



УДК 622.046.

© Мухитдинов Д.П., Саттаров О.У., Бекчанов Э.

АБСОРБЦИОН КОЛОННАНИ ЗАМОНАВИЙ БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИ МУАММОЛАРИ

Мухитдинов Д.П. - Тошкент давлат техника университет, техника фанлари доктори, профессор, **Саттаров О.У.** - Навоий давлат кончилиқ институти, PhD, доцент в.б. Email:olim81@bk.ru, **Бекчанов Э.** - Навоий давлат кончилиқ институти магистри.

Аннотация. Ушбу мақолада радиал база функция хусусиятга эга бўлган ва тўғридан тўғри алоқали нейрон тармоқлардан фойдаланган ҳолда абсорцион колоннанинг хусусиятларини симуляция қилиш ва у орқали жараёни бошқариш имкониятларини кўриб чиқамиз. Нейрон тармоқларини ўргатиш учун кириш ва чиқиш натижалари абсорцион колонна моделдан келиб чиқади. Нейрон тармоқ моделлари ёрдамида олинган натижалар асосан симуляция ҳисоб – китобларидан олинган натижалар билан таққосланади. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, абсорцион колоннанинг барқарор ҳолатини моделлаштириш учун нисбатан оддий нейрон тармоқ моделларидан фойдаланиш мумкин. Моделлаштиришда қўлланилган нейрон тармоқ тури бошқариш замонавий усулларини қўллаш имконини беради.

Калит сўзлари: Интеллектуал бошқариш тизимлари, нейрон тармоқ, тизим мантиқий ойнаси, принципадиал схема, MATLAB, Simulink

Аннотация. В данной работе рассматривается возможность моделирования свойств абсорбционной колонны и управления процессом через нее с помощью радиальной базовой функции и непосредственно подключенных нейронных сетей. Входные и выходные результаты для обучения нейронных сетей получены из модели поглощающей колонны. Результаты, полученные с использованием нейросетевых моделей, в основном сравниваются с результатами, полученными в результате имитационного моделирования. Полученный результат показывает, что для моделирования стационарного состояния абсорбционной колонны можно использовать относительно простые модели нейронных сетей. Используемый при моделировании нейросетевой тип позволяет использовать современные методы управления.

Ключевые слова: Интеллектуальные системы управления, нейронная сеть, окно системной логики, принципиальная схема, MATLAB, Simulink.

Annotation. In this paper, we consider the possibility of modeling the properties of an absorption column and controlling the process through it using a radial basic function and directly connected neural networks. The input and output results for training neural networks are obtained from the absorbing column model. The results obtained using neural network models are mainly compared with the results obtained as a result of simulation. The result obtained shows that relatively simple neural network models can be used to simulate the stationary state of an absorption column. The neural network type used in the simulation allows the use of modern control methods.

Key words: Intelligent control systems, neural network, system logic window, circuit diagram, MATLAB, Simulink

Кириш.

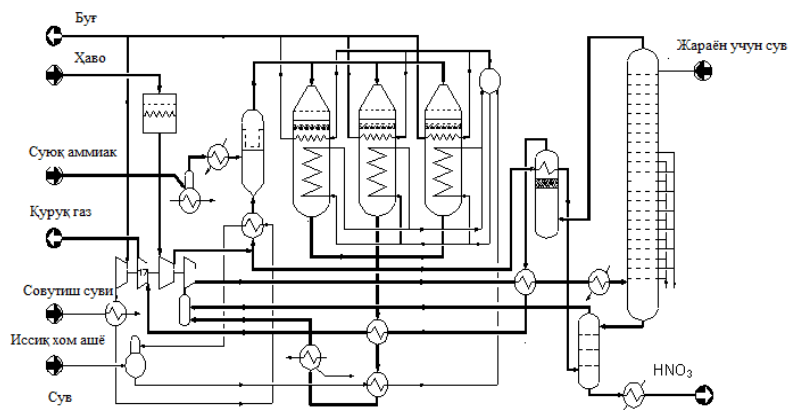
Абсорцион колонна азот кислотаси ишлаб чиқариш жараёнининг энг муҳим ва асосий қурилмаларидан бири ҳисобланади. Азот кислотаси ишлаб чиқарадиган замонавий саноат корхоналарида асосан элак тўрли плиталардан ташкил топади, 1-расм.

