на панэлі прыбора;
- захаванне зададзеных параметраў пры адключэнні сілкавання;
- рэгістрацыя кантралюемых параметраў на ЭВМ праз адаптэр сеткі АВЕН АС2 па інтэрфейсе RS-232.

8. Мікрапрацэсарныя аўтаматычныя рэгулятары

ПД-рэгулятар МТМ620. Прыбор прызначаны для вымярэння і рэгулявання тэхналагічнага параметра па ПД-закону, для адлюстравання значэння вымяраемага параметра (зялёны колер) і становішча клапана і велічыні падтрымліваемага значэння параметра (чырвоны колер) на двух лічбавых індыхатарах.

Асноўная вобласць прымянення – сістэмы кантролю і рэгулявання тэхналагічных працэсаў.

Падлучальныя датчыкі – ТВР, ТПР, ТПП, ТХА, ТХК, ТМК, ТЖК, ТНН, ЦЫЦ, ТСП (50П, 100П), ТСМ (50М, 100М), ТСН(100Н), гр21, гр23, Pt100.

Уваходныя сігналы – 0–5, 0–20, 4–20 мА, 0–100 мВ.

Выходныя сігналы – 0–5, 0–20, 4–20 мА.

Клас дакладнасці – 0,25.

Рэгуляванне вымяраемай велічыні па ПІД-закону шляхам імпульснага (2-х рэлейных выхадаў ШІМ-рэгулявання) або аналагавага кіравання.

Рэгулятар суадносін МТМ620-3. Прыбор прызначаны для рэгулявання суадносін дзвюх фізічных велічынь. Ён мае тыя ж характарыстыкі, што і ПІД-рэгулятар МТМ620.

Тэрмарэгулятар АВЕН ТРМ201. Прыбор мае 3 універсальныя ўваходы і інтэрфейс RS-485 і ўжываецца для вымярэння, рэгістрацыі або рэгулявання тэмпературы цепланосбітаў і розных асяроддзяў у халадзільнай тэхніцы, сушыльных шафах, печах рознага прызначэння, пастэрызатарых і іншым тэхналагічным абсталяванні, а таксама для вымярэння іншых фізічных параметраў (вагі, ціску, вільготнасці і да т. п.).

Функцыянальныя магчымасці вымяральніка-рэгулятара ТРМ201:

- універсальны ўваход для падлучэння шырокага спектру датчыкаў тэмпературы, ціску, вільготнасці і інш.;

- рэгуляванне ўваходнай велічыні;

- двухпазіцыйнае рэгуляванне;

- аналагавае П-рэгуляванне;

- лічбавая фільтрацыя і карэкцыя ўваходнага сігнала, маштабаванне шкалы для аналагавага ўваходу;

- рэгістрацыя вымеранай велічыні пры ўсталяванні на выхадзе ЛАП 4–20 мА (мадыфікацыя ТРМ201-Х.І);

- вылічэнне і індывідуальная квадратнага кораня вымяраемай велічыні (напрыклад, для рэгулявання імгненнага расхода);

- убудаваны інтэрфейс RS-485 (пратакол АВЕН);

- канфігураванне на ПК або з панэлі прыбора;

- хуткі доступ да змены устаўкі з панэлі прыбора.

Тэрмарэгулятар АВЕН ТРМ202. Прыбор з'яўляецца аналагам тэрмарэгулятара АВЕН 2ТРМ1 з універсальнымі ўваходамі і інтэрфейсам RS-485. Ужываецца для вымярэння, рэгістрацыі або рэгулявання

тэмпературы цепланосбітаў і розных асяроддзяў у халадзільнай тэхніцы, сушальных шафах, печах рознага прызначэння, пастэрызатарых і іншым тэхналагічным абсталяванні, а таксама для вымярэння іншых фізічных параметраў (вагі, ціску, вільготнасці і да т. п.).

Функцыянальныя магчымасці вымяральніка-рэгулятара ТРМ202:

- 2 універсальныя ўваходы для падлучэння шырокага спектру датчыкаў тэмпературы, ціску, вільготнасці і інш. Можна падлучаць 2 датчыкі рознага тыпу;

- 2 незалежныя каналы рэгулявання вымяраемых велічынь па двухпазіцыйнаму закону або аналагаваму П-закону;

- рэгуляванне і адначасовая рэгістрацыя вымяраемай велічыні пры ўсталяванні ЛАП 4–20 мА ў якасці другой выхадной прылады;

- аднаканальнае трохпазіцыйнае рэгуляванне (з дзвума рознымі ўстаўкамі);

- вылічэнне і рэгуляванне рознасці вымяраемых велічынь;

- вылічэнне і індыкацыя квадратнага кораня вымяраемай велічыні (напрыклад, для рэгулявання імгненнага расхода);

- убудаваны інтэрфейс RS-485 (пракакол АВЕН);

- канфігураванне на ПК або з панэлі прыбора;

- хуткі доступ да змены ўставак з панэлі прыбора.

