



## ЭТИЛЕННИ КИСЛОРОД ИШТИРОКИДА ВОДОРОД ХЛОРИД ТАЪСИРИДА ОКСИХЛОРЛАШ ЖАРАЁНИ ТЕРМОДИНАМИКАСИ

**Kurbanova Dilafruz Sobirovna,**

*Jizzax Politexnika instituti*

*Kimyo kafedrasida assistenti*

*[dilafruzsobirovna89@gmail.com](mailto:dilafruzsobirovna89@gmail.com)*

**Bobomurodova Sanobar Yunusovna,**

*Jizzax Politexnika instituti*

*Kimyo kafedrasida dotsenti*

*[bobomurodovas798@gmail.com](mailto:bobomurodovas798@gmail.com)*

**Аннотация:** Этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид таъсирида оксихлорланиш жараёнларининг термодинамикаси ўрганилган ва оксихлорлаш реакциясининг бориш механизми таклиф этилган. Жараённинг механизмини боришини ўрганиш асосида 1,2-дихлорэтан ва карбонат ангидрид ҳосил бўлиш тезлигини тавсифловчи кинетик тенгламалар таклиф этилган. Этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун олинган катализаторлар иштирокида этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорлашнинг тўлиқ оксидланиш маҳсулотларини ҳосил бўлишининг қонуниятлари этиленни водород хлорид таъсирида кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини ўтказиш учун мўлжалланган оқимли суюқ қатламли реакторда ўрганилди. Ҳарорат диапазони 210-240 °C, газларнинг чизиқли тезлиги 5,5-7 см/сек, шартли этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясининг контакт вақти 8,5-9,5 сек. Этиленни оксихлорловчи реактор баландлиги 32,5м диаметри 3,5м колоннали аппаратидан иборат. Этиленни водород хлорид таъсирида кислород иштирокида оксихлорланиш учун мўлжалланган реакторининг иш режимлари аниқланди ва оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реакторнинг моддий ва иссиқлик баланси ҳисобланди.

**Калит сўзлар:** оксихлорлаш, водород хлорид, кислород, катализатор, этилен, механизм, технология, моддий баланс.

### КИРИШ

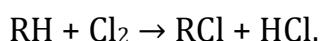
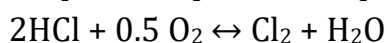
Винилхлорид ишлаб чиқарилиш энг йирик органик синтез маҳсулотларидан бири бўлиб, ишлаб чиқарилган винилхлориднинг 95% гача бўлган қисми поливинилхлорид олиш учун сарфланади. Винил хлориднинг кам қисми турли хил винил сополимерларни олиш учун ишлатилади. Полимер материаллар ишлаб чиқариш ҳажми бўйича биринси ўринда полиэтилен кейин еса поливинилхлорид туради, бу унинг жаҳон саноат ишлаб чиқариш инфратузилмасидаги энг муҳим ролини исботлайди. Технологик жиҳатдан



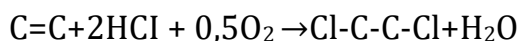
этиленнинг оксихлорланиш жараёнини оксидловчи восита сифатида концентранган кислороддан фойдаланган ҳолда катализаторнинг суяқ қатламида ўтказиш мақсадга мувофиқдир. Бунинг амалга оширилиши саноат миқёсидаги жараён, этилен хлорид ҳосил бўлишининг селективлиги сезиларли даражада ошади ва газ чиқиндилари миқдори камаяди. Оксидловчи сифатида кислороддан фойдаланган ҳолда саноат оксихлорлаш жараёнини яратиш оптимал катализаторни танлашни, унинг ишлаш шароитларини ўрганишни, саноат реакторини ҳисоблашни ва яратишни талаб қилади.

Адабиётда кенг миқдордаги углеводородлар ва уларнинг хлорли ҳосилаларининг оксихлорланиши ёритиб берилган. Оксихлорлаш эритма ва катализатор эритмасида, газ фазасида гетероген катализатор иштирокида, амалга оширилади [1-5].

