

ӘОЖ: 665.622.3

МҰНАЙДЫ БАСТАПҚЫ ӨНДЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Бодыков Азамат Газизович

azamat_enu@mail.ru

Ақпараттық технологиялар факультетінің 1 курс магистранты
«Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» ШЖҚ РМК,
Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Г.А. Ускенбаева

Аннотация. Мақалада мұнайды бастапқы өңдеу қондырғысын басқаруды автоматтандыру жүйелеріне талдау жасалған. Ректификациялық бағандарды автоматты басқару әдістеріне баса назар аударылады. ЭЛТҚ-АВҚ – мұнайды бастапқы өңдеу кәсіпорнының негізгі қондырғыларының бірі. Шикі мұнайды кейіннен атмосфералық-вакуумдық өңдеумен электрмен күйдіру және электрмен тұзсыздандыру үшін арналған. АҚ қондырғыларында отын (бензин, керосин, дизель) фракциялары мен мазут ала отырып, мұнайды таяз айдау жүзеге асырылады. Бүгінгі таңда АВҚ қондырғыларының басты мақсаты – фракцияларды олардың ықтимал құрамынан іріктеуді жақсарту, сондай-ақ текше қалдықтарын терең өңдеу. Мазутпен дизель фракцияларының 5% – на дейін, ал гудронмен май фракцияларының 10% - на дейін кетеді .

Кілттік сөздер: мұнай, бастапқы өңдеу қондырғысы, ректификациялық бағандар, ЭЛТҚ-АВҚ, фракция, автоматты басқару.

Кіріспе. Мұнайды бастапқы өңдеу процесі энергетика өнеркәсібінде жетекші орындардың бірін алады. Бұл шикі мұнайды өңдеу кезінде шығыс өнімінің сапасы бастапқы

шикізаттың сапасына тікелей байланысты болатындығына байланысты. Сондықтан ректификация процестері үнемі зерттеушілердің назарында.

Мұнайды өңдеу зауытында мұнайды бастапқы өңдеу процесі өткен ғасырдың 70-жылдарынан бастап көп көңіл бөлінеді.

Мұнайды бастапқы өңдеу процесінің кешенін басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің әлемдік тәжірибесінде алғашқылардың бірі болып Уайтинг қаласындағы (АҚШ) мұнай өңдеу зауытында (МӨЗ) енгізілді [1]. Бұл 2ВМ – 704 есептеу машинасымен басқарылады. Басқару есептеуіш машинасы әрбір 240 секунд сайын 196 бастапқы аспаптан оқылымды оқиды. Сызықтық бағдарламалау әдісін қолдана отырып, 161 тәуелді процесс айнымалыларының 54-і 19-дан астам тәуелсіз айнымалылар үшін тиісті шамаларды табу арқылы оңтайландырылды. Есептеулер әр 20 минуттан кейін жүзеге асырылады, олардың көмегімен 19 басқару органының жұмысы реттеледі, бұл қондырғының шекті өнімділігін қамтамасыз етеді.

Мұнайды бастапқы өңдеудің технологиялық кешендері маңыздылық дәрежесі бойынша бүкіл мұнай саласының маңызды және ажырамас бөлігі болып табылады. Әр түрлі кен орындарынан келетін шикі мұнай ректификациялық бағандардан өтіп, осы кешендерде бастапқы қайта өңдеу процесіне ұшырайды. Вакуумдық блоктарда қалдық мазут май фракцияларына, қолданылатын құрылымдарға, ішкі жану қозғалтқыштарына және әртүрлі жабдықтарға өңделеді.

Кибернетикалық тұрғыдан алғанда, мұнайды бастапқы өңдеу кешенінің вакуумдық блогы өзара байланысты басқару және басқарылатын процесс координаттарының көп өлшемді матрицасынан күрделі басқару нысаны болып табылады. Осыған байланысты мұнай айдаудағы вакуумдық блоктарды автоматты басқару сапасын арттырудың өзекті міндетін шешу және соның салдарынан мұнай өнімдерін өндірудің экономикалық тиімділігін арттыру үлкен ғылыми және практикалық құндылық болып табылады.

Негізгі бөлім. Мұнайды бастапқы өңдеудің автоматты қондырғылары барлық мұнай өңдеу кәсіпорындарының негізін құрайды. Мұнайды бастапқы өңдеу-көмірсутекті консистенцияны атмосфералық және вакуумдық бағандарда ректификациялау процесімен жекелеген бөліктерге (фракцияларға) бөлу, бұл мотор отындарының барлық компоненттерін: бензинді, дизель отынын, майлау майларын; қайталама процестер мен мұнай-химия өндірістерін алу үшін шикізат болып табылады.

