

ИССИҚЛИК АЛМАШИНИШ ҚУВУРЛАРИДА ЧЎКМА ҲОСИЛ БЎЛИШНИНГ ОЛДИНИ ОЛУВЧИ ТУРБУЛИЗАТОРИНИНГ СУЮҚ УГЛЕВОДОРОД ОҚИМИ ГИДРОДИНАМИКАСИГА ТАЪСИРИ

Абдурахмонов Олим Рустамович ¹

¹ Техника фанлари доктори, профессор,

Бухоро давлат техника университети,

E-mail: azi100@mail.ru

Жураев Асрорбек Музафар угли ¹

¹ Иқтисодиёт ва таълим университети катта ўқитувчиси.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 18.05.2025

Revised: 19.05.2025

Accepted: 20.05.2025

КАЛИТ СЎЗЛАР:

углеводород, иссиқлик
алмашинуви,
турбулентлик,
гидродинамика, гидравлик
қаршилик, нефтнинг
механик аралашмалари,
чўкма, углевод конлари.

Мақолада суюқ углеводородларни қайта ишлаш жараёнида иссиқлик алмашинуви жараёниларининг энергия сарфи, қурилманинг трубаларида иссиқлик тарқалиш механизми таҳлил қилинди, иссиқлик алмашинуви юзаларида чўкиндининг шаклланиши ва қалинланиши иссиқлик узатилишига ва турбулентликка сезиларли қаршилик кўрсатиши аниқланади. Механик аралашмаларни ўз таркибида механик зарралар сақловчи нефт оқими ташкил этишида бурама спирал кўринишидаги пассив турбулизаторларнинг қўлланилиши натижада иссиқлик алмашинуви кўрсаткичларини яхшиланиши аниқланди. Трубидаги нефт оқимининг гидродинамикасини экспериментал ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики, бурама лента кенглиги 6 мм дан 14 мм гача ошиши билан гидравлик қаршилик 30 % ($Re = 2000$), 40 % ($Re = 1200$) га ошиши аниқланди. Бундан келиб чиқадики суюқлар, айниқса нефт каби қовушқоқлиги юқори бўлган суюқликлар, оқимининг гидравлик қаршилигининг сезиларли даражада ошишини ҳисобга олган ҳолда турбулентлик жараёнини

*оптималлаштириш мақсадга мувофиқ
эканлиги аниқланган.*

КИРИШ. Углеводородларни, хусусан, нефт ва бошқа суюқ углеводородларни қайта ишлаш заводлари нисбий (удельный) энергия сарфи катта бўлган ишлаб чиқариш ҳисобланади. Шу билан бирга ушбу корхоналарда катта ҳажмда нефт ва газ конденсати ҳам ашёсини қайта ишланилиши инobatга олинса, улар катта ҳажмда ёқилғи-энергетик ресурслари истеъмолчилари эканлиги ўз тасдиғини топади. Углеводородларни (айниқса суюқ углеводородларни) қайта ишлаш учун энергия сарфининг асосий қисми, тахминан 70-75% иссиқлик алмашинуви ёки шу жараён билан боғлиқ жараёнлар ҳисобига тўғри келади. Иссиқлик алмашиниш қурилмалари нефтни қайта ишлаш, нефт-кимё ва бошқа кўплаб турдош тармоқлар ва соҳаларида ҳам кенг қўлланилади [1,2]. Иссиқлик алмашинишни самарадорлигини ошириш бир қатор муҳим омиллар, булар орасида асосийлари иситиш сиртларидан суюқликка, кейинчалик суюқлик оқими ядросига иссиқлик узатишни жадаллаштириш, шу билан бирга, асосий термик қаршилиқ ҳосил қилувчи ламинар чегара қатлам қалинлигини имкон қадар минималлаштириш ва оқим турбулентлигини оширишдан узвий ва бевосита боғлиқ ҳисобланади [3,4,5].

