

## СУВ ВА ГАЗ КОНДЕНСАТИНИНГ ИССИҚЛИК-ФИЗИК КЎРСАТКИЧЛАРИ

А.М.Хурмамамов<sup>1</sup>, О.Ю.Исмаилов<sup>1</sup>, Р.А.Юсупов<sup>2</sup>, Д.Н.Исаматова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент ш.

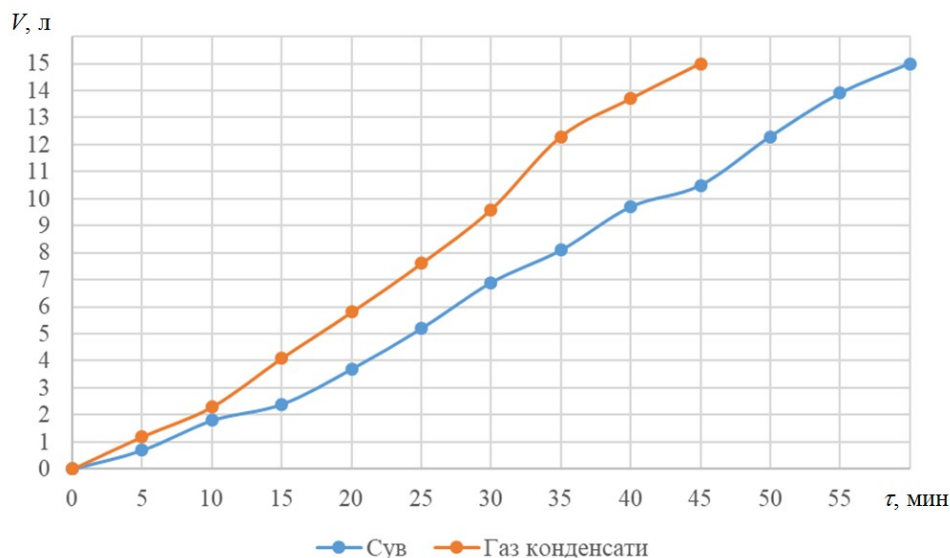
<sup>2</sup>Саноат хавфсизлиги давлат қўмитаси, Тошкент вилояти ҳудудий бошқармаси, Тошкент ш.

<sup>3</sup>Тошкент кимё технология институти, Тошкент ш

Қувурли қурилмаларда буғларни конденсациялаш жараёнини самарали ташкил этиш учун вақт ва қувурдаги конденсацияланиш юзаси бўйича оқимнинг ҳарорати, босими ва иссиқлик-физик хоссалари каби технологик параметрларни ҳисобга олиш керак бўлади. Ушбу технологик параметрларни конденсацияланиш жараёнига таъсирини ўрганиш саноатда ишлатиладиган конденсация қурилмаларини иссиқлик самарадорлиги юқори оптимал дизайнини ишлаб чиқишга ёрдам беради [1-4].

Буг генераторига қуйилаган 15 литр ҳажмдаги ишчи (сув ёки газ конденсати) суюлиқларни вақт бирлиги ичида буг ҳолатидан конденсат ҳолатига ўтиши тажриба давомиди аниқланди.

Конденсацияланиш жараёнида 250 кПа босимдаги сув ва газ конденсати бугининг вақт ( $\tau$ , мин) бирлиги ичида конденсат чиқиш ҳажми ( $V$ , л) 1-расмда келтирилган.



**1-расм. Газ конденсати бугини вақт бирлиги бўйича конденсацияланиш ҳажми**

Эгри чизикли диаграммдан кўриниб турибдики, тажриба намуналари буғларни конденсациялаш жараёнида 15 литр ҳажмга эга газ конденсатини буг қозонида буг ҳолатига ўтиши ва шу бугни қобиқ қувурли тажриба иссиқлик алмашиниш қурилмасида конденсацияланишига умумий ҳисобда 45 минут вақт сарфланган бўлса, ушбу ҳажмдаги сувни буг ҳолатидан конденсат ҳолатига ўтишига 60 минут вақт сарфланди. Олинган натижалар хулосаси шуни кўрсатадики, газ конденсати бугининг конденсацияланиши унинг қайнаш ҳароратини сув буғига нисбатан 2,5 маротабага пастлиги билан изоҳланади. Натижада, ишлаб чиқариш корхоналарида углеводород буғларини конденсациялашга сув бугини конденсация қилишга қараганда 1,5 маротаба вақт ва энергия кам сарфланиши мумкин бўлади.