Жер қойнауынан өндірілген мұнай, онда еріген газдардан басқа, белгілі бір қоспалардан тұрады — құм, саз, тұз кристалдары және су. Тазартылмаған мұнайдағы қатты бөлшектердің мөлшері әдетте 1,5% - дан аспайды, ал су мөлшері кең ауқымда өзгеруі мүмкін. Әдетте, кен орнын пайдаланудың бастапқы кезеңінде сусыз немесе аз суланған мұнай өндіріледі, бірақ кен орнын пайдалану ұзақтығының артуымен мұнай қабатының сулануы және өндірілетін мұнайдағы судың мөлшері артады. Кейбір ескі ұңғымаларда резервуардан алынған сұйықтық құрамында 90% су және тек 10% мұнай бар. Магистральдық мұнай құбырлары арқылы айдау үшін құрамында 1% - дан аспайтын су бар мұнай қабылданады. Өңдеуге түсетін мұнайда судың 0,3% - дан аспауы тиіс.

Мұнайда механикалық қоспалардың болуы оны құбырлар арқылы тасымалдауды және өңдеуді қиындатады, мұнай құбырлары құбырларының ішкі беттерінің эрозиясын және жылу алмастырғыштарда, пештерде және тоңазытқыштарда шөгінділердің пайда болуын тудырады, бұл жылу беру коэффициентінің төмендеуіне әкеледі, мұнайды (мазуттар мен гудрондар) айдау қалдықтарының күлін арттырады, тұрақты эмульсиялардың пайда болуына ықпал етеді.

Химиялық тұрғыдан айтатын болсақ, суда еріген және мұнайдағы кристалдар түрінде болатын тұздар әртүрлі болады, натрий хлориді гидролизденбейді. Кальций хлориді тиісті жағдайларда NCL қалыптастыру үшін 10% дейін гидролизденуі мүмкін. Магний хлориді 90% гидролизденеді, гидролиз төмен температурада да жүреді. Сондықтан тұздар мұнай жабдықтарының коррозиясының себебі болуы мүмкін. Мұнай су мен қатты бөлшектердің

негізгі мөлшерінен резервуарларда немесе жылыту кезінде тұндыру арқылы босатылады. Соңында олар арнайы қондырғыларда сусыздандырылады және тұзсыздандырылады.

Бастапқы айдау атмосфералық немесе біршама жоғары қысым кезінде, ал қалдықтар вакуум астында жүзеге асырылады. Атмосфералық және вакуумды құбырлы қондырғылар (АҚ және ВҚ) дербес қондырғылар да, сондай-ақ біреуіне (АВҚ) құрамдастырылған болуы мүмкін.

Мұнайдан әртүрлі мақсаттағы тауар өнімдерін алу үшін мұнайды көмірсутектердің фракцияларына немесе топтарына бөлу әдістері қолданылады және қажет болған жағдайда олардың химиялық құрылымын өзгертеді, одан әрі каталитикалық және термиялық процестерді жүргізеді.

Шикі мұнайдан тікелей бір процеспен бірде-бір тауарлық мұнай өнімін алу мүмкін емес (газдарды қоспағанда), олардың барлығы бірнеше қондырғыларда жүйелі өңдеу арқылы алынады. Бұл тізбектегі бірінші болып әрдайым ЭЛТҚ-АВҚ орнату тұр, технологиялық тізбектің барлық басқа элементтерінің жұмысы осы бөлімнің тиімді жұмысына байланысты: отын мен жағармай компоненттерінің өнімділігі мен сапасы және мұнай шикізатын өңдеудің келесі процестерінің техникалық-экономикалық көрсеткіші.

Бүгінгі таңда АВҚ қондырғыларының басты мақсаты-фракцияларды олардың ықтимал құрамынан іріктеуді жақсарту, сондай-ақ текше қалдықтарын терең өңдеу. Мазутпен дизель фракцияларының 5% – ға дейін, ал гудронмен-май фракцияларының 10% – ға дейін кетеді [2].

Мұнай өндіру мен өңдеу көлемінің жыл сайын ұлғаюына және олардың тұздылығының артуына байланысты мұнай өңдеу зауыттарының алдында эмульсиялардың сусыздануын тереңдету және процестің ұзақтығын қысқарту міндеті тұр [3, 4].