Тадқиқотнинг мақсади. Нефть оқимининг гидравлик қаршилигининг турбулизатор шакли ва ўлчамларига боғлиқлигини назарий таҳлил қилиш ва экспериментал равишда аниқлаш, шунингдек турбулентлик жараёни параметрларини оптималлаштиришнинг мақсадга мувофиқлиги ва зарурлигини аниқлашдир. Ушбу мақсадга эришиш учун суюқ углеводородлар таркибидаги қаттиқ заррачаларнинг чўкишига нефт оқими турбулентлигининг таъсирини, шунингдек пассив турбулизаторларнинг истикболли шакллари аниқлаш каби тадқиқот вазифаларини ҳал этиш тадқиқотлари олиб борилди.

Усуллар ва материаллар. Тадқиқот давомида, ҳамда қўйилган тадқиқотлар вазифаларини ечиш учун муаллифлар томонидан иссиқлик узатиш жараёнини кучайтириш учун иссиқлик алмашинуви юзаси ҳолатини яхшилаш ва иситиладиган суюқ углеводороднинг қувур деворлари олдидаги суюқлик чегара қатлами камайтириш усуллари қўлланилди. Иссиқлик бериш ва иссиқлик узатиш коэффициентига иситувчи қувур сиртида оқаётган суюқ углеводород таркибидан зарраларнинг тиниб, чўкинди қатламининг ҳосил бўлиши иссиқлик алмашиниш

параметрларига салбий таъсир кўрсатди, шу билан бирга тажриба давомида ушбу термо-қаршилиқ қатламининг қалинлиги ошиши кузатилди. Иситувчи қувур сиртидаги чўкинди қатламига иссиқлик таъсири натижасида зич қатлам ҳосил бўлиши кузатилди ва амалиётда ўз тасдиқини топди. Ўз навбатида ушбу қатлам жуда кам иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига эга.

Кам харажатлар билан иссиқлик алмашинуви юзаларида нефт таркибидан чўкиндилар ҳосил бўлишининг олдини олиш ёки камайтириш учун самарали оқим турбулизаторлари муаллифлар томонидан тажриба қурилмаларида муваффақиятли қўлланилди. Тадқиқотлар натижалари юқори самарали оқим турбулизаторларини қўллаши орқали чўкинди нисбий ҳосил бўлишини камайтиришга, унинг қатлам қалинлигини камайтиришга эришиш параметрлари аниқланди.

Муаллифлар томонидан олиб борилган суяқ углеводород оқимларини турбулизация қилишнинг турли усуллари тадқиқотлари шуни кўрсатдики, иситилаётган нефт оқимининг турбулентлигини оширишда самарали пасив турбулизаторлар ўзининг оддий конструкцияси ва самарадорлиги билан ажралиб туради. Қобиктрубали иссиқлик алмаштиргич найчаларида қиздирилган ёғни турбулизация қилишнинг бу усули уларни гидродинамик параметрларнинг кенг диапазонида қўллаш самарадорлиги эканлигини кўрсатди. Тажрибалар давомида муаллифлар томонидан қўлланилган турли ўлчамли бурама лента кўринишдаги турбулизаторларнинг фойдаланиши иситиладиган нефт оқими ҳосил қиладиган чўкма қалинлигини камайтиришга ёрдам бериши аниқланди. Шу билан бирга, қурилмага қўшимча четдан энергия узатилмади.

Бурама лента кўринишдаги турбулизаторлар ёрдамида оқимни турбулентлаш механизми таҳлили оқим маркази ва қатламлари орасида интенсив аралаштиришни ҳосил қилиш билан бирга ва иссиқлик алмашинуви қувурлари деворлари сиртидаги суяқлик чегара ва ҳосил бўладиган чўкма қатлами қалинлиги камайтиришга самарали хизмат қилиши аниқланди. Бурама лента кўринишдаги турбулизаторлар қурилма қувури девор олди қатламида турбулент гирдоб айланма оқимларининг (вихреобразование ҳосил бўлиши) шаклланиши билан бирга, қувурнинг турли қисмларидаги температура тафовутини тенглаштиришга ижобий таъсир кўрсатди, натижада иссиқлик алмашинуви жараёнини кучайтирди [6,7].