Углеводород буғларининг энг асосий иссиқлик параметрларидан бири сувга (2260 кДж/кг) нисбатан конденсацияланиш иссиқлигини (250-350 кДж/кг) паслиги ҳисобланади. Ушбу кўрсаткич углеводород буғларини қобиқ қувурли иссиқлик алмашиниш қурилмаларида конденсациялаш жараёнида самарадорликни қўшимча харажатларсиз ошириш имконини беради.

Иссиқлик алмашиниш қурилмасидаги конденсация жараёни самарадорлигини ошириш математик ҳисоблаш йўли билан аниқлашда 200 кПа босимда сув буғи ва газ

конденсати буғининг конденсацияланиш иссиқлигини солиштириш орқали аниқлаш имкони вужудга келади. Буғ генераторидаги сув буғининг босими  $P=200$  кПа бўлган ҳарорат  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача ортиши натижасида буғнинг конденсация иссиқлиги  $2202$  кДж/кг эканлиги адабиётлардан маълум [5,6].

Газ конденсати буғлари конденсацияланишдаги иссиқлиги Крэг формуласи ёрдамида аниқлаш мумкин [5,6]:

$$r = \frac{1}{d_{15}^{15}} (354,1 - 0,3768 T_{\text{yp}}), \quad (1)$$

бу ерда  $d_{15}^{15} = 0,7667$  - газ конденсатининг солиштирма зичлиги

Газ конденсатининг фракцион таркибини ўрганиш борасида олиб борилган тажрибалардан маълумки, газ конденсати таркибидан бензин фракциясини чиқиши бошланғич ҳарорати  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  ва яқунланиш ҳарорати  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  га тўғри келади. Шу сабабдан, сув ва газ конденсати буғларни конденсацияланиш иссиқлигини  $60\div 180\text{ }^{\circ}\text{C}$  ҳароратлар оралиғида солиштирма таҳлили бажарилди. Тажриба натижалари 1-жадвалда келтирилган.

**1-жадвал**

**Сув ва газ конденсати буғларининг конденсацияланиш иссиқлиги**

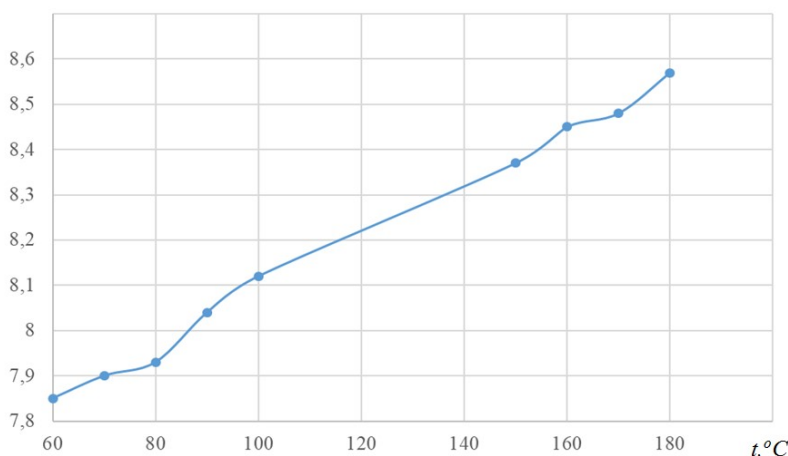
| Ҳарорат,<br>$t, ^{\circ}\text{C}$ | Газ конденсатининг<br>молекуляр массаси,<br>$M$ | Буғнинг конденсацияланиш иссиқлиги, кДж/кг |                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
|                                   |                                                 | Сув<br>$r_1$                               | Газ конденсати<br>$r_2$ |
| 60                                | 73,6                                            | 2317                                       | 295                     |
| 70                                | 79,2                                            | 2298                                       | 290                     |
| 80                                | 85,4                                            | 2276                                       | 287                     |
| 90                                | 91,8                                            | 2268                                       | 282                     |
| 100                               | 98,1                                            | 2260                                       | 278                     |
| 150                               | 129,6                                           | 2120                                       | 253                     |
| 160                               | 136,4                                           | 2097                                       | 248                     |
| 170                               | 143,7                                           | 2015                                       | 239                     |
| 180                               | 156,9                                           | 1998                                       | 233                     |