Шикі мұнайдан ЭЛТҚ-АВҚ-6 типті мұнайды бастапқы өңдеудің өнеркәсіптік қондырғыларында құбырлы пештерде белгілі бір температураға дейін қыздыру арқылы, ал кейіннен қарапайым және күрделі ректификациялық колонналарда ректификациялау арқылы жеңіл мұнай фракциялары алынады, олардың әрқайсысы бес сапа көрсеткішімен сипатталады (басталу температурасы қайнау температурасы, 5% қайнау температурасы, 10% қайнау температурасы, 50% қайнау температурасы және қайнау температурасы).

Есептің қойылымы. Шығу фракцияларының сандық және сапалық көрсеткіштерін сипаттайтын математикалық модельдер келесі түрде ұсынылған:

$$y_k = \bar{f}_k(x, \rho, u_q, \xi_k), \quad q = \overline{1, r}, \quad k = \overline{1, l}, \quad (1.1)$$

$$v_{ik} = \bar{g}_{ik}(x, \rho, u_q, \xi'_{ik}), \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, l}. \quad (1.2)$$

Мұнда y_k және v_{ik} сәйкесінше жеңіл мұнай фракцияларының шығындары мен сапа көрсеткіштерін сипаттайды, x – өңдеуге келетін шикі мұнайдың шығыны, ρ – шикі мұнай сапасының көрсеткіші (үлес салмағы), u_q – ректификациялық бағандардағы басқару параметрлері (әртүрлі нүктелердегі температура, қысым, деңгей және т. б.), l – мұнай фракцияларының саны, m – фракциялардың сапа көрсеткіштерінің саны, r – басқару параметрлерінің саны, ξ_k және ξ'_{ik} – орташа мәндері 0-ге тең қателіктерді сипаттайтын кездейсоқ шамалар. (1.1) және (1.2) өрнектерден y_k және v_{ik} функциялары белгілі бір қателіктермен есептелетінін көруге болады, сондықтан олардың орташа мәндерін $\bar{f}_k(x, \rho, u_q, \xi_k)$ және $\bar{g}_{ik}(x, \rho, u_q, \xi'_{ik})$ регрессиялық тәуелділіктер арқылы есептеуге болады. Осыған байланысты мақсатты мұнай өнімдерінің орташа көрсеткіштері бойынша оңтайландыру мәселесін шешуді дұрыс деп тануға болмайды, сондықтан мұндай тәсіл айтарлықтай шығындарға әкелуі мүмкін.

Мұнай өңдеу қондырғысында алынған әрбір фракция үшін сапалық көрсеткіштерге шектеулерді математикалық түрде келесі түрде беруге болады:

$$\underline{b}_{ik} \leq v_{ik} = \bar{g}_{ik}(x, \rho, u_q, \xi'_{ik}) \leq \overline{b}_{ik}, \quad i = \overline{1, m}, \quad 1 \leq q \leq r, \quad k = \overline{1, l}. \quad (1.3)$$

Мұнда \underline{b}_{ik} және \overline{b}_{ik} ашық түсті мұнай өнімдерінің сапа көрсеткіштерінің минималды және максималды мәні. Мұның бәрі мақсатты мұнай өнімдерінің сапалық көрсеткіштеріне қойылатын функционалды шектеулердің ықтималды сипатын анықтайды,

$$P(v_{ik} \geq \alpha_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad 0 < \alpha_i < 1. \quad (1.4)$$

Нысаналы ашық түсті мұнай өнімдерінің саны мен сапасына шектеулердің мәндерін және оларды орындау ықтималдығын технолог оператор осы процестің регламентіне сәйкес береді. Сондай-ақ әрбір ашық түсті мұнай өнімінің шығымы шикі мұнайдағы осы фракцияның құрамындағы Q_k әлеуетті мүмкіндігінен кем болмауы тиіс, яғни,

$$y_k = \overline{f}_k(x, \rho, u_q, \xi_k) \geq Q_k, \quad k = \overline{1, l}, \quad q = \overline{1, r}. \quad (1.5)$$

ξ_k және ξ'_{ik} кездейсоқ параметрлердің (1.3) және (1.5) модельдеріне қатысу, сондай-ақ x және ρ кездейсоқ заң параметрлерін өзгерту жоғарыда аталған барлық шектеулерді белгілі бір ықтималдықпен ғана орындауға болатындығын көрсетеді.