ПД-рэгулятар АВЕН ТРМ101. Прыбор прызначаны для дакладнага падтрымання тэмпературы або іншых фізічных велічынь у розных тэхналагічных працэсах. Выкарыстоўваецца ў складаным тэхналагічным абсталяванні: экструдэрах, тэрмапластааўтаматах, печах, пакавальным, паліграфічным, вакуум-фармовачным абсталяванні і да т. п.

Функцыянальныя магчымасці прыбора АВЕН ТРМ101:

- універсальны ўваход для падлучэння шырокага спектра датчыкаў тэмпературы, ціску, вільготнасці і інш.;

- ПД-рэгуляванне вымеранай велічыні з выкарыстаннем «нагрэвальніка» або «халадзільніка»;

- аўтаналадка ПД-рэгулятара па сучаснаму эфектыўнаму алгарытму;

- дыстанцыйны пуск і прыпынак ПД-рэгулятара з дапамогай знешняй прылады, падлучанай да дадатковага ўваходу 2;

- сігналізацыя аб узнікненні аварыйнай сітуацыі двух тыпаў: выхад рэгулюемай велічыні за зададзеныя межы; абрыў ў ланцугу рэгулявання (LBA);

- рэгуляванне магутнасці (напрыклад, для кіравання інфрачырвонай лямпай) сумесна з прыборам АВЕН БУСТ пры выкарыстанні токавага выхаду 4–20 мА;

– бескантактавае кіраванне нагрузкай праз знешняе цвёрдацельнае рэле;

– убудаваны інтэрфейс RS-485 (пратакол АВЕН);

– канфігураванне на ПК або з пярэдняй панэлі прыбора.

Тэрмарэгулятар АВЕН ТРМ12. Прыбор прызначаны для аўтаматызацыі падачы цепланосьбіта ў сістэме ГВС, газавага і паравога апалу, у цеплаабменніку пастэрызатараў, для кіравання газавымі гарэлкамі і становішчам залатніка ў халадзільных машынах, а таксама ў іншым тэхналагічным абсталяванні, дзе выкарыстоўваюцца запорна-рэгулявальныя або трохходавыя клапаны і засаўкі з электрапрывадам.

Асноўныя функцыі тэрмарэгулятара АВЕН ТРМ12:

– вымярэнне тэмпературы або іншай фізічнай велічыні (ціску, вільготнасці, расходу, узроўню і да т. п.) з дапамогай термопераўтваральніка супраціўлення тыпу ТСМ і ТСР 50/100, Pt100, тэрмапары ТХК, ТХА, ТНН, ТЖК, ТПП(S), ТПП(R) датчыка з уніфікаваным выхадным сігналам току 0(4)–20, 0–5 мА;

– кіраванне электрамеханічным прывадам запорна-рэгулявальнага (КЗР) або трохходавага клапана;

– ПД-рэгуляванне вымеранай велічыні ў сістэме «награвальнік – халадзільнік»;

– аўтаналадка ПД-рэгулятара ў сістэме «награвальнік – халадзільнік»;

– праграмаванне кнопкамі на панэлі прыбора;

– захаванне зададзеных параметраў пры адключэнні сілкавання;

– абарона параметраў ад несанкцыянаваных змен.

Вымяральнік-рэгулятар АВЕН ТРМ138. Прыбор прызначаны для вымярэння, рэгістрацыі і рэгулявання тэмпературы альбо іншага фізічнага параметра, адначасовага кіравання некалькімі (да 8) выканаўчымі механізмамі, а таксама для рэгістрацыі вымераных параметраў на ЭВМ.