Ҳозирги замонавий ишлаб чиқариш жараёнларида қўлланиладиган абсорцион колонна қурилмасининг диаметри 6м дан, қурилма баландлиги эса 80 м дан юқори ҳисобланади. Ушбу қурилмага хизмат кўрсатиш катта капитал харажатлар талаб қилиниши, шунингдек атроф-муҳит тўғрисидаги қонун ҳужжатлари нуқтаи назаридан жараёни аниқ математик моделини тузиш муҳим аҳамият касб этади. Қурилмада масса оқими тезлигининг ўзгариши, шунингдек ҳарорат ва босим ўзгаришини башорат қилиш модели орқали қурилмани эксплуатация қилишда фойдаланиш мумкин. Азот кислотаси ишлаб чиқариш технологиясини ривожланишининг дастлабки босқичларида ҳам, саноат корхоналаридан олинган экспериментал маълумотлар орқали абсорцион колоннани лойиҳалаш ишлари амалга оширилган.

Азот кислотаси ишлаб чиқариш жараёни ўзлаштирилганлиги сабабли айрим адабиётларда жараён параметрлари графиклар усули орқали ифодаланган. Ҳозирги замонавий моделлаштиришда компьютер орқали абсорция жараёни моделини аниқроқ ва тезроқ тадқиқ қилиш имконияти ишлаб чиқилмоқда.

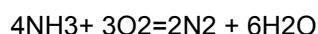
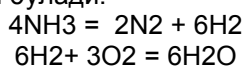
Концентрациясиз нитрат кислота олиш жараёнининг асосий босқичлари:

- ҳавони тозалаш;
- ҳавони сиқиш ва энергияни тиклаш;
- газли аммиакни тайёрлаш;
- ҳаво-аммиак аралашмасини (ҲАА) тозалаш;
- аммиакнинг оксидланиши (алоқа қилиш)
- азотли газлардан иссиқликни совиштириш ва улардан фойдаланиш
- азот оксидларини ютилиши (азот кислотасини ишлаб чиқариш)
- азот кислотасини сақлаш ва етказиб бериш

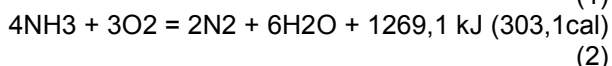
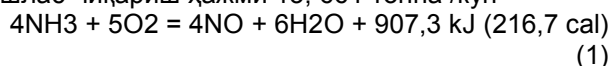


1-расм. Азот кислотаси ишлаб чиқариш жараёни қурилма схемаси.

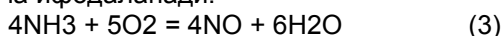
Ортиқча аммиакнинг термик парчаланиши, селектив тозалаш учун берилиши, элементар азот ҳосил бўлиши турбинанинг универсал ёниш камерасида ва газ каналининг турбинага иссиқлик қисмида қуйидаги реакцияларга мувофиқ ҳосил бўлади:



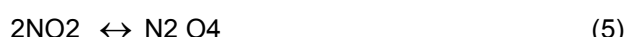
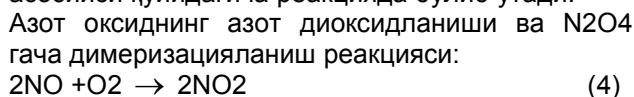
Контактли қурилмада платиниоидлар қотишмаларидан тайёрланган катализатор катакчаларида 890-910 °C ҳарорат оралиғида, 0.617 МПа (6.3 kgf/cm²) босимда аммиак оксидланиш реакцияси содир бўлади, маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми 13, 661 тонна /кун



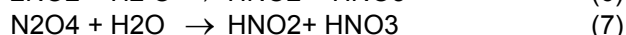
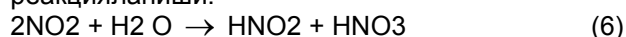
Азот кислотаси ишлаб чиқариш қурилмасида аммиак ва ҳаво аралашмаси катализатор пластинаси орқали ўтишида кўплаб реакциялар бўлиб ўтади, улар орасида энг асосий реакция қуйидагича ифодаланади:



Аммиак оксидланиш реакторидан чиқувчи газ оқими иссиқлик алмаштиригичда совутилади. Агар қурилманинг ҳарорати белгиланган қиймат оралиғидан паст бўлса NO дан NO₂ га айланади, шунингдек N₂O₄ ва конденсат ҳосил бўлади. Азот оксидининг бир қисми сув билан реакцияга киришиб заиф азот кислотаси ҳосил қилинади, унинг концентрацияси эса реакция бўлиш вақти ва қуйилтирилган сув миқдорига боғлиқ. Кейин конденсат насос ёрдамида кейинги абсорцион колонна тарелкасига узатилади. Абсорцион колоннада газ ва суюқлик фазалари ўртасида турлича реакциялар бўлиб ўтади, улардан энг асосийси қуйидагича реакцияда бўлиб ўтади:



Сув билан диоксидланиш ва тетроксиданиш реакцияланиши:



Қуйидаги параметрлар ўзгаришларидан фойдаланган ҳолда абсорцион колоннанинг математик модели ишалб чиқилди:

Газ ва суюқлик фазалари пластина устида идеал аралашшига;

Пластина ҳовузида ҳарорат ва концентрация билан боғлиқ суюқлик градиентларининг бўлмаслигига;

Газ ва суюқлик фазалари сурилиш хусусиятларига;

Атроф муҳитга кўп бўлмаган иссиқликни йўқотилишига;

Иссиқлик алмаштиригич томонидан узатиладиган иссиқлик реакциясига;

Пластина ҳовузидан чиқадиган суюқлик билан газ ҳароратини бир хил эканлигига;

Кимёвий реакцияларни аторф-муҳит билан иссиқлик алмашинувисиз қурилманинг буш жойларида содир бўлишига;

HNO₂ нинг HNO₃ га, NO ва H₂O пластина ҳовузида суюқлик билан парчаланишига;

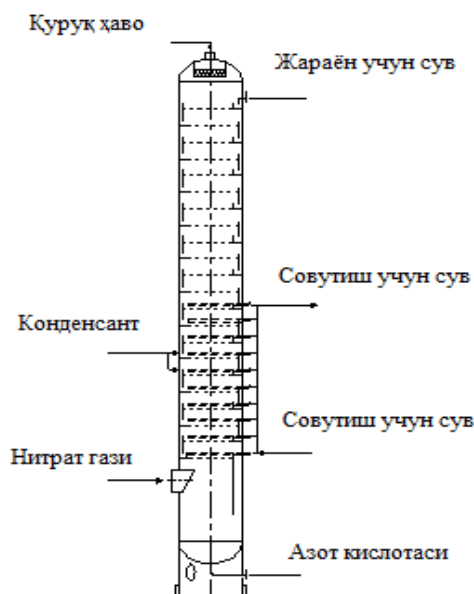
Пластина орасидаги газ босимини ҳисоблаш қуйидаги тенглама асосида амалга оширилади:

$$P^i = P^{i-1} - \Delta P \quad (9)$$

Пластиналар орасидаги босимлар фарқи Хант боғлиқлик ифодаси ёрдамида ҳисобланади [1].

Пластинада ҳосил бўлган азот кислотасининг миқдори пластина самардорлигига, NO_x реакциясининг назарий нисбати ва пластинкага тшадиган NO_x миқдорига боғлиқ:

$$X_{\text{HNO}_3} = \eta \gamma \sum_{j=\text{NO}}^{\text{N}_2\text{O}_4} G_j^{i-1} \quad (10)$$



2-расм. Азот кислотаси ишлаб чиқариш саноат калоннаси

$$\eta = 1 - \exp\left(A \frac{\left(1 + \frac{C_{HNO_3}^i}{100}\right)^{1.49}}{(w_g^i)^{0.546} (p_{NO}^{i-1})^{0.0483} (T^i)^{1.248}}\right) \quad (11)$$

пластинадан оқиб ўтувчи азот кислотаси эритмасининг таркибини қуйидаги муносабатлар билан тавсифлаш мумкин:

$$L_{HNO_3}^i = L_{HNO_3}^{i+1} + X_{HNO_3} \quad (12)$$

$$L_{H_2O}^i = L_{H_2O}^{i+1} + y_{H_2O} - 0.5X_{HNO_3} \quad (13)$$

$$y_{H_2O} = G_{H_2O}^{i-1} - \frac{p_{H_2O}^i \left(\sum_{j=NO}^{N_2O_4} G_j^i + \sum_{j=O_2}^{Ar} G_j^i \right)}{p^i - p_{H_2O}^i} \quad (14)$$

Пластина орасидан оқиб ўтувчи конденсат эритмасининг таркибини қуйидаги боҳоликлар асосида ҳисоблаш мумкин:

$$L_{HNO_3}^i = L_{HNO_3}^{i+1} + X_{HNO_3} + L_{HNO_3}^k \quad (15)$$

$$L_{H_2O}^i = L_{H_2O}^{i+1} + L_{H_2O}^k + y_{H_2O} - 0.5X_{HNO_3} \quad (16)$$

