

УДК 004.896

СЫҒЫМДАУ СОРҒЫ СТАНЦИЯСЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ ТОРАБЫНЫҢ САНДЫҚ ЕГІЗІ

Рамазанов Аргын Ерланович

Ramazanov1009@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Г.А. Ускенбаева

***Аңдатпа:** Бұл зерттеуде сығымдау сорғы станциясының автоматтандырылған басқару жүйесінің сандық егізінің моделі, атап айтқанда үш фазалы сепаратордың моделі ұсынылады.*

***Түйінді сөздер:** сандық егіз, сығымдау сорғы станциясының басқару жүйелері, үш фазалы сепаратор.*

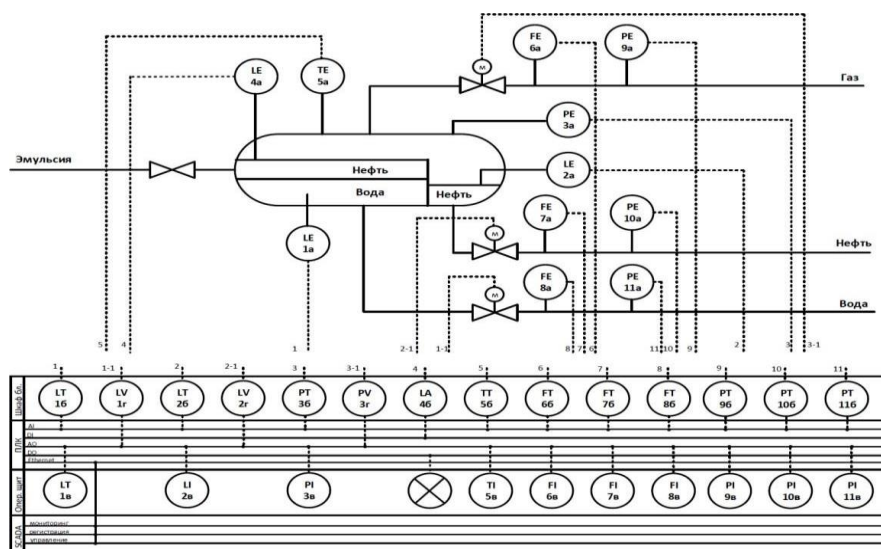
Сандық егіз (Digital Twin) – бұл физикалық өнімнің, бұйымдар тобының немесе процестің виртуалды, бағдарламалық аналогы. Ол физикалық өнімнің ішкі процестерін, әртүрлі техникалық сипаттамаларын, сондай-ақ қоршаған ортаға және сыртқы кедергілерге ұшыраған кездегі нақты мінез-құлықты модельдейді. Оның міндеті – сандық ақпаратты жинау және оны қайта пайдалану. Сандық егіздердің жұмысы дайын өнімді жобалау және құрастыру сатысында алынған деректерді жинау мен қолданумен шектелмейді. Ол модельдің бүкіл жұмыс процесінде деректерді өңдеуді жалғастырады [1-2, 3].

Сандық егіз нақты модельге негізделгендіктен, егіздердің барлық көрсеткіштері нақты датчиктерден алынуы керек. Сондықтан, осы көрсеткіштерді қолдана отырып, егіздерге кіріс ауытқуларын орнатуға болады. Осыны ескере отырып, шынайы датчиктердің көрсеткіштерін сандық егіздің датчиктерімен салыстыруға болады және осы көрсеткіштерге сүйене отырып, келіспеушіліктер мен олардың пайда болу себептері туралы қорытынды жасауға болады.

Бұл зерттеуде сығымдау сорғы станциясының автоматтандырылған басқару жүйесінің

сандық егізінің моделі, атап айтқанда үш фазалы сепаратордың моделі ұсынылады.

Сығымдау сорғы станциясының технологиялық процесінің сипаттамасын қарастырайық. 1-суретте қолданылатын үш фазалы сепараторды автоматтандырудың функционалды схемасы көрсетілген.