Функцыянальныя магчымасці прыбора АВЕН ТРМ138:

– 8 універсальных уваходаў для падлучэння ад 1 да 8 датчыкаў рознага тыпу ў любых камбінацыях, што дазваляе адначасова вымяраць і кантраляваць некалькі розных фізічных велічынь (тэмпературу, вільготнасць, ціск і інш.);

– вылічэнне дадатковых велічынь: (сярэдніх значэнняў ад 2 да 8 вымераных велічынь, рознасцей вымераных велічынь, хуткасці змены вымяраемай велічыні);

- да 8 каналаў рэгулявання або рэгістрацыі вымераных або вылічаных велічынь;
- рэгуляванне па двухпазіцыйнаму закону;
- рэгістрацыя на аналагавым выхадзе (ток 4–20 мА);
- ад 1 да 8 убудаваных выхадных прылад розных тыпаў у вылучанай карыстальнікам камбінацыі;
- рэжым ручнога кіравання выхаднымі прыладамі;
- канфігураванне функцыянальнай схемы і ўсталёўка параметраў кнопкамі на ўласнай панэлі прыбора, на ПК з дапамогай праграмы-канфігуратара;
- стандартная канфігурацыя – зручны выбар з чатырох магчымых;
- убудаваны інтэрфейс RS-485 (пратакол АВЕН).

МІНІТЭРМ 300, 400. Рэгулятары прызначаны для вымярэння і рэгулявання розных тэхналагічных параметраў, напрыклад тэмпературы, ціску, разрэджання, ўзроўню вадкасці, расходу і да т. п. Яны выконваюць ПІД-, ПІ-, ПД-, П-рэгуляванне з імпульсным або аналагавым выхадным сігналам, двухпазіцыйнае рэгуляванне, а таксама фармаванне праграмнага задання ў выглядзе адвольнай кавалкавалінейнай функцыі часу з некалькімі ўчасткамі адвольнага нахілу.

9. Прамысловыя кантролеры

Прамысловыя кантролеры КРОС і P-130Isa. Прыборы ўтвараюць сямейства праграмна і сістэмна сумяшчальных узаемна дапаўняльных адзін аднаго прыбораў, арыентаваных на аўтаматызацыю аб'ектаў сярэдняй і вялікай (КРОС) і малой складанасці (P-130Isa).

Характарыстыкі прамысловых кантролераў P-130 Isa:

- аперацыйная сістэма рэальнага часу RTOS-32;
- тэхналагічнае праграмаванне выконваецца ў асяроддзі ISaGRAF пры дапамозе камп'ютара;
- колькасць алгаблокаў не абмежавана;
- склад кантролера – блок кантролера БК-1М і модулі УСО: платы МАС, МСД, МДА;
- падтрымка сетак Modbus па RS232/485 і TCP/IP(Ethernet);
- такія ўваходныя – выхадныя сігналы, як у P-130. Лік уваходаў – выхадаў вызначаецца платамі пашырэння, устаўляемымі ў кантролер. Уваход можа быць сканфігураваны як частотны або як лічильнік;

– уваходныя сігналы – сігналы ад тэрмапар ТХК, ТХА, ТПР, ТВР, ТПП тэрмометраў супраціўлення ТСМ, ТСП, уніфікаваныя аналагавыя сігналы сталага току 0–5, 0–20, 4–20 мА, дыскрэтныя сігналы 24 В, лічбавыя сігналы па сетцы;

– выхадныя сігналы – аналагавыя сігналы 0–5, 0–20, 4–20 мА; дыскрэтныя сігналы; транзістарнага выхаду – «сухі» кантакт, максімальнае напружанне камутацыі 40 В, 0,3 А, моцнатокавага рэлейнага выхаду (максімальнае напружанне камутацыі 220 В, максімальны ток нарузкі 2А, колькасць контураў рэгулявання да 8; хібнасць пераўтварэння – +0,4% для АЛП, +0,5% для ЛАП);

– астранамічныя гадзіны рэальнага часу. Архіў – энерганезалежная памяць у выглядзе FLASH-дыска (8 МВ).

Асноўнае прызначэнне кантролера КРОС-500 – пабудова высокаэфектыўных (недарагіх і надзейных) сістэм аўтаматызацыі розных тэхналагічных аб’ектаў. Кантролер забяспечвае аптымальныя суадносіны «прадукцыйнасць – кошт» аднаго кіруючага або інфармацыйнага канала, аднастайнасць апаратуры аўтаматыкі на прадпрыемстве, памяншае выдаткі на ЗПП, навучанне персаналу і да т. п.

Кантролер КРОС-500 з’яўляецца мадэрнізацыяй і далейшым развіццём кантролера для размеркаваных адкрытых сістэм КРОС. Асноўныя вобласці ўжывання прыбора (далей кантролер) – сістэмы аўтаматызацыі тэхналагічных аб’ектаў шырокага класа (простых і складаных, павольных і хуткіх, засяроджаных і размеркаваных у прасторы) у розных галінах з бесперапыннымі і дыскрэтнымі тэхналагічнымі працэсамі (энергетычныя, хімічныя, нафта- і газаздабываючыя, машынабудаўнічыя, сельскагаспадарчыя, харчовыя вытворчасці, вытворчасць будматэрыялаў, прадпрыемствы камунальнай гаспадаркі і да т. п.). Кантролер арыентаваны на пабудову недарагіх сістэм рознай алгарытмічнай і інфармацыйнай складанасці: макрасістэма (128–384 каналаў); міні-сістэма (64–128 каналаў); міні-сістэма (16–64 каналы); сістэма малой лакальнай аўтаматыкі (бескантактавая рэлейная логіка).