Классик математик моделларда аниқ (аналитик) математик моделнинг мавжудлиги кўзда тутилган. Аммо технологик жараёнга ишлаб чиқилган моделларда инobatга олиб бўлмайдиган ноаниқ параметрлар таъсир қилади. Нейрон тармоғидан фойдаланадиган усул тизимнинг чизиқлигига чекловлар қўймайди, у шовқинли шароитда самарали бўлади ва ўқитишлар тугагандан сўнг, реал вақтда назоратни таъминлайди. Нейрон тармоқларни бошқариш тизимлари (НТБТ) реал шароитларга мослашувчан тарзда мослаштирилиб, ҳақиқий тизимларни қуриш билан боғлиқ чекловларсиз қўйилган вазифага тўлиқ мос келадиган

моделларни шакллантириш имконини беради [1-4].

Қуйида 3-расмда ноорганик моддаларни бошқаришда қўлланилган технологик жараёнларни бошқариш учун нейротармоқли ростлаш тизими кўрсатилган [5-6].

Тизим қуйидагилардан иборат: T1234- ҳарорат, P1234- босим, F1234 -сарф, L1234- сатҳ ўлчашлар (бу ерда аналог 0-4 мА, 4-20 мА ток сигналлари ёки 0/1 рақамли сигналлар), N1, N2, N3- лар ўргатишлар сони, out1, out2, out3, out4 лар ўлчашларда олинган натижаларни кўрсатувчи чиқиш сигналлари, label5- ҳар бир қатор бўйича ўргатилган вазнлар, In5-ҳар бир қатор бўйича олинган натижалар ҳисоблаш ойнаси, out5-олинган натижалар ҳисоблаш ойнаси.

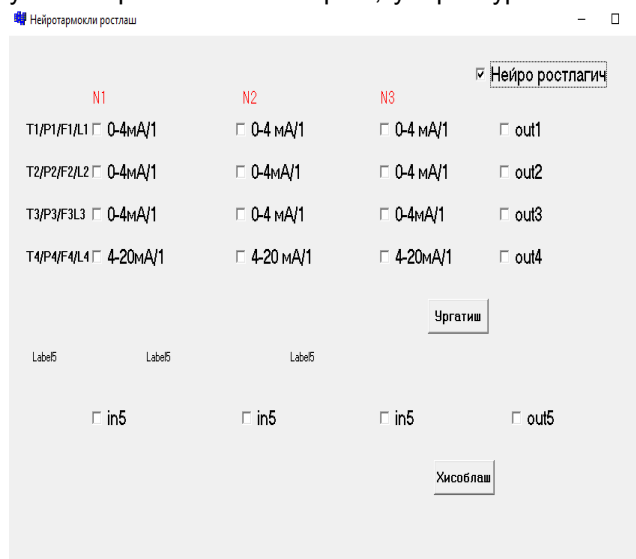
Тизимнинг ишлаш усули қуйидагича ҳар бир қатор қиймати $\max=1$ га тенг (бу ерда нейро ростлаш тизимларининг мақсади ўлчанаётган параметрни, маълум қийматда сақлаб, хатолигини камайтириш ҳисобланади) бўлиб бунда, ўлчашларнинг олинган натижаси тенг тақсимланади (масалан бир марта ўлчаш бажрилса label5 қиймати 1 га, икки марта ўлчашлар амалган оширилса label5 қийматлари ҳар бири 0.5 га тенг бўлади, агар уч марта ўқитишлар амалга оширилса у ҳолда label5 ларни ҳар бирини қиймати 0.3 га тенг бўлади, ушбу кетма-кетлик шу тартибда амалга оширилади) [7-15].

Шунингдек 3-расмда биринчи қатор бўйича икки марта ўлчашлар амалга оширилганда ҳолатда олинган натижалар акс этган, бу ерда биринчи қатор биринчи устун ва биринчи қатор иккинчи устун бўйича олинган ўлчаш амалга оширилган,