Турли хил турбулизатор конструкцияли иссиқлик алмаштиргичларни яратиш ва ишлатиш бўйича ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, бурама лента

кўринишдаги турбулизаторли қурилмаларнинг иссиқлик алмашинуви юзаларида каттиқ модда зарралари чўкиши 1,5-2 барабар камайтиришга эришилди.

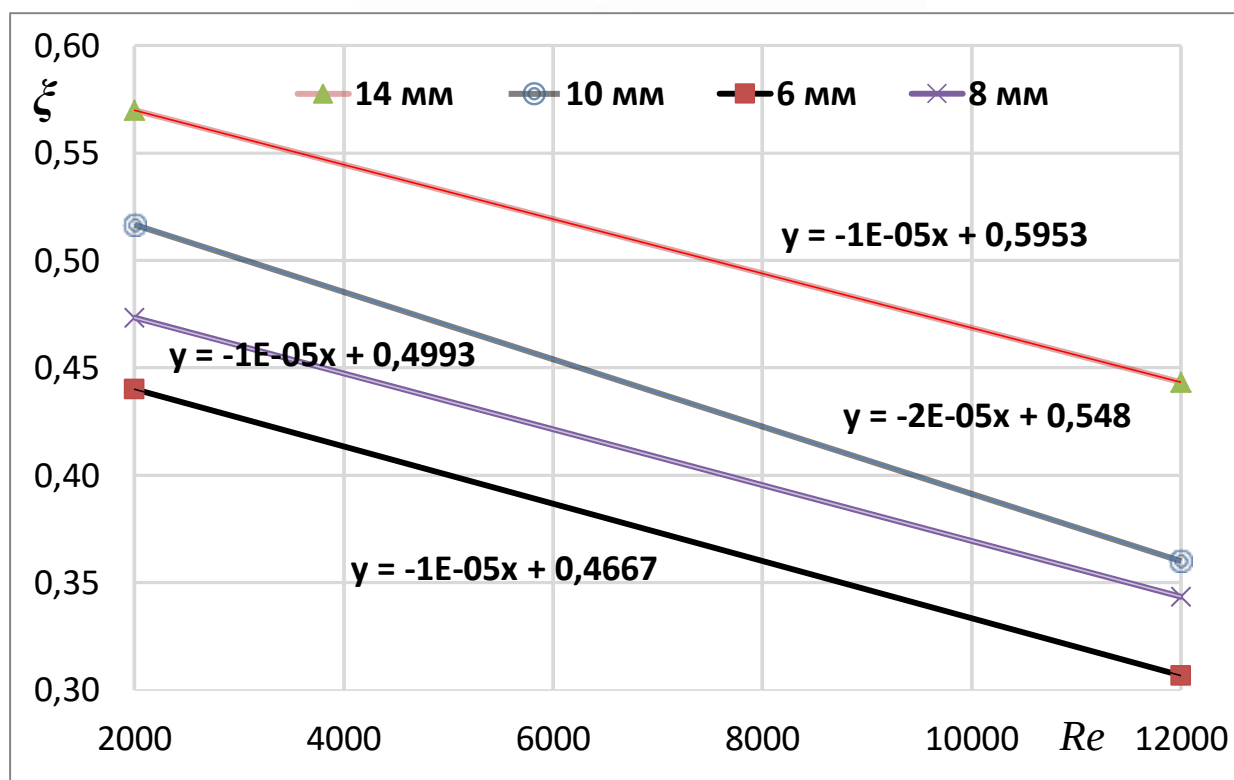
Муаллифлар иссиқлик алмаштиргич қувурларида содир бўладиган жараёнларни яхшилаш ва кучайтириш учун турбулизаторларнинг турли конструкциялари тадқиқ қилинди.