Кантролер прызначаны для рашэння наступных тыпавых задач аўтаматызацыі:

– збор інфармацыі з датчыкаў розных тыпаў і яе першасная апрацоўка (фільтрацыя сігналаў, лінеарызацыя характарыстык датчыкаў, «афізічванне» сігналаў і да т. п.);

– выдача кіраўнікоў уздзеянняў на выканаўчыя органы розных тыпаў; кантроль тэхналагічных параметраў па межавых значэннях і аварыйная абарона тэхналагічнага абсталявання;

- рэгуляванне прамых і ўскосных параметраў па розных законах;
- лагічнае, праграмна-лагічнае кіраванне тэхналагічнымі агрэгатамі, аўтаматычны пуск і спыненне тэхналагічнага абсталявання;
- матэматычная апрацоўка інфармацыі па розных алгарытмах;
- рэгістрацыя і архівавванне тэхналагічных параметраў;
- тэхнічны ўлік матэрыяльных і энергетычных струменяў (электраэнергія, цяпло) рознымі ўчасткамі вытворчасці;
- абмен данымі з іншымі кантролерамі ў рамках кантролернай кіруючай сеткі рэальнага часу;
- абслугоўванне станцый тэхнолага-аператара, прыём і выкананне іх каманд, аварыйная, папярэджальная і працоўная сігналізацыя, індывідуальныя значэнні прамых і ўскосных параметраў, выдача значэнняў параметраў і розных паведамленняў на пульт тэхнолага-аператара і працоўных станцый верхняга ўзроўню;
- абслугоўванне тэхнічнага персаналу пры наладцы, праграмаванні, рамонце, праверцы тэхнічнага стану кантролера; самакантроль і дыягностыка ўсіх прылад кантролера ў бесперапынным і пераходным рэжымах, вывад інфармацыі аб тэхнічным стане кантролера абслуговаму персаналу.

Праграмуемыя кантролеры SIMATIC S7-200. Прыборы прызначаны для пабудовы адносна простых і недарагіх сістэм аўтаматычнага кіравання і могуць выкарыстоўвацца для замены наяўных рэлейна-кантактных схем. Сямейства ўключае ў свой склад модулі цэнтральных працэсараў, модулі ўводу – вываду дыскрэтных і аналагавых сігналаў, а таксама камунікацыйныя блокі.

Праграмаванне кантролераў SIMATIC S7-200, а таксама канфігураванне тэкставых дысплеяў SIMATIC TD 200 і сэнсарных панэляў аператараў SIMATIC TP 070 выконваецца з дапамогай пакета STEP 7-Micro/WIN.

Колькасць дыскрэтных уваходаў і выхадаў сістэмы – ад 10 да 248.

Колькасць аналагавых уваходаў і выхадаў сістэмы – ад 0 да 28.

Сямейства SIMATIC S7-200 аб'ядноўвае ў сваім складзе наступныя часткі:

- 4 тыпы цэнтральных працэсараў, якія адрозніваюцца аб'ёмам памяці, колькасцю ўбудаваных уваходаў – выхадаў, наборам убудаваных функцый, магчымасцямі пашырэння сістэмы;
- шырокі спектр модуляў уводу – вываду дыскрэтных і аналагавых сігналаў;

– 2 камунікацыйныя модулі, якія забяспечваюць магчымасць падлучэння да AS-інтэрфейсу і сеткі PROFIBUS-DP.

Модульныя праграмуемыя кантролеры SIMATIC S7-300. Яны прызначаны для рашэння задач аўтаматычнага кіравання сярэдняй ступені складанасці. Высокая вылічальная магутнасць, комплексны набор каманд, наяўнасць MPI інтэрфейсу і здольнасць працаваць у лакальных вылічальных сетках робяць кантролер выключна магутным. Шырокі спектр модуляў і 8 тыпаў цэнтральных працэсараў дазваляюць у максімальнай ступені адаптаваць кантролер да выканання пастаўленых задач.