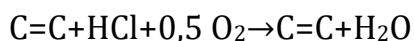
Механизмга кўра, барча оксихлорланиш реакцияларини иккита катта гуруҳга бўлиш мумкин: 1) водород хлоридни кислород билан органик субстратни хлорлаштирадиган хлоргача оралиқ оксидланиши орқали ўтадиган реакциялар; 2) водород хлоридни хлорга оксидланишини талаб қилмайдиган реакциялар, биринчи гуруҳга алканлар ва хлороалканлар ўрнини босувчи оксихлорланиш реакциялари киради:



ва иккинчиси - қўшимчали оксихлорлаш алканлар ва хлоралканлар

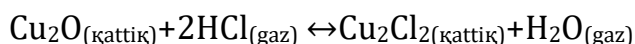
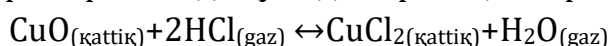


алкенлар ишда [10] алоҳида гуруҳга ажратилган:



Реакция водород хлорид оксидланиши ва алканлар ўрнини босувчи оксихлорлаш амалга ошириладиган ҳароратда давом этади, аммо газ фазасида хлор йўқ. Энг кенг тарқалган саноат дастури винилхлорид ишлаб чиқаришнинг катта кўлами ва уни ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўлган водород хлориддан деярли тўлиқ фойдаланиш туфайли этилен хлоридга этилен оксихлорланиш жараёнини топди.

Катализаторнинг оксихлорланиш жараёнларининг дастлабки натижалари билан ўзаро таъсирининг термодинамик жиҳатларини батавсил кўриб чиқилган [13-15].  $\text{CuO}-\text{HCl}$  ва  $\text{Cu}_2\text{O}-\text{HCl}$  тизимлари учун кўрсатилган 400 – 800 К ҳарорат оралиғида қуйидаги реакциялар термодинамик равишда мумкин:

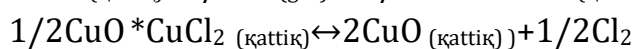
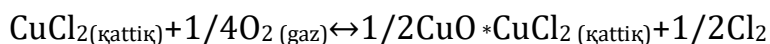


Ушбу реакциялар учун стандарт эркин энергиянинг қиймати (-12 ÷ -28 ккал/ мол) оралиғида; бу ҳолда нисбий мувозанат константалари ҳарорат ошиши билан тезда пасаяди [16].





Мис хлорид - кислород реакцияларини экспериментал тадқиқотлар натижалари [14-16] ишда олинган. Реакция икки босқичда давом этиши кўрсатилган:



Охирги йилларда метандан туғридан-туғри этилен ва ароматик углеводородлар олиш дунё олимларини қизиқтирмоқда. Шу билан бирга метандан синтез-газини, ундан эса метанол ва диметилэфир олиш, диметилэфир ва метанолдан қуйи молекуляр олефинлар синтез қилиш ҳанузгача долзарблигини йўқотмади. Маълумки, ароматик углеводородлар органик синтезда муҳим аҳамиятга эга. Ароматик углеводородларни пропан-бутан фракцияларидан ва нефть йўлдош газларидан синтез қилиш бўйича дунёда кўплаб тадқиқотлар олиб борилмоқда. Умуман олганда, нефть ўрнини босувчи бирдан-бир манба табиий газдан кимё саноати учун муҳим бўлган моддалар синтез қилиш долзарб масалалардан биридир [17-31].

#### ТАЖРИБА ҚИСМИ

Этиленни водород хлорид таъсирида кислород билан оксихлорланиш атмосфера босимида олиб борилди ва оксидланиш жараёнларининг кинетик ва технологик қонуниятларини тадқиқ қилиш. Тажриба давомида ҳарорат 205÷245 °С оралиғида ўзгариб турди. Этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид таъсирида оксихлорланиш жараёнида бошланғич реакцияга киришаётган моддаларнинг нисбати 1,02÷1,04:2,00:0,60÷0,65 ни ташкил этади. Газ сарфи ~60-120 нл/соат. Этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясининг контакт вақти жараённинг ҳақиқий шартлари асосида аниқланди:

$$\tau = V_{\text{кат}}/Q$$

бу ерда:  $V_{\text{кат}}$  - этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реактордаги танланган катализатор ҳажми;

$Q$  - нормал шароитда газ оқими тезлиги;

Реакцияга киришаётган моддалар нисбати ўзгарганда, газнинг умумий сарфи ўзгармай қолди.

