

УДК 004: 378.147

ТҮТҚЫР СҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ҚЫЗДЫРУ ҮШІН ЖЫЛУ АЛМАСУ АППАРАТТАРЫНДА ИНДУКЦИЯЛЫҚ ЖЫЛЫТҚЫШТАРДЫ ҚОЛДАНУ

Бектұрған Біржан Айтуғанұлы

birzhan.bekturgan@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ,

Ақпараттық технологиялар факультетінің 2-курс магистранты

Ғылыми жетекшісі – Ж.К. Абдугулова

***Аннотация.** Ұсынылып отырған мақалада мұнайдың көп секциялы индукциялық жылытқышының құрылысы көрсетілген. Әр түрлі температуралық режимдердің әсерінен индукциялық жылытқыш ерекшеліктері анықталды, көрсеткіштер есептелді, олар қарастырылып отырған объектіні жылыту жүйесіндегі проблемалық аймақтарды көрсетеді, индукциялық мұнай жылыту қондырғысының ұсынылған келбетінің сипаттамасы келтірілген. Зерттеу нәтижелері жабдықтың жұмыс режимдерін жақсартуға және оңтайландыруға бағытталған қыздырудың индукциялық қондырғысының технологиялық процесін басқарудың автоматтандырылған жүйесін жасауға мүмкіндік береді.*

Түйінді сөздер: магистральдық құбыр, мұнай, автоматтандыру, индукциялық қыздырғыш, қыздыру температурасы, тиімді тұтқырлық.

Кіріспе

Мұнайды жылыту жылытқыштың қабырғаларының рұқсат етілген шекті температурасына технологиялық шектеулерді ескере отырып, конвективті жылу алмасу есебінен жүзеге асырылады, оны ұстап тұру мамандандырылған автоматты басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Осылайша, жылытқыштың жылу алмасу процестерінің барабар математикалық модельдерін құру мәселелері өзекті болып табылады, оларды жылытқыштың қабырғасы мен мұнай ағынының температуралық өрістерінің кеңістіктік таралуын ескере отырып ғана салуға болады, сонымен қатар жанама қыздыру индукциялық қондырғыларының таратылған автоматты басқару жүйелерін синтездеу және талдау әдістемесін жасау мәселелерін қамтиды.

Ғылыми жаңалығы: Жылу өткізгіштіктің дифференциалдық теңдеулер жүйесімен сипатталған қозғалмалы ортаның қыздыру процестерінің аналитикалық модельдерінің құрылымдық көрінісі, шоғырланған кіріс әсерлері мен Шығыс мәндері бар таратылған

блоктардың берілу функциялары жүйесі түрінде, ортонормальды базиске ыдырау түрінде немесе көпмүшелік тәуелділік түрінде таратылған сигналдардың кеңістіктік жуықтауын қолданумен сипатталады, бұл жүйенің синтезі мәселесінің негізделген шешімдерін алуға мүмкіндік беретін автоматты басқаруға қол жеткізу;

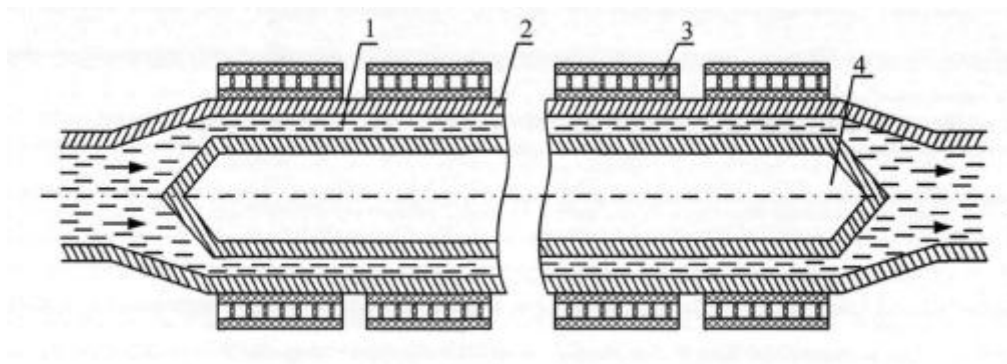
Автоматты реттеу жүйелерін жобалаудың ұсынылатын әдістерінің техникалық іске асырылуын қамтамасыз ететін әр секцияның қуатына шоғырланған басқаруды қалыптастыру кезінде бөлінген басқару әсерінің конфигурациясына құрылымдық шектеулерді ескерумен ерекшеленетін көп секциялы индукциялық мұнай жылытқышты модальды басқару жүйесін құру.