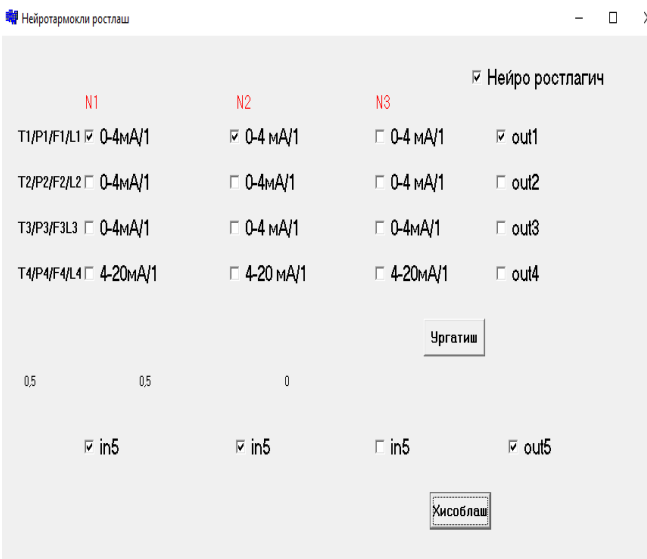


ўлчашлар ўргатилган ва биринчи ва иккинчи устун бўйича In 5 натижаси орқали ифодаланган. Шунингдек турли параметрлар бўйича ўлчашларни амалга ошириш, уларни ўргатиш ва

турли комбинациялар орқали тизимни ишлаши бўйича мисоллар бериб ўтамиз, бунда out5 қачон =1га тенг бўлса тизим ишлайди.



3-расм. Нейротармоқли ростлагич.

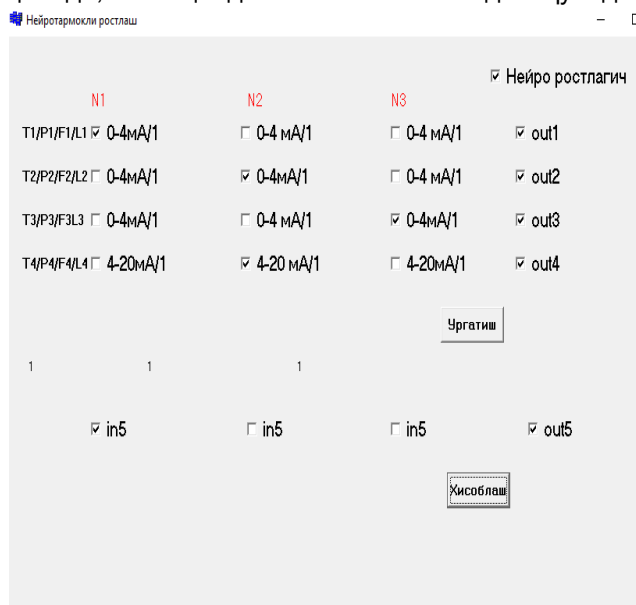


4-расм. Нейроростлаш моделини ишлаш усули.

Қуйида 5-расмда кўриниб турибдики, ҳар бир қатор бўйича олинган натижанинг In 5 ҳар бир қатори 1 га тенг бўлган ҳолат берилган, тизим ишлаши учун ҳоҳлаган In 5 1 га тенг ёки уларнинг умумий йиғиндиси 0.6-1 га (тизимга шу ораликда қиймат ўқитилган) тенг бўлиши кифоя қилади, акс ҳолда тизим ишламайди. Қуйида

тизимнинг қайси ҳолларда ишlamаслиги бўйича ҳолатлар кўрсатилган.

Қуйида 6 –расмларда тизимни In5 1 ёки 0.6 га тенг бўлмаган ҳолати акс этган, чунки фақат биринчи қатор инобатга олинган, натижада тизим ишlamаслик ҳолати кўрсатилган.



5-расм. Нейроростлагични ўқитиш.



6-расм. Нейроростлагични ўқитиш ва унинг натижалари.

Мавжуд нейрон тармоқларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, уларни қўллаш орқали турли соҳларда мавжуд муоммоларни ечимини ижобий ечиш имкониятини беради. Тизимни башоратлаш учун нейрон тармоқ қурилмаларини қўллашда бир қатор муоммолар келтириб чиқаради:

-нейротармоқда нейронлар сони ва қатламлари номаълумлиги;
-ўртача квадратик хатоликнинг минимал қийматини излаш нейрон тармоқнинг вазн функциялари тасодифий танланиши билан боғлиқ;





-градиент усул қайси ички минимум қиймат глобал бўлишини ўрната олмайди;
-доимий ўрганиш босқичини танлашда градиент усули кўп вақт сарфлаши