1-жадвалда келтирилган маълумотларга мувофиқ, сув ва газ конденсати буғларининг конденсацияланиш иссиқлиги ҳарорат ортган сари аста-секинлик билан пастлаб боради. Ушбу кўрсаткич сув учун  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  да  $r_1 = 2317$  кДж/кг ни ташкил этган бўлса, ҳароратни  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача ортиши билан  $r_1 = 1998$  кДж/кг гача, яъни 1,15 мартабага пастлаши аниқланди. Газ конденсатининг конденсацияланиш иссиқлиги ҳарорат  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  га етганда  $295$  кДж/кг га етиб, ҳароратни  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача ортиши билан ушбу кўрсаткич  $233$  кДж/кг гача, яъни 1,26 мартаба пастлайди.

Сув буғининг конденсацияланиш иссиқлигининг  $r_1$  газ конденсати конденсацияланиш иссиқлигига  $r_2$  таққослаш орқали жараён самарадорлигини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$r_1/r_2 = 2317/295 \text{ кДж/кг} = 7,85$$

бунда экспериментал конденсаторда иссиқлик узатиш жараёнининг мумкин бўлган интенсивлик даражаси  $7,85$  ни ташкил қилади.



## 2-расм. Иссиқлик ташувчиларнинг солиштирма конденсацияланиш иссиқлиги

Тадқиқ қилинаётган иссиқлик ташувчиларнинг  $r_1/r_2$  мухит ҳароратига  $t$  боғлиқ равишда конденсацияланиш иссиқлигини солиштирма кўрсаткичи 7-расмда келтирилган.

Келтирилган графикда келтирилган маълумотлардан, ҳароратни 60 °C дан 180 °C гача ортиб бориши сув ва газ конденсати буғлари конденсацияланиш иссиқлиги ўртасидаги тафовут 7,8 дан 8,6 маротабагача ортиб боришини кўришимиз мумкин.

Олиб борилган тадқиқот натижаларига асосланган ҳолда, углеводород буғларни ҳам ашёни бирламчи ишлов бериш (иситиш, совутиш) жараёнида имкониятлар юқори эканлигини аниқланди.

Горизонтал конденсаторда газ конденсати буғларининг конденсацияланиш жараёнида иссиқлик, гидродинамик ва энергетик кўрсаткичларига оқим ҳаракат тезлигини таъсирини ўрганиш борасидаги тажриба ва ҳисоблаш натижалари қуйидаги 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

### Газ конденсати буғларининг конденсацияланиш жараёнидаги кўрсаткичларни ўзгариши

| Кўрсаткичлар                                           | Иссиқ оқим (газ конденсати) |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Тўйинган буғлар сарфи $D$ , м <sup>3</sup> /с          | 0,014                       | 0,016 | 0,018 | 0,020 | 0,022 |
| Бошланғич ҳарорат $t_0$ , °C                           | 115                         | 115   | 115   | 115   | 115   |
| Охириги ҳарорат $t_o$ , °C                             | 67                          | 67    | 68    | 68    | 69    |
| Буғнинг босими $P_1$ , Па                              | 250                         | 250   | 250   | 250   | 250   |
| Рейнольдс критерийси, $Re$                             | 15742                       | 15835 | 15985 | 16023 | 16086 |
| Иссиқлик бериш коэффиценти $\alpha_1$ , Вт/м·К         | 502                         | 604   | 689   | 760   | 831   |
| Совутишчи оқим (техник сув)                            |                             |       |       |       |       |
| Оқим тезлиги $\omega$ , м/с                            | 0,106                       | 0,212 | 0,318 | 0,424 | 0,530 |
| Бошланғич ҳарорат $t_0$ , °C                           | 20                          | 20    | 20    | 20    | 20    |
| Охириги ҳарорат $t_o$ , °C                             | 88                          | 86    | 85    | 84    | 83    |
| Рейнольдс критерийси, $Re$                             | 3412                        | 6915  | 9317  | 12687 | 14352 |
| Иссиқлик бериш коэффиценти $\alpha_2$ , Вт/м·К         | 157                         | 164   | 168   | 173   | 179   |
| Иссиқлик узатиш коэффиценти $K$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К | 119                         | 129   | 135   | 141   | 147   |
| Узатилаётган иссиқлик миқдори $Q$ , Вт                 | 8925                        | 9677  | 10124 | 10573 | 11026 |