Тұтқыр ортаны жылыту тек мұнай тасымалдау кезінде ғана емес, сонымен қатар химиялық өндіріс процестерінде де кездеседі. Химиялық-техникалық процестерді автоматты басқару жүйелерін жобалау мәселелері қарастырылып, олардың сипаттамасы нақты мысалдармен келтірілген.

Осы жұмыста басқа міндеттердің қатарында индукциялық қыздырғыш (ИН) қабырғасының температурасын берілген деңгейде ұстап тұру бойынша автоматты басқару жүйесін жобалау міндеті қойылады.

Технологиялық талаптар. Жұмыста көп секциялы индукциялық жылытқыштың дизайны қарастырылады (сурет. 1.2).

Үздіксіз жұмыс істейтін жылу алмасу аппараттарындағы тұтқыр сұйықтықтарды жанама индукциялық қыздырудың зерттелетін процесі бірқатар ерекше белгілері бар жаңа, стандартты емес объектілер класына жатады.



1.2-сурет-индукциялық мұнай жылытқыштың эскизі

1-Мұнай Өнімі; 2-Құбыр; 3-Индуктор; 4-Ығыстырғыш

Жылу алмастырғыш арқылы ағып жатқан сұйықтық жылу алмастырғыш түтіктерінің қабырғаларында бөлінетін джоулдың жылуына байланысты қызады.

Бағытталған құйынды токтардың әрекеті. Құйынды токтар, өз кезегінде, жылу алмасу аппараттарының құбырларын қамтитын индуктор шығаратын ауыспалы электромагниттік өріспен қозғалады. Бұл дизайн екі аксиметриялық Болат цилиндр болып табылады (сурет. 1.2), сақиналық кесінді араларында ағатын жылытылатын сұйықтық.

Сыртқы құбыр индукторлардың бірнеше катушкаларымен (бөлімдермен) бір-бірінің артында орналасқан, олардың арасындағы кішкене технологиялық олқылықтармен жабылған. Өз бөлімдерінде индуктордың әр бөлімі ауыспалы электромагниттік өрісті жасайды. Төмен жылу өткізгіштікке, мұнайдың жоғары тұтқырлығына байланысты және максималды температураға технологиялық шектеулер болған кезде, үлкен көлденең қимадағы құбырдағы сұйықтықты қолайлы уақыт аралығында қыздыру мүмкін емес.

Ішкі құбыр ығыстырғыш ретінде қызмет ететін осесиметриялық құбырлары бар құрылымды қолдану сұйықтық ағынының минималды қалыңдығымен жылу алмасу аймағын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Сұйықтықты жылытуға арналған жылу тек сыртқы құбырда шығарылады.

Сақиналық саңылаудың мөлшері қыздыру процесінің температуралық сипаттамаларына, сұйықтықтың ағу сипатына және оның физикалық қасиеттеріне - жылу өткізгіштік пен тұтқырлыққа байланысты болады.

Құбыр көлігі үшін көп секциялы жылытқыштың дизайнын таңдау міндеті - индукторлардың ұзындығын, секцияларының санын анықтау.

Оңтайлы дизайнды таңдағаннан кейін технологиялық жылытуды орнатудың температуралық режимін автоматты басқару жүйесін синтездеу мәселесі шешіледі.

Технологиялық қондырғының жоғары тиімділігі жобалау және басқару мәселелерін қою және шешу кезінде жүйелік тәсілді қолданған кезде ғана мүмкін болады.

Мұнай тасымалдаудың технологиялық желісіне кіретін энергия тиімді индукциялық жылыту қондырғысын әзірлеу үшін жылу процестерін математикалық модельдеу мәселесін шешу қажет.

Модельдеу нәтижелері индукциялық жылытқыштың дизайнын жобалау және қондырғының жұмыс режимін автоматты басқару жүйесін енгізу кезінде қолданылады.

Жылытқыш пен сұйықтық қабырғасының температуралық өрістерінің әрекеті жылу өткізгіштіктің дифференциалдық теңдеулерімен сипатталады.