Бир фазаги иссиқлик ташувчилар оқимини яхшилаш учун турли хил конструкциядаги оқимни турбулизацияланишини жадаллаштириш учун бурама спирал қурилма қувурлари кириш жойига ҳамда улар узунлиги бўйлаб ўрнатилиши тадқиқ қилинди. Иссиқлик ташувчининг турбулент айланишини ташкил қилиш туфайли контакт юзасини кўпайтиришга эришилди. Ушбу конструкцияли турбулизаторларнинг самарадорлиги турлича бўлиб, баъзи намуналарда гидродинамик параметрларнинг яхшиланиши туфайли иссиқлик алмашинуви параметрларининг 2 баробар ва ундан кўп ўсишига эришилади.

Натижалар

Муаллифлар аппаратнинг иссиқлик алмашинуви юзаларида тинган каттиқ зарралар қатламнинг ҳосил бўлишини сезиларли секинлатадиган бир қатор турбулизаторлар конструкциялари тадқиқ қилинди. Шу билан бирга, биринчи навбатда, суюқлик ва иситувчи контакт юзаларида чўкманинг шаклланишини камайтириш, турбулизаторлардан фойдаланганда суюқ углеводородлар оқимининг гидравлик қаршилигининг сезиларли даражада ошишига йўл қўймаслик вазифалари қўйилди ва ҳал қилинди. Иссиқлик алмашинуви қурилма трубкаларида суюқлик оқимини жадал айланма ҳаракатини ташкил қилиш учун турбулизаторларнинг бир қатор конструкциялари тадқиқи шуни кўрсатдики, ушбу бурама спирал кўринишдаги пасив турбулизаторлар суюқлик таркибидаги каттиқ заррачаларнинг иссиқлик алмашинуви юзаларида чўкишини самарали равишда олдини олади. Бу бурама спирал ва винт симон турбулизаторлар юзасида қисми текис ва қовурғаланган кўринишда тайёрланиши мумкин. Ўтказилган тадқиқотларда ҳисобга олинган яна бир муҳим омил бу қўлланилаётган турбулизаторлар томонидан ҳосил қилинадиган гидравлик қаршилиқнинг ошиши бўлди. Юқорида тадқиқ қилинган турбулизаторлар орасида юзаси силлиқ равишда тайёрланган (қовурғалари бўлмаган) турбулизаторлар энг кам гидравлик қаршилиққа эга эканлиги аниқланди. Тадқиқотлар давомида муаллифлар лентасимон бурама турбулизаторлар томонидан ҳосил қилувчи оқимнинг гидравлик қаршилиги лаборатория шароитида тадқиқ қилинди. Ушбу тадқиқотлар нефт оқимининг Рейнольдс критерийси (Re) турли қийматдаги гидродинамикаси

ўрганилди. Лаборатория шароитида турли кенгликдаги (l) бурама лента шаклдаги сирти силлиқ, лента бурилиш қадами $b=16 \cdot l$ бўлган турбулизаторлар тадқиқ қилинди. Тажрибалар ички диаметри 25 мм ва узунлиги. 1400 мм бўлган шиша трубкларда нефт оқимида ўтказилди. Тажриба натижалари қуйидаги расмда умумлаштирилган.



Расм 1. Бурама лента кўрнишдаги турбулизатор кенглиги l 6, 8, 10 ва 14 мм, ҳамда бурилиш қадами $b=16 \cdot l$ бўлганда иссиқлик алмашиниш қурилмаси трубаси ичидаги нефть оқими гидравлик қаршилик коэффиценти қийматининг унинг Рейнольдс (Re) критерийсидан боғлиқлиги.

Муҳокама. Лентали бурама турбулизатор конструкциясини баҳолаш мезонлари сифатида уларни қўллаш натижасида Рейнольдс (Re) критерийси, ҳамда унга таъсир этувчи иссиқлик алмашиниш қурилмаси трубасидаги нефт оқимининг гидравлик қаршилик коэффиценти (ξ) тадқиқ қилинди. Тажрибалар натижаларини таҳлил қилиб, шуни таъкидлаш мумкинки, $Re = 2000$ бўлганида ва бурама лентанинг l кенглиги 6 мм дан 8 мм гача ўзгарганида ξ нинг қиймати ўртача 6,8 % га, 8 мм дан 10 мм гача 10,6 % га ва 10 мм дан 14 мм га ўзгарганида 9,6 % га ўсиши аниқланди. $Re =$