Тажриба қурилмасида углеводород буғининг (газ конденсати) конденсациялаш жараёнида иссиқлик алмашилиш жараёнини кўрсаткичлари келтирилган 3.2-жадвалдаги маълумотлардан, тўйинган буғ сарфини  $D = 0,014 \div 0,022$  м<sup>3</sup>/с оралиғида ўзгариб бориши билан Рейнольдс критерийси 15742 дан 16086 гача кўтарилади. Конденсатнинг чиқиш

харорати оқим тезлигига мос равишда  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  га кўтарилиб, углеводород буғидан қурилма деворига узатилаётган иссиқлик бериш коэффициенти  $\alpha_1 = 8925$  дан  $11026\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , яъни 1.23 мартаба ортиши аниқланди. Қурилма деворидан иситилаётган суюқликка узатилаётган иссиқлик бериш коэффициенти 1.14 мартабага ортиб,  $\alpha_2 = 157\div 179\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  ни ташкил этади. Иссиқлик узатиш коэффициент  $K = 119 \div 147\text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$  ни, узатилаётган иссиқлик миқдори  $Q = 8925 \div 11026\text{ Вт}$  оралиғида ўзгарши аниқланди.

Шудай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидагича натижаларга эришилди: қобик қувурли иссиқлик алмашиниш қурилмасида сув ва углеводород буғларини конденсациялаш жараёнида конденсацияланадиган буғнинг қурилма қобик қисмига киришида одатий ва айланма тарзида беришни ўрганиш мақсадида тажриба қурилмаси яратилди ва ишлаш методикаси ишлаб чиқилди. Қобик қувурли қурилмада газ конденсати буғларини сув билан конденсациялаш жараёнида конденсатор қувури узунлигини 2-метригача сув ва газ конденсати буғларини жадал конденсацияланиши кузатилди. 2 ва 3-метрлар оралиғида конденсатнинг аста секинлик билан пастлаб,  $37\div 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  гача совиши аниқланди. Тажриба қурилмасида 15 литр ҳажмга эга газ конденсатини буғ ҳолатига ўтиши ва шу буғни қобик қувурли тажриба иссиқлик алмашиниш қурилмасида конденсацияланишига умумий ҳисобда 45 минут вақт сарфланган бўлса, ушбу ҳажмдаги сувни буғ ҳолатидан конденсат ҳолатига ўтишига 60 минут вақт сарфланди.

#### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. Барулин Е.П., Кувшинова А.С., Кириллов Д.В. и др. Лабораторный практикум по тепловым процессам. Учебное пособие. - Иваново: ИГХТУ, 2009. -65 б.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/ Под ред. П.Г. Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 576 с.
3. Исмаилов О.Ю., Сатторов З.М. Влияние гидродинамических режимов движения нефтегазоконденсатных потоков на толщину вязкого пограничного слоя и эффективность теплообмена// Научно-технический журнал «Нефтепереработка и нефтехимия». Москва. – 2020. – №2. –С. 35-37.
4. Исмаилов О.Ю., Хурмаматов А.М. Повышение эффективности трубчатых теплообменников за счёт рециркуляции потоков Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2021.-№5. -С. 42-46.
5. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газ: учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб.и доп. -СПб: Недра, 2013.-544 с.
6. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов. - Уфа: Гилем, 2002. - 672 с.
7. Ismailov. O.Yu., Khurmatov A.M., Boriyeva Z.R. Effect of recirculation of the hydrocarbon flow on the thickness of the viscous sublayer and the efficiency of heat transfer// European multidisciplinary journal of modern science. Volume:6. 2022. Pp.328-332.