Дифференциалдық теңдеу зерттелетін құбылысты сипаттайтын физикалық шамалар арасындағы математикалық тәуелділіктерді сипаттайды, бұл физикалық шамалар кеңістік пен уақыттың функциялары болып табылады. Мұндай теңдеу кез-келген уақытта дененің кез-келген нүктесінде физикалық құбылыстың ағымын сипаттайды.

$$\frac{\partial y}{\partial x} = a \nabla^2 T + \frac{q}{cy} \quad (1)$$

$$\text{мұндағы } \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

Өнеркәсіп пен технологиядағы технологиялық қондырғылардың маңызды бөлігі- жылытқыштың қабырғасы мен мұнай ағыны арасындағы жылу алмасу процесін цилиндрлік координаттардағы екі өлшемді дифференциалдық теңдеулер жүйесі ұсынуы мүмкін:

$$\frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} = a_{cm} \cdot \left[\frac{\partial^2 T_{st}(x,r,t)}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{st}(x,r,t)}{\partial r^2} \right] + \frac{F(x,r,t)}{c_{cm} \cdot \gamma_{cm}}, \quad (2)$$

$$0 \leq x \leq L, R_1 \leq r \leq R_2, t > 0, a_{cm} \neq 0$$

$$\frac{\partial T_{fl}(x,r,t)}{\partial t} = a_n \cdot \left[\frac{\partial^2 T_{fl}(x,r,t)}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{fl}(x,r,t)}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{fl}(x,r,t)}{\partial r^2} \right] - v(r) \cdot \frac{\partial T_{fl}(x,r,t)}{\partial x}, \quad (3)$$

$$0 \leq x \leq L, R_0 \leq r \leq R_1, t > 0, a_n \neq 0$$

Бастапқы шарттармен:

$$(x, r, 0) = T_{st0}(x, r); T_{fl}(x, r, 0) = T_{fl0}(x, r),$$

және Шектік шарттармен:

$$\left. \frac{\partial T_{st}(x, r, t)}{\partial t} \right|_{x=0} = 0; \left. \frac{\partial T_{st}(x, r, t)}{\partial t} \right|_{x=L} = 0;$$

Болаттың жоғары жылу өткізгіштігінің арқасында жылу өткізгіштік теңдеуінде (1) қабырғаның қалыңдығы бойынша температураның таралуын ескеруден бас тартуға болады. Тапсырма қоюды қабылданған оңайлатудың қолайлылығы сандық эксперименттердің нәтижелерімен расталады.

Қыздырғыштың жұмыс саңылауында ағынның жақсы араласуы жағдайында ағынның жылдамдығы теңдеудегі радиус бойынша кез келген нүктеде бірдей қабылдануы мүмкін.

Мұнайдың температуралық өткізгіштік коэффициенті $\frac{\partial^2 T_{fl}(x,r,t)}{\partial x^2}$ болғандағы a_n ағынның жылдамдығынан алты есе аз, сондықтан оны елемеге болады.
Сонда зерттеу мәселесін тұжырымдау келесідей болады:

$$\frac{\partial T_{st}(x,t)}{\partial t} = a_{cm} \cdot \frac{\partial^2 T_{st}(x,t)}{\partial x^2} + \frac{F(x,t)}{c_{cm} \cdot \gamma_{cm}} + \beta_{cm} \cdot (T_{fl}(x,t) - T_{cm}(x,t))$$

$$\frac{\partial T_{fl}(x,t)}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial T_{fl}(x,t)}{\partial x} = \beta_{fl} \cdot (T_{fl}(x,t) - T_{cm}(x,t))$$

Бастапқы шарттармен : $T_{st}(x, 0) = T_{st0}(x)$; $T_{fl}(x, 0) = T_{fl0}(x)$,

және шектік шарттармен: $\left. \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} \right|_{x=0} = g_1(t)$; $\left. \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} \right|_{x=L} = g_2(t)$;

$$T_{fl}(0, t) = g(t)$$

мұндағы $T_{st}(x, t)$ — құбыр қабырғасының температурасын жылытқыштың ұзындығы бойынша бөлу, °C, $T_{fl}(x, t)$ — ағын температурасын ұзындығы бойынша бөлу, °C ; $F(x,t)$ — ішкі жылу шығарудың меншікті қуаты, Bm/m^3 , v — ағынның жылдамдығы, м/с; 0 — ағынмен қабырғаның конвективті жылу алмасуының келтірілген коэффициенті, $1/c$, β_{fl} — қабырғамен ағынның конвективті жылу алмасуының келтірілген коэффициенті, $1/c$.