Сур. 1. Үш фазалы сепараторды автоматтандырудың функционалды схемасы

Газ-сұйықтық қоспасы сепараторға штуцер арқылы енгізіледі. Штуцер циклон түріндегі газ-сұйықтық қоспаны қабылдау құрылғысымен жабдықталған, онда бос газ бөлінеді. Бөлінген газ аппараттың жоғарғы бөлігінде жиналады, тамшы сұйықтықты ұстап қалу құрылғысынан өтеді және газдың шығу штуцері арқылы шығарылады. Сепаратор екі қуысқа бөлінеді. Бірінші қуыста мұнай эмульсиясы сусыздандырылады. Бұдан кейін тазартылған мұнайға арналған мұнай жинағыш (екінші қуыс) орналасқан. Бөлінген су бірінші қуыстың төменгі бөлігінде жиналады, ол жерден ол судың шығыс штуцері арқылы шығарылады. Сепаратордағы мұнай деңгейі деңгей өлшегішпен анықталады және жылу алмастырғыш жағынан шығару желісінде орналасқан реттеуші клапанмен ұсталады [3]. Су деңгейі деңгей өлшегішпен анықталады және резервуардағы суды дайындау қондырғысында суды тарту желісінде орнатылған басқару клапанымен ұсталады. Аппараттағы газ қысымы қысым датчигімен анықталады және газды жоғары қысымды газ компрессорлық станциясына жеткізетін шығыс желісінде орнатылған басқару клапанымен ұсталады [4]. Сепаратордағы температура температура датчигімен басқарылады. Парафин шөгінділерінің, гидраттардың пайда болуының және қатудың алдын алу үшін төмен температура дабылы қарастырылған [5]. Сепаратордан шығатын газ шығыны мен мұнай шығыны электромагниттік шығын өлшегіштермен бақыланады [6-7].

Сандық егізді құру

Сандық егізді құруды бастау үшін құру кезеңдерін анықтау қажет.

Бірінші кезең – технологиялық процесті және қолданылатын жабдықтарды зерттеу.

Екінші кезеңде цифрлық егіздерді жасау процесінде қолданылатын бағдарламалық құралдарды таңдау қажет.

Үшінші кезеңде ақпараттық ағындардың схемасы жасалады, ол ақпарат ағындарының бағытын, оның көлемін және оның қандай түрінде ұсынылғанын көрсетеді. Сондай-ақ оны беру кезінде қолданылатын интерфейстер мен протоколдар.

Төртінші кезең – математикалық модель құру. Ол объектінің қасиеттерін берілген қатеден аспайтындай көрсетуі керек. Нақты объектінің параметрлеріне жақын, әмбебап және үнемді болуы тиіс. Математикалық модельді құру кезінде алдымен жүйенің жеке контурлары жасалады, содан кейін біріктіріліп, модель әртүрлі жұмыс режимдерінде тексеріледі.

Бесінші кезеңде құрылған модель мен ТП АБЖ жоғарғы деңгейі арасындағы байланысты ұйымдастыру қажет.

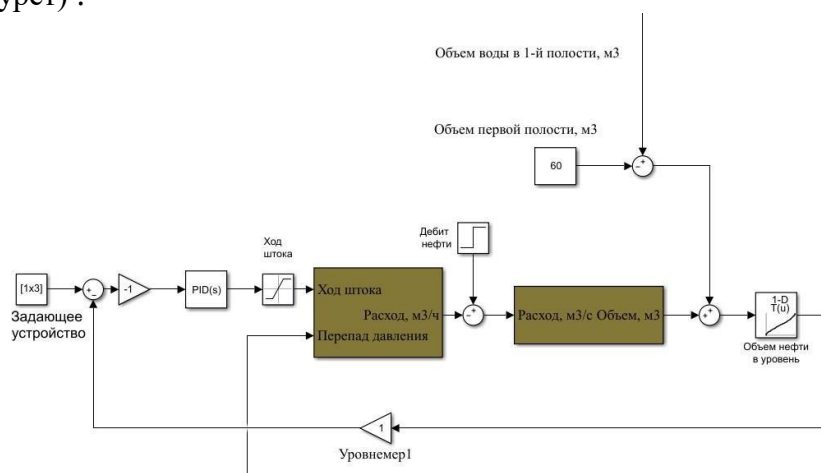
Математикалық модель

Үш фазалы сепаратордың математикалық моделін құру үшін үш реттеу контурын құру қажет – су деңгейін реттеу контуры, мұнай деңгейін реттеу контуры және сепаратордағы қысымды реттеу контуры.

Олардың біреуін, атап айтқанда қысымды реттеу контурын қарастырайық: екінші қуысқа түсетін мұнай көлемін анықтау үшін бірінші қуыстың көлемінен су көлемін алып тастау керек:

$$V_2(t) = V_1(t) - V(t) \quad (1)$$

Бұдан әрі су деңгейін реттеу контурына ұқсас, шток жүрісі мұнай шығынына есептеледі, ал шығын мұнай көлеміне біріктіріледі, ол 1-ден 2-ші қуысқа өткен мұнай көлеміне қосылады, содан кейін мұнай деңгейіне айналады. Кері байланыс (деңгей датчигі) контурды тұйықтайды (2-сурет) :



Сур. 2. Үш фазалы сепаратордың математикалық моделі

Аппараттық және бағдарламалық құралдарды таңдау, ақпараттық ағындарды анықтау. Модельдеу мүмкіндігін жүзеге асыру үшін бағдарламаланатын логикалық контроллерді таңдау керек. Жүйе кез-келген жабдықты қолдана отырып модельдеуге мүмкіндік беретіндіктен, белгілі бір клапандар мен датчиктерді таңдау қажет емес. Зерттеуде PLC ретінде ең функционалды Siemens Simatic S7-1200, бағдарламалық жасақтама ретінде Matlab, Tia Portal 15 тандалды.