Магчымасць падлучэння да цэнтральнага кантролера праз 3 стойкі пашырэння ўводу – вываду, кампактнасць, убудаваныя ўчасткі шыны ПЛК у кожным модулі, магчымасць выкарыстання TOP-злучальнікаў дазваляюць размяшчаць кантролер у мінімальних мантажных аб'ёмах.

Інтэрфейс для злучэння з ўсімі вырабамі сямейства SIMATIC, інтэграваныя функцыі падтрымкі чалавека-машыннага інтэрфейсу, базавы пакет праграмавання STEP 7, які пашыраецца інструментальнымі сродкамі праектавання, робяць SIMATIC S7-300 універсальным міні-кантролерам.

Колькасць дыскрэтных уваходаў і выхадаў сістэмы ад – 256 да 65 536.

Колькасць аналагавых уваходаў і выхадаў сістэмы – ад 32 да 4096.

Кантролеры SIMATIC S7-300 маюць модульную канструкцыю і могуць уключаць модулі цэнтральных працэсараў (CPU). У залежнасці ад ступені складанасці развязальнай задачы ў кантролерах могуць быць скарыстаны розныя тыпы цэнтральных працэсараў, якія адрозніваюцца прадукцыйнасцю, аб'ёмам памяці, наяўнасцю або адсутнасцю ўбудаваных уваходаў – выхадаў і адмысловых функцый, наяўнасцю або адсутнасцю камунікацыйных інтэрфейсаў.

Сігнальныя модулі (SM) прызначаны для ўводу – вываду дыскрэтных і аналагавых сігналаў з рознымі электрычнымі і часовымі параметрамі.

Камунікацыйныя працэсары (CP) выкарыстоўваюцца для падлучэння да сетак PROFIBUS, Industrial Ethernet, AS інтэрфейсу або арганізацыі сувязі па PPI (point to point) інтэрфейсу.

Функцыянальныя модулі (FM) здольны самастойна вырашаць задачы аўтаматычнага рэгулявання, пазіцыянавання, апрацоўкі сігналаў.

Функцыянальныя модулі забяспечаны ўбудаваным мікрапрацэсарам і здольныя выконваць ускладненыя на іх функцыі нават у выпадку адмовы цэнтральнага працэсара ПЛК.

10. Выканаўчыя прылады

Блок кіравання тырыстарамі і сімістарамі АВЕН БУСТ. Прылада прызначана для кіравання сімістарамі або тырыстарамі, якія працуюць з актыўнай нагрузкай: награвальнымі элементамі інэрцыйных печаў, інфрачырвонымі лямпамі і інш. БУСТ рэкамендуецца выкарыстоўваць для рэгулявання магутнасці сумесна з ПД-рэгулятарамі АВЕН ТРМ101, ТРМ10.

Аўтаматычнае рэгуляванне магутнасці актыўнай нагрузкі праводзяць з дапамогай сігналаў кіравання 0(4)–20 мА, 0–5 мА, 0–10 В, якія паступаюць ад рэгулятара (напрыклад, АВЕН ТРМ101, ТРМ10).

Выканаўчыя механізмы МЭО. Умоўныя абазначэнні выканаўчых механізмаў уключаюць наступную інфармацыю: на першым месцы запісваецца тып выканаўчага механізма МЭО – механізм электрычны аднаабаротны. Лічба на другім месцы азначае намінальны круцячы момант на вале: 16, 40, 250, 320, 400, 630, 1600, 2500, 4000 Нм. Наступная лічба азначае намінальны час поўнага ходу выходнага вала: 10, 25, 63, 160 с. Лічба на чацвёртым месцы азначае намінальны поўны ход выходнага вала: абарачэнні 0,25; 0,63.

Выканаўчыя механізмы МЭОФ. Умоўныя абазначэнні выканаўчых механізмаў змяшчаюць наступную інфармацыю: на першым месцы запісваецца тып выканаўчага механізма МЭОФ – механізм электрычны аднаабаротны фланцавы. Лічба на другім месцы азначае намінальны круцячы момант на вале: 16, 40, 250, 320, 400, 630 Нм. Наступная лічба азначае намінальны час поўнага ходу выходнага вала: 10, 25, 63, 160 с. Лічба на чацвёртым месцы азначае намінальны поўны ход выходнага вала: абарачэнні 0,25; 0,63.

Узмацняльнікі тырыстарныя трохпазіцыйныя ФЦ. Прыборы кіруюць механізмамі МЭО, якія маюць 3-фазны электрарухавік.