Қазіргі уақытта қолданылатын мұнай жылыту қондырғылары мен әдістерін талдау қолданыстағы қыздыру әдістері әрқашан жүйелердің экономикалық тиімділігіне, дәлдігі мен жылдамдығына қойылатын талаптардың жоғарылауын қамтамасыз етпейтінін көрсетті. Жылытқыш қабырғасы мен ағынның бір-біріне өзара әсерін ескере отырып, мұнай ағынын қыздырудың басқарылатын технологиялық процесінің барабар математикалық моделі. Таратылған параметрлері бар жүйені таратылған сигналдардың кеңістіктік жақындауына негізделген шоғырланған параметрлері бар жүйеге түрлендіру әдісі.

Жылытқыштың ұзындығы бойымен еркін нүктелердегі қабырға мен ағынның температурасын есептеу үшін концентрацияланған беру функциялары үшін алынған өрнектерді ескере отырып, жылытқыш қабырғасы мен ағын арасындағы жылу алмасу процесінің сандық-аналитикалық моделі. Шоғырланған беріліс функциялары температураның тиісті таратылған беріліс функциясының кірісіндегі кіріс сигналының жуықтау коэффициенттеріне тәуелділігін сипаттайды.

Индукциялық жылытқыштың қажетті ұзындығы (сурет.1.2) температураның таралуы үшін теңдеуден есептелген. Технологиялық талаптарға сәйкес мұнайды 30 °C-тан 80°C-қа дейін қыздыру керек.

$$L = -\ln \left[\frac{T_{fl}^{шығ} - T_{ж}}{g_{кіріс} - T_{ж}} \right] \cdot \frac{v}{\beta_{fl}},$$

$$g_{кіріс} = 30^\circ C ; T_{fl}^{шығ} = 80^\circ C$$

$$L = -\ln \left[\frac{T_{fl}^{шығ} - T_{ж}}{g_{кіріс} - T_{ж}} \right] \cdot \frac{v}{\beta_{fl}}$$

Бұл конфигурацияда жылытқыштың шығысындағы мұнай ағынының орташа температурасы 90 °C-тан аспайды, бұл құбыр көлігінде мұнай тасымалдау технологиясының орындалуын қамтамасыз етеді.

Қорытынды. Бөлінген басқару әсерінің кеңістіктік конфигурациясына шектеу жағдайында қабырғаның температуралық таралу режимдерін басқару тізбектерінің

байланысын талдау жүргізілді. Алты қыздыру бөлімі бар қондырғы тәуелсіз басқару тізбегі бар модальды басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді .

Мұнайды жанама қыздырудың индукциялық қондырғысының технологиялық процесін басқарудың әзірленген автоматтандырылған жүйесі жабдықтың жұмыс режимдерін оңтайландыруға, пайдалану қауіпсіздігінің деңгейін арттыруға, жабдық жұмысының үнемділігін арттыруға, негізгі жабдық жұмысының сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыруға, операциялық персоналдың психикалық-физикалық жүктемесі мен қате әрекеттерінің ықтималдығын азайтуға әкеледі.

Список использованных источников

1. Подогрев нефти // Горная энциклопедия. URL: <http://www.mining-enc.ru/p/podogrev-nefti/> 2018
2. Храменков, В.Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин / В.Г. Храменков. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 415 с.
3. Геренштейн А.В., Геренштейн Е.А., Машрабов Н. Устойчивые явные схему для уравнения теплопроводности// Вестник ЮУрГУ. Сер. Мат.
4. моделирование и программирование.-№15(115)-2008. -С. 9-11.
5. Романов, П. С. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Исследование автоматизированных производственных систем. Лабораторный практикум: учебное пособие / П. С. Романов, И. П. Романова ; под общей редакцией П. С. Романова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-3607-1.
6. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твёрдых тел. - М.: Наука, 1964. -488 с.
7. Ельмуразаева Л.Х., Гершкович Ю.Б. Исследование динамики системы оптимального управления трубчатой печью при различных критериях управления // СФЕРА. НЕФТЬ И ГАЗ. – 2017. – №04(60). – С. 72–76.