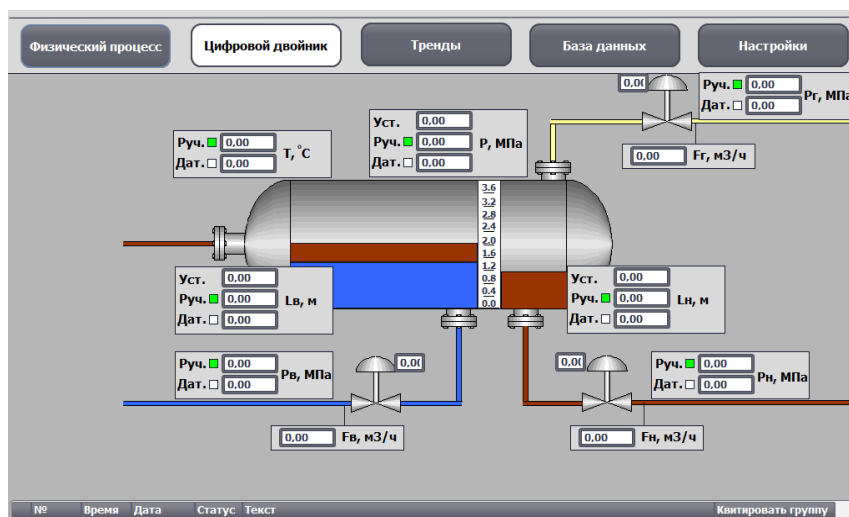
Ақпараттық ағындардың схемасы үш деңгейден тұрады:

1. Төменгі деңгейде сепаратордағы және сепаратордан шығатын құбырлардағы қысымды, сепаратордағы температураны, мұнай мен судың деңгейін, сондай-ақ су мен газдың мұнай шығынын өлшейтін датчиктер орналасады. Сондай-ақ, сепаратордан мұнай, су және газ шығаруды басқаратын клапандар орналасады.

2. Орташа деңгейде PLC (Siemens S7-1200) және енгізу/шығару модульдері орналасады. Енгізу/шығару модульдері PLC өңдейтін датчиктерден деректерді қабылдайды және PLC құрған басқару сигналдарын атқарушы құрылғыларға жібереді. Сонымен қатар, бұл деңгейде процесс туралы мәліметтер PLC-ден жоғарғы деңгейге, атап айтқанда Simatic Step 7-ге және OPC-серверіне жіберіледі.

3. Жоғарғы деңгейде процесс туралы ақпарат оператордың экрандық формаларына, сондай-ақ Process Simulator бағдарламалық жасақтамасына жіберіледі, сол жерден деректер процестің математикалық моделінде пайдалану үшін алынады.

Математикалық модель мен PLC арасындағы байланысты ұйымдастыру үшін TIA Portal, Process Simulator, Simulink бапталды. Сонымен қатар, сандық егіздермен ыңғайлы жұмыс істеу үшін SCADA - жүйе жасалды. Ол процесті басқару және бақылау режимі мен сандық егіз режим арасында ауысуға мүмкіндік береді.



Сур. 3. Үш фазалы сепаратордың SCADA – жүйесі.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Digital Twin: перспективы использования цифровых двойников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nfp2b.ru/2019/01/09/digitaltwin-perspektivy-ispolzovaniya-tsifrovyyh-dvoynikov/>. – Заглавие с экрана. – Дата обращения: 14.04.2020.
2. Гончаров А. С., Саклаков В. М. Цифровой двойник: обзор существующих решений и перспективы развития технологии. elibrary.ru (2018). — Статья в сборнике трудов Всероссийской научно-практической конференции. Дата обращения 28.04.2020.
3. Jack Reid and Donna Rhodes, Digital system models: An investigation of the non-technical challenges and research needs, Conference on Systems Engineering Research, Systems Engineering Advancement Research Initiative, Massachusetts Institute of Technology, 2016.
4. Датчики уровня ДУУ2М [Электронный ресурс] Режим доступа: http://albatros.nt-rt.ru/images/manuals/ATS_DUUM/ATS_DUU2M_RE.pdf Дата обращения 20.04.2020.
5. Расходомеры электромагнитные Метран-150 [Электронный ресурс] Режим доступа: http://mtnii.nt-rt.ru/images/manuals/Metran_150.pdf Дата обращения 20.04.2020
6. Фланцевый термометр сопротивления. С защитной гильзой. Модель TR10-F. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.wika.ru/upload/DS_TE6006_ru_ru_73802.pdf
7. Расходомеры электромагнитные Rosemount 8700 [Электронный ресурс] Режим доступа: http://metr-k.ru/files/products/rosemount/rosemount8700/Rosemount_8700_rashodomery_elektromagnitnye.pdf