Пускальнікі бескантактавыя рэверсіўныя ПБР. ПБР-2М здзяйсняе кіраванне механізмамі МЭО, якія маюць электрамагнітны тормаз і аднафазны кандэнсатарны рухавік. ПБР-3А – кіраванне механізмамі МЭО з 3-фазнымі асінхроннымі (сінхроннымі) электрарухавікамі АОЛ, 4А, АЕР (ДСТР), ахова электрарухавіка ад перагрузкі.

Тырыстарныя ўзмацняльнікі магутнасці. Узмацняльнік У13Н прызначаны для кіравання магутнасцю пераменнага току ў электранагравальніках і іншых прыладах. Дапушчальная магутнасць награвальніка, падлучальнага да ўзмацняльніка, – 3,3 кВт пры напружанні сілкавання 220 В, 5,7 кВт пры напружанні сілкавання 380 В.

Узмацняльнік У29.3М прызначаны для рэверсіўнага кіравання аднафазнымі асінхроннымі электрарухавікамі выканаўчых механізмаў або кіравання электрамагнітнымі пусковымі прыладамі.

Узмацняльнік У24 здзяйсняе ўзмацненне магутнасці і пераўтварэнне ўваходных сігналаў сталага току ў кіруючае асінхронным электрарухавіком трохфазнае напружанне з прамой або рэверсіўнай паслядоўнасцю фаз у залежнасці ад камбінацыі ўваходных сігналаў і папярэдняга стану ўзмацняльніка, а таксама фарміруе сталы ток на выхадзе для тармажэння электрарухавіка.

Узмацняльнік магутнасці трохпазіцыйны У340 забяспечвае ўзмацненне па магутнасці выхадных сігналаў рэгулятараў МІНІТЭРМ 300, МІНІТЭРМ 400 з імпульснымі выхаднымі сігналамі.

Узмацняльнік У14.3 прызначаны для кіравання магутнасцю электрычнай нагрузкі ў трохфазных ланцугах пераменнага току.

11. Клапаны

Клапаны прызначаны для кіравання струменямі вадкіх і газападобных асяроддзяў, якія транспартуюцца па трубаправодах.

Рэгулявальны і запорна-рэгулявальны клапаны здзяйсняюць бесперапынную змену расхода рэгулюемага струменя ад мінімальнага, калі клапан цалкам закрыты, да максімальнага, калі клапан цалкам адкрыты.

Запорныя, або адсечныя, клапаны кіруюць рэгулюемым струменем не бесперапынна, а дыскрэтна (клапан цалкам адкрыты або цалкам закрыты). Як у рэгулюемых, так і ў запорных клапанах ёсць невялікія працёкі рэгулюемага асяроддзя пры закрытым становішчы клапана.

Умоўнае назначэнне клапана ўключае тып клапана: РК – рэгулявальны; ЗК – запорны; ЗРК – запорна-рэгулявальны клапан з пнеўматычным прывадам. РК-Э, ЗК-Э, ЗРК-Э – клапаны з электрапрывадам.

Лічба на другім месцы азначае ціск асяроддзя – P_y , кг/см². Напрыклад, лічба 2 адпавядае $P_y = 16$ кг/см², 3 – 25, 4 – 40, 5 – 63, 6 – 100, 7 – 160, 8 – 250.

Наступная лічба азначае тып корпуса: 0 – прамы праходны, 1 – кутні, 2 – прамы праходны з абагравальнай кашуляй, 3 – кутні з абагравальнай кашуляй, 4 – прамы праходны «40-й» серыі, 5 – кутні «40-й» серыі, 6 – прамы праходны з сільфонным ушчыльненнем, 7 – кутні з сільфонным ушчыльненнем.

Лічба на чацвёртым месцы азначае тэмпературу рэгулюемага асяроддзя: 1 – да $+225^{\circ}\text{C}$; 2 – да $+420^{\circ}\text{C}$; 3 – ад -90°C ; 5 – ад -196°C ; 6 – да $+550^{\circ}\text{C}$.

Літары на пятым месцы азначаюць матэрыял корпуса: З – сталь 25Л; НЖ – сталь 12Х18Н9ТЛ; ХЛ – сталь холадастойкая 20ХН3Л або 08Г2ДНФЛ; М – сталь 12Х18Н12МЗТЛ; Д – іншыя адмысловыя сталі па заказе спажыўца.

На шостым месцы паказваецца ўмоўны праход D_y : 15; 20; 25; 32; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250 мм.

На сёмым месцы паказваецца ўмоўная прапускная здольнасць K_{vy} ($\text{м}^3/\text{гадз}$). Далей ідзе выгляд прапускной характарыстыкі: Л – лінейная; Р – роўнапрацэнтная.