Мақолада азот кислотаси ишлаб чиқаришда муҳим объектлардан бири абсорцион калонна интеллектуал бошқариш тизимини иўлаб чиқиш учун унинг модели ва шу асосида замонавий бошқариш тизими таклиф этилган бўлиб, бу жараён маҳсулот сифатини ўзгаришига таъсир қилади. Бу муоммони ечиш учун ноқатий мантиқ усулидан фойдаланиш мумкин. Вазифани қуйилиши қуйидаги тартибда амалга оширилади. Турғунликнинг коэффициентларининг маълум қийматлари вақт бўйича ўзгаришини аниқлаш. Қуйилган вазифа шундан иборатки, турғунлик коэффициенти қийматларининг ўзгариши дастлабки берилган маълумотларни ҳисобга олган ҳолда аниқлашдан иборат. Қуйилган муоммони бартараф этиш учун қуйидаги башорат қилиш техникаси таклиф этилади:

Дастлабки маълумотларни структурасини аниқлаш

Турғунлик коэффициенти-лингвистик ўзгаручи қийматларини инсон томонидан содда (сифатли) тавсифлаш учун ушбу ўзгарувчини лингвистик қийматларини аниқлаш.

Турғунлик коэффициенти ўзгариши графигида кузатилган ўзгаришлари орқали эксперт-лингвистик қонуниятларни тавсифлаш.

Турғунлик коэффициенти қийматлари орасидаги функционал боғланишларни аниқлаш.

Ишончлилик функцияси ёрдамида эксперт-лингвистик қонуниятни шакллантириш.

Ишончлилик функцияларини аниқ қийматларга айланттириш учун олинган натижаларини дефаззификация қилиш [15-20].

1-жадвалда вақт бирлигида турғунлик коэффициенти қийматларини ўзгариши қийматлари берилган.

1-жадвал

Вақт бирлиги	Турғунлик коэффициенти қиймати	Ўзгариш (фарқ) қиймати
t_1	1,9781	
t_2	2,0036	+0,0255
t_3	1,9592	-0,0189
t_4	1,9492	-0,0289
t_5	1,9722	-0,0059
t_6	2,0594	+0,0813
t_7	2,0030	+0,0249
t_8	1,9623	-0,0158
t_9	2,0030	+0,0249
t_{10}	2,0375	+0,0894
t_{11}	1,8903	-0,0878
t_{12}	1,8890	-0,0891

Олинган натижаларни ўзгариш динамикаси қуйидаги графигида берилган.

Ноқатий мантиқ усули асосидаги турғунлик коэффициенти ўзгаришини башоратловчи моделни ишлаб чиқишда лингвистик модел ўзгариши “турғунлик коэффициенти қиймати” тушунчаси аниқланади. Олинган 12 марта натижалар асосида турғунлик коэффициенти қиймати ўзгариши натижаси 3 та тушунча олиш имконичтини беради. Юқори қиймат, ўрта қиймат ва кичик қийматлар. Агар ўзгариш қийматлари қанча кўп олинса олинадиган натижа ҳам шунчалик аниқ қиймат бўлади.

Олинган натижалардан яратилаётган башоратлов моделни эксперт-лингвистик қонуниятини аниқлашимиз мумкин, бунда ўсиш

нуқталари 2т., пасайиш нуқталари 3та ва бир нуқта нисбатан яқин қийматлар 3 та эканлиги кўриниб турибди.

Бу маълумотларда қуйидаги қонуниятни олишимиз мумкин:

$$\dots x_7^{i-1}, x_8^{i-1} \{x_1^i, x_2^i, x_3^i, x_4^i, x_5^i, x_6^i, x_7^i, x_8^i\} \{x_1^{i+1}, x_2^{i+1} \dots \dots \dots \quad (17)$$

бу ерда $i-8$ та циклни рақами, $x_1^i \dots x_8^i$ - циклни мос равишда турғунлик коэффициенти қийматлари.

Юқорида 8-расмдан олинган натижалар бўйича хулоса қилиб тизим ойнасини мантиқий қоидалар кетма-кетлигини ёзамиз.

Ўлчанаётган параметрларнинг қийматлари



7-расм. Турғунликни вақт бўйича ўзгариш графиги.



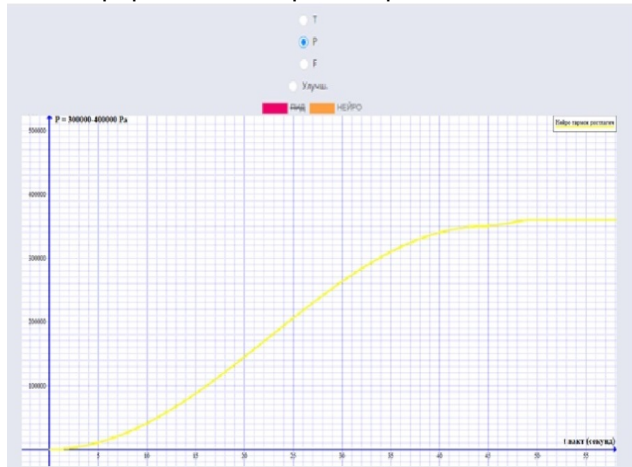
8-расм олинган натижаларнинг ўзгариш қийматлари.