12000 бўлганида эса, l қийматнинг ўсиши мос равишда 9,6 % га 5,8% га ва 22% га тенг бўлди. Расмда кўрсаткичларнинг боғлиқлик чизикларига мос келадиган компютер дастури ёрдамида олинган мос тенгламалари кўрсатилган. Тадқиқот натижаларининг таҳлили ва умумлаштирилиши тадқиқ қилинаётган турбулизаторлардан фойдаланганда трубадаги нефть оқимининг гидродинамикасига таъсир қилувчи асосий омиллар бу турбулизаторларнинг геометрик шакли ва ўлчамлари эканлигини кўрсатди. Ўтказилган тажрибалар асосида бурама лента кўринишдаги пассив турбулизаторнинг асосий параметрлари ва конфигурацияси аниқланди. Бурама лентанинг кенглиги (яъни бурилиш баландлиги)нинг ошиши ва бурама қадамнинг камайиши билан гидравлик оқим қиймати ошиши аниқланди.

Хулосалар. Шундай қилиб, оптимал ўлчамли бурама лента шаклида ишлаб чиқилган турбулизатор конструкцияси ёрдамида труба оқими гидравлик қаршилигининг нисбатан кичик ўсиши билан иссиқлик алмашилиш қурилмаси трубасидаги суюқлик оқими турбулентлигини ошишига эришилди. Тадқиқот натижалари каттиқ заррачаларнинг чўкишини камайтириш учун пассив турбулизаторларнинг бурама лента шаклидаги конструкциясидан фойдаланиш истиқболлиги кўрсатди. Бу эса, ўз навбатида, юқори иссиқлик узатиш параметрини нисбаттан ўзоқ вақт сақланишини таъминланиши аниқланди. Бундан ташқари, бурама лента кўринишидаги турбулизаторнинг конструкцияси содда, ишлаб чиқариш эса осон ва арзон бўлиб, уларни мавжуд қурилмаларда қўлланилишини амалга ошириш учун сезиларли конструктив ўзгаришлар талаб қилмайди.

Адабиётлар рўйхати:

1. Технология переработки нефти: в 2 ч. Ч. I. Первичная переработка нефти / под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. -М.: Химия, Колос С, 2006. - 400 с.
2. Данилов Н.В., Дедов А.В. Экспериментальное исследование гидравлического сопротивления в трубах с закруткой потока // Сб.трудов IV Росс. нац. конф. по тепломассообмену. М.: Изд-во МЭИ, 2006, т.8. С.62-63.
3. Giniyatullin A.A. Hydrodynamics and heat transfer in tubes with smooth and ribbed twisted tape inserts / S.E. Tarasevich, A.B. Yakovlev, A.A. Giniyatullin, A.V. Shishkin // Journal of Enhanced Heat Transfer. – 2013. – 20(6). – P.511-518.
4. Кузма-Кичта Ю. А. Методы интенсификации теплообмена. М.: МЭИ, 2001. 240 – с.

5. Giniyatullin A.A. Heat Transfer in Circular Tubes With Regularly Spaced Full Length Twisted Tape Inserts Having Discrete Finned Surface / S.E. Tarasevich, A.B. Yakovlev, A.A. Giniyatullin // 2011 Baltic Heat Transfer Conference – 6th BHTC 2011. – Tampere, Finland, 2011. – P.59-60.

6. Абдурахмонов О.Р., Жураев А.М. Интенсификация теплообмена // Фундаментальные и прикладные проблемы физической и коллоидной химии и их инновационные решения: тезисы докл. Междунар. конф. (Наманган, 9-10 февраль. 2024. –С.974-975.

7. Абдурахмонов О.Р., Жураев А.М. Механизмы интенсификации теплообмена //Технологические проблемы добычи и переработки нефти и газа и их инновационные решения: тезисы докл. Респ. конф. (Бухара, 14-15 ноябрь. 2024. –С.227-229.