На дзевятым месцы паказваецца зыходнае становішча клапана з pneўматычным прывадам: НЗ – нармальна закрытае; АЛЕ – нармальна адкрытае.

На дзесятым месцы паказваецца кліматычнае выкананне: У ($-40 \dots +70^{\circ}\text{C}$; 80% пры 15°C); УХЛ ($-60 \dots +70^{\circ}\text{C}$; 80% пры 15°C); Т ($-10 \dots +85^{\circ}\text{C}$; 80% пры 27°C).

Апісанне рэгулюемага клапана: pneўматычны прывад з нармальна адкрытым становішчам, $D_y = 80$ мм, $P_y = 4,0$ МПа, корпус палегчаны з сталі 25Л, прапускная здольнасць $63 \text{ м}^3/\text{гадз}$, прапускная характарыстыка – лінейная, максімальная тэмпература рабочага асяроддзя $+225^{\circ}\text{C}$, кліматычнае выкананне – У.

Прызначэнне: РК 441 З 80 63 Л АЛЕ У.

Запорныя клапаны «40-й серыі» з увёртнымі сёдламі: ЗРК 241 (242, 341, 342, 441, 442); РК 241 (242, 341, 342, 441, 442); ЗРК-Э 241 (242, 341, 342, 441, 442); РК-Э 241 (242, 341, 342, 441, 442). З ДК 15, 20, 25, 32, 50, 65, 80, 100 мм і рэкамендуемымі дыяпазонамі ўмоўнай прапускной здольнасці K_{vy} 0,1–4; 0,1–8; 0,1–16; 4,0–20; 6,3–32; 10–50; 10–80; 25–125; 40–200 ($\text{м}^3/\text{гадз}$) адпаведна.

Умоўнае абазначэнне запорных клапанаў уключае 7 пазіцый. На першым месцы запісваецца тып клапана. Напрыклад, ЗК-М – запорны клапан з электрамагнітным прывадам.

Лічба на другім месцы вызначае ціск асяроддзя – P_y . Напрыклад, лічба 2 адпавядае $P_y = 6 \text{ кг/см}^2$, 3 – 25, 4 – 40, 5 – 63, 6 – 100, 7 – 160.

Наступная лічба азначае тып корпуса: 0 – прамы праходны, 1 – кутні.

Лічба на чацвёртым месцы вызначае тэмпературу рэгулюемага асяроддзя: 1 – да $+100^\circ\text{C}$.

Літары на пятым месцы вызначаюць матэрыял корпуса: З – сталь 25Л; НЖ – сталь 12Х18Н9ТЛ; ХЛ – сталь халадаўстойлівая 20ХН3Л або 08Г2ДНФЛ; М – сталь 12Х18Н12МЗТЛ; Д – іншыя адмысловыя сталі па заказе спажыўца.

На шостым месцы паказваецца ўмоўны праход D_y : 15, 20, 25, 32, 50, 65, 80 мм.

На апошнім (сёмым) месцы паказваецца кліматычнае выкананне: У ($-40 \dots +70^\circ\text{C}$; 80% пры 15°C); УХЛ ($-60 \dots +70^\circ\text{C}$; 80% пры 15°C); Т ($-10 \dots +85^\circ\text{C}$; 80% пры 27°C).

Напрыклад, запорны клапан з электрамагнітным прывадам, $D_y = 80 \text{ мм}$, $P_y = 4,0 \text{ МПа}$, корпус з сталі 12Х18Н10ТЛ, кліматычнае выкананне – У, абазначаецца як ЗК-М 401 НЖ 80 У.

Асноўныя тэхнічныя характарыстыкі клапанаў з электрамагнітным прывадам:

- дыяметр умоўнага праходу (D_k) – 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80 мм;
- умоўны ціск P_y – 16, 25, 40, 63, 100, 160 кгс/см^2 ;
- тэмпература рабочага асяроддзя – ад -60 да $+100^\circ\text{C}$;
- кліматычнае выкананне па ДАСТ 15150: У, УХЛ, Т.

12. Прамежкавыя ператваральнікі

Пераўтваральнік пнеўмаэлектрычны АСТРА-8М. Прыбор мае 8 каналаў пераўтварэння аналагавых сігналаў 20–100 кПа і прызначаны для пераўтварэння уніфікаваных пнеўматычных аналагавых сігналаў ва уніфікаваныя электрычныя токавыя сігналы ў сістэмах аўтаматычнага кантролю.

Выхадныя сігналы – 0–5, 0–20 і 4–20 мА. Знешнія інтэрфейсы – RS 232, RS 485.