Neuro	Label5 (N1)	Label5 (N2)	Label5 (N3)	max	in5(1/2/3)	out (1/2/3/4)	Out
Арап T1/P1/F1/L1	0-4 mA/1	0	0	1	1/0/0	1/0/0/0 Акс ҳолда	1 0
Арап T1/P1/F1/L1	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0	0.5	1/1/0	1/1/0/0 акс ҳолда	1 0
Арап T1/P1/F1/L1	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0.3	1/1/1 1/1/0 0/1/1 1/0/1	1/1/1 1/1/0 0/1/1 1/0/1 акс ҳолда	1 1 1 1 0
Арап T2/P2/F2/L2	0-4 mA/1	0	0	1	1/0/0	1/0/0/0 Акс ҳолда	1 0
Арап T2/P2/F2/L2	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0	0.5	1/1/0	1/1/0/0 акс ҳолда	1 0
Арап T2/P2/F2/L2	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0.3	1/1/1 1/1/0 0/1/1 1/0/1	1/1/1 1/1/0 0/1/1 1/0/1 акс ҳолда	1 1 1 1 0
Арап T3/P3/F3/L3	0-4 mA/1	0	0	1	1/0/0	1/0/0/0 Акс ҳолда	1 0
Арап T3/P3/F3/L3	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0	0.5	1/1/0	1/1/0/0 акс ҳолда	1 0
Арап T3/P3/F3/L3	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0-4 mA/1	0.3	1/1/1 1/1/0 0/1/1 1/0/1	1/1/1 1/1/0 0/1/1 1/0/1	1 1 1 1



Босимни ПИД-ростлагич орқали ростлаш графиги ва нейроростлагич орқали ростлаш тизимини

ўзаро боғлиқлиги графикалари қуйидаги 7-расмда чизмаларда кўрсатилган.



9а-расм. АК жараёнида босимни НР
ростлагич орқали ростлаш.

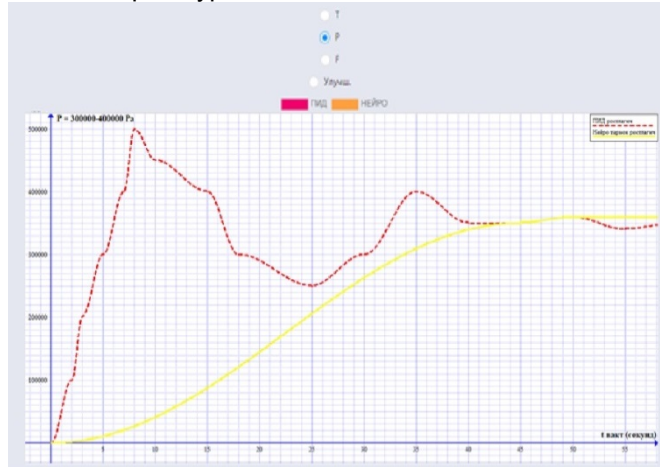
Бу графикларда босимни қиймати азот кислота ишлаб чиқаришда технологик регламент кўрсатилган 0.615-0.617 МПа босимга нисбатан олинган. ПИД ростлагичи ва нейроростлагични ўзаро боғланиш графиги ифодаланган графикдан

Хулоса

Мураккаб технологик жараёнларни интеллектуал бошқариш тизимини олиб борилган тадқиқотлар асосида нейроростлагичли бошқариш тизим таклиф этилган. НТРли бошқариш тизимида чизиқли ПИД-ростлагичга нисбатан ростлаш

Адабиётлар

1. Авазов Ю.Ш., Кадыров Ё.Б., Саттаров О.У. Моделирование системы управления процессом ректификации / Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве. — Екатеринбург: УрФУ, 2013. — С. 128-131.
2. Sattarov O. U. Investigation of the process of obtaining nitrogen-phosphorus fertilizers on the basis of a melt of ammonium nitrate and phosphorites // Modern materials, equipment and technologies. 2016. V. 8. No 5. P. 164–170.
3. Д.П. Мухитдинов, Ё.Б. Кадыров, О.У. Саттаров. Разработка многосвязной динамической модели процесса экстракции фосфорной кислоты в дигидратном режиме. // Композиционные материалы. Научнотехнический и производственный журнал-2019, № 2, с 132-135.
4. Саттаров О.У. Исследование процесса получения азотно-фосфорных удобрений на основе плава аммиачной селитры и фосфоритов.// Научно - технический и производственный журнал «Современные материалы, техника и технологии» 16-17 февраля 2017 года, №8 с164-170.
5. Botirov T V, Latipov S B, Buranov B M and Barakayev A M 2020 Methods for synthesizing adaptive control with reference models using



9б-расм. Босимни ПИД ростлагич ва НР
ростлагич орқали ростлаш.