Осылайша, мұнай (x) санының және үлес салмағының (ρ) берілген мәндері кезінде мұнайды бастапқы өңдеу қондырғысының режимдерін оңтайландыру ректификациялық бағандардағы $u_q \in \overline{V}, q = \overline{1, r}$ басқару параметрлерінің ρ_0 ықтималдығымен әрбір ашық түсті мұнай өнімінің сапалық көрсеткіштерінің берілген мәндерін қамтамасыз ететін мәндерін айқындау болып табылады [5], ал олардың саны бұл ретте ұстаудың әлеуетті мүмкіндіктеріне жақын болуы тиіс) бұл фракцияның құрамында шикі мұнай, яғни

$$y_k \geq Q_k, \quad k = \overline{1, l}, \quad (1.6)$$

$$P(v_{ik} \in B_{ik}, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, l}, \quad \underline{b}_{ik}, \overline{b}_{ik} \in B_{ik}) \geq 0.94.$$

Мұнда B_{ik} – мұнай фракцияларының сапалық көрсеткіштерін бағалау жинағы.

Жоғарыда көрсетілген ықтималдық модельдер жиынтығы мен оңтайландырудың ыдырау алгоритміне сүйене отырып, үш деңгейлі иерархиялық жүйе болып табылатын ЭЛТҚ-АВҚ-6 қондырғысын басқарудың оңтайлы автоматты жүйесі ұсынылады. Үш деңгейлі автоматты орнатуды басқару жүйесінің функционалды құрылымы көрсетілген (Сурет 1).



Сурет 1. ЭЛТҚ-АВҚ-6 орнатуды басқарудың оңтайлы жүйесінің функционалдық құрылымы

Қайта өңдеуге кезек-кезек келіп түсетін шикі мұнайдың мөлшері мен түріне байланысты мұнайды бастапқы қайта өңдеу процесінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері де есептеледі. Технологиялық процестің оңтайлы жұмыс режимдік параметрлерін тұрақтандыру мақсатында мұнайды бастапқы өңдеу қондырғысын басқару жүйесінің төменгі деңгейінде ректификациялық колоннаның температуралық координаттарымен реттеудің өздігінен реттелетін бейімделгіш жүйесі ұсынылады.

Қорытынды: Ұсынылған автоматты басқару жүйесінің басқа қолданыстағы жүйелерден айырмашылығы мен артықшылығы [6] мұнай фракцияларының тұрақты сапасын алуды қамтамасыз ету болып табылады, өйткені қарастырылып отырған жүйеде нақты уақыт ауқымында мұнай өнімдерінің сапалық көрсеткіштеріне әртүрлі бұзушы факторлардың әсерін өтеу қарастырылған. Бұл процестің уақытын едәуір қысқартуға, тұзсыздандыру мен майсыздандыру тереңдігін арттыруға мүмкіндік береді. Инновация экономикалық тұрғыдан да тиімді, өйткені тұзсыздандырылған мұнай көлемінің артуының пайдасы шығындардан әлдеқайда жоғары.

Жоғарыда көрсетілген өтемақы үш деңгейдің әрқайсысында жүзеге асырылады, ал төменгі деңгейде кішігірім өзгерістер өзін-өзі реттейтін реттеу циклдерінің көмегімен өтеледі, ал жоғары деңгейдегі үлкен бұзушы әсерлер технологиялық қондырғының стохастикалық режимдерін оңтайландыру алгоритмін қолдана отырып жасалады. Бұл өз кезегінде қолданыстағы дәстүрлі автоматты жүйелермен салыстырғанда отын мен май профильдерінің мұнай фракцияларының қажетті стандартты сапасын минималды энергия шығындарымен қамтамасыз етеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Vestly D.T., Process Control and Automat, 1963, 10, N3, p. 101-104.
2. Мановян А.К. «Технология первичной переработки нефти и природного газа». – М.: Химия, 2001. – № 2.
3. Глаголева О. Ф. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти / Под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина. – М: Химия, КолоС, 2006. – 400 с.
4. Новицкий Б. Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – М.: Химия, 1983. – 192с.
5. Зеленский В.А., Щодро А.И. Разработка имитационной модели работы нефтегазового сепаратора // Конференция «Современные наукоемкие инновационные технологии». - 2014. - С. 551-554.
6. Solo V., Kong X. Adaptive signal processing algorithms. Stability and Performance. Englewood Cliffs. N.J.: Prentice-Hall, 1995.