Мяжа дапушчальнай асноўнай хібнасці – $\pm 0,5\%$.

Пераўтваральнік пнеўмаэлектрычны АСТРА-1М. Прыбор прызначаны для пераўтварэння уніфікаванага пнеўматычнага аналагавага сігнала ва уніфікаваны электрычны токавы сігнал у сістэмах аўтаматычнага кантролю.

Уваходны пнеўматычны сігнал – 20–100 кПа.

Выхадны токавы сігнал – 4–20 мА ў лініі сілкавання.

Мяжа дапушчальнай асноўнай хібнасці – $\pm 0,5\%$.

Пераўтваральнік электрапнеўматычны МТМ810. Прыбор прызначаны для бесперапыннага пераўтварэння уніфікаванага сігналу сталага току ва уніфікаваны аналагавы пнеўматычны сігнал.

Уваходныя сігналы – 0–5, 0–20, 4–20 мА.

Выхадны сігнал – 20–100 кПа.

Мяжа дапушчальнай прыведзенай хібнасці – 0,5%.

ЛІТАРАТУРА

1. Стандарт предприятия. Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представление к защите и защита: СТП 001-2002. – Минск: БГТУ, 2002. – 159 с.

2. Кузьміцкі, І. Ф. Аўтаматыка, аўтаматызацыя і аўтаматызаваныя сістэмы кіравання хімічна-тэхналагічнымі працэсамі: вучэб. дапаможнік / І. Ф. Кузьміцкі, В. П. Кобрынец, В. Дз. Лебедзеў. – Мінск: БДТУ, 2005. – 315 с.

3. Промышленные приборы и средства автоматизации: справочник / под общей ред. В. В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.

4. Автоматизация целлюлозно-бумажных предприятий: справочник / под ред. Э. В. Тешковского. – М.: Лесная промышленность, 1987. – 350 с.

5. Полоцкий, Л. М. Автоматизация химических производств: учеб. пособие / Л. М. Полоцкий, Г. Н. Лапшенков. – М.: Химия, 1982. – 295 с.

ЗМЕСТ

Прадмова	3
1. Аналіз тэхналагічнага працэсу і выбар параметраў кантролю і рэгулявання	4
2. Выбар тэхнічных сродкаў аўтаматызацыі	9
2.1. Агульныя звесткі	9
2.2. Выбар першасных ВП	9
2.3. Выбар другасных прыбораў	10
2.4. Выбар аўтаматычных рэгулятараў	11
2.5. Выбар выканаўчых прылад	13
2.6. Выбар прамежкавых пераўтваральнікаў	14
3. Распрацоўка функцыянальных схем аўтаматычнага кантролю і рэгулявання	16
3.1. Методыка праектавання функцыянальных схем аўтаматызацыі	16
3.2. Тыповыя схемы аўтаматычнага рэгулявання хіміка-тэхналагічных працэсаў	25
3.2.1. Рэгуляванне працэсаў перадачы энергіі	25
3.2.2. Рэгуляванне працэсаў цеплаперадачы	25
3.2.3. Рэгуляванне працэсаў масаперадачы	26
3.2.4. Рэгуляванне хімічных рэактараў	35
4. Распрацоўка прынцыповых схем аўтаматызацыі	43
Дадатак	54
Літаратура	81

Вучэбнае выданне

**Кобрынец Віктар Паўлавіч
Лебедзеў Вячаслаў Дзмітрыевіч
Максімаў Уладзімір Якаўлевіч**

**АЎТАМАТЫКА, АЎТАМАТЫЗАЦЫЯ
І АЎТАМАТЫЗАВАНЫЯ СІСТЭМЫ КІРАВАННЯ
ТЭХНАЛАГІЧНЫМІ ПРАЦЭСАМІ**

Вучэбна-метадычны дапаможнік

Рэдактар Л. Г. Кішко
Камп'ютэрная вёрстка Л. Г. Кішко

Падпісана да друку 06.12.2007. Фармат 60×84¹/₁₆.
Папера афсетная. Гарнітура Таймс. Друк афсетны.
Ум. друк. арк. 4,8. Ул.-выд. арк. 5,0.
Тыраж 500 экз. Заказ .

Установа адукацыі
«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».
220006. Мінск, Свярдлова, 13а.
ЛИ № 02330/0133255 ад 30.04.2004.

Аддрукавана ў лабараторыі паліграфіі ўстановы адукацыі
«Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».
220006. Мінск, Свярдлова, 13.
ЛП № 02330/0056739 ад 22.01.2004.