кўриниб турибдики, ПИД ростлагич 6 секунд тахминан 0.6 МПа га, нейроростлагич эса 42 секунд вақтда 0.617 Мпа кўрсатилган (ўқитилган) қийматда ростлайди.

вақти кўпроқ, лекин НРли ростлаш тизимининг афзаллиги бошқаришда ўлчанган қийматларнинг хатоликларининг камлиги ҳисобланади. Хатоликни камайтириш эса маҳсулот сифатини оширишга хизмт қилади.

- adaptive observers IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 862(5) 052012
6. Базаров, М. Б., Ботиров, Т. В., & Кадыров, Е. Б. (2010). Интервальное адаптивное управление процессом получения формалина.- Химическая технология. Контроль и управление, (6), 65-68.
7. Ботиров Т.В., Исмоилов Э.У., Рахмонова Х.З. Формализация задач синтеза систем управления технологическими процессами в условиях интервально-параметрической неопределенности. Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей V Международной научно-практической конференции. 2019. С. 38-41.
8. Botirov T V, Latipov S B and Buranov B M 2021 Mathematical modeling of technological process in formalin production Journal of Physics: Conference Series 2094(2), 022052
9. Botirov T V, Buranov B M and Latipov Sh B 2020 About one synthesis method for adaptive control systems with reference models Journal of Physics: Conference Series 1515(2) 022078
10. Sevinov J. U., Boeva O. H. ADAPTIVE POLE PLACEMENT ALGORITHMS FOR OF NON-MINIMUM-PHASE STOCHASTIC SYSTEMS //Chemical Technology, Control and Management. – 2020. – Т. 2020. – №. 5. – С. 38-43.



11. Sevinov J., Boeva O. Algorithms for determining the placement of poles in multivariate systems with proportional-differential output feedback //Algorithms. – 2021. – Т. 8. – №. 3.
12. Кадыров Ю.Б.; Бойбутаев С.Б.; и Самадов А.Р. (2020) «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ГМЗ-2 НГМК НА ОСНОВЕ ДИФфуЗИОННОЙ МОДЕЛИ», *Химическая технология, контроль и управление* : Том. 2020 : Вып. 5 , Статья 9.
13. Mukhitdinov, Djalolitdin Pakhritdinovich and Boybutayev, Sanjar (2021) "PROBLEMS OF MODELING AND CONTROL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ORE GRINDING," *Chemical Technology, Control and Management: Vol. 2021 : Iss. 4 , Article 7.*
14. Бойбутаев С.Б., Кадиров Е.Б., Саттаров О.У.У. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ // СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ISSN: 2411-9792 – 2017. – С. 9-16.
15. Бойбутаев С.Б. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ // СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ISSN: 2411-9792 – 2016. – С. 20-27.
16. O A Jumaev, M T Ismoilov, G B Mahmudov and M F Shermurodova "Algorithmic methods of increasing the accuracy of analog blocks of measuring systems" *ICMSIT 2020 Journal of Physics: Conference Series 1515 (2020).*
17. O A Jumaev, J T Nazarov, R R Sayfulin, M T Ismoilov and G B Mahmudov "Schematic and algorithmic methods of elimination influence of interference on accuracy of intellectual interfaces of the technological process" *Journal of Physics: Conference Series 1679 (2020).*
18. Abdujalilovich J. O. et al. FUZZY LOGIC CONTROLLER IN THE MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF BACTERIAL OXIDATION //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2021. – Т. 2. – №. 06. – С. 191-197.
19. Jumayev O. A., Akhmatov A. A., Makhmudov G. B. Process modeling of optimum mixing of cyanic solutions with use of intellectual systems of measurement on a basis to a fuzzy logic //Chemical Technology, Control and Management. – 2018. – Т. 2018. – №. 1. – С. 132-137.
20. Jumaev O. A. et al. Intelligent control systems using algorithms of the entropic potential method //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2094. – №. 2. – С. 022030.