Этиленнинг водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализаторлар иштирокида этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорлашнинг тўлиқ оксидланиш маҳсулотларини ҳосил бўлишининг қонуниятлари этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид таъсирида оксихлорланиш реакциясини ўтказиш учун мўлжалланган оқимли суюқ қатламли реакторда ўрганилди. Ҳарорат диапазони 210-240 °С, газларнинг чизиқли тезлиги 5,5-7 см/сек, шартли этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясининг контакт вақти 8,5-9,5 сек.



Куйида ишлатилган этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализаторларнинг айрим хусусиятлари келтирилган.

1-жадвал

Этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализаторларнинг айрим хусусиятлари

	KCl*ZnCl <sub>2</sub> *MnCl <sub>2</sub> *	KCl*ZnCl <sub>2</sub> *	KCl*MnCl <sub>2</sub> *
	CuCl <sub>2</sub>	CuCl <sub>2</sub>	CuCl <sub>2</sub>
Мис таркиби,%, масса	4,2	5,2	4,8
Сиртнинг ўзига хос майдони, м <sup>2</sup> /г	120	125	115
Тешиклар ҳажми	0,36	0,32	0,24
Ўртача радиуси, пор, нм	4,6	5,25	5,4

Барча этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун заррача ҳажми 40-60 микрон оралиғидаги катализаторлар танланди. Углерод оксидларининг симм-дихлорэтан (1,2-дихлорэтан) ҳосил бўлишининг селективлигига таъсири диаметри 42 мм бўлган этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реакторда ўрганилди. Этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализаторнинг ҳажми 840 мл ни ташкил этди, тадқиқот учун KCl\*ZnCl<sub>2</sub>\*CuCl<sub>2</sub> этиленнин водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализатори ишлатилган.

### ТАЖРИБА НАТИЖАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ МУҲОКАМАСИ

Этиленни водород хлорид таъсирида кислород иштирокида оксихлорланиш жараёнларининг термодинамикаси. Алифатик углеводородларнинг, этиленни водород хлорид таъсирида кислород иштирокида оксихлорланиш жараёнларининг термодинамик параметрлари асосан Дикон реакцияси билан аниқланади. Водород хлорид ва H<sub>2</sub>O конверсия даражасининг K<sub>p</sub> қиймати пасайиши учун ҳарорат кўтарилиши керак. 200-2000 °C ҳарорат оралиғида K<sub>p</sub> ҳароратга боғлиқликнинг куйидаги ифодаси амал қилади:

$$\lg K_p = 5881.7/T - 0,93035 \lg T + 1,3704 \cdot 10^{-4} - 1,758 \cdot 10^{-3} T^2 - 4,1744$$

ёки содалаштирилган шаклда:

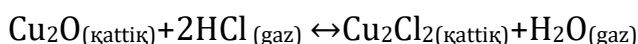
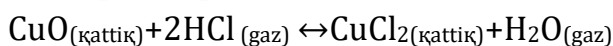
$$\lg K_p = 6104/T - 7,0994.$$





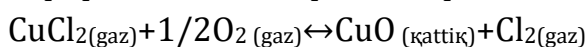
Хлорлаш жараёнида, хлорни сарфланиши туфайли реакция мувозанати ўнг томонга силжийди, ва водород хлориднинг тўлиқ конверсияси содир бўлишига олиб келади[1].

Этиленнинг кислород иштирокида оксихлорланиш реакциясини Аллен ва Кларк [15] амалга оширди ва бу учун танланган катализаторнинг водород хлорид таъсирида этиленнинг кислород тасирида оксихлорланиш жараёнларининг дастлабки натижалари билан ўзаро алоқасини термодинамик жиҳатларини батафсил кўриб чиқдилар.  $\text{CuO-HCl}$  va  $\text{Cu}_2\text{O-HCl}$  тизимлари учун кўрсатилган 400 – 800 К ҳарорат оралиғида термодинамик равишда қуйидаги реакциялар содир бўлиши мумкин:

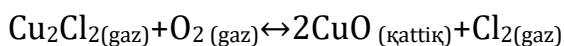


Бу реакциялар учун стандарт энергиянинг қиймати (-12 ÷ -28 ккал/мол) оралиғида; бу ҳолда нисбий мувозанат константалари пасаяйиши учун ҳарорат ошиши керак [16].

Миснинг хлорли бирикмаларининг кислород билан ўзаро таъсир реакцияларини ўрганиш жараёнида, газсимон мис хлоридларининг кислород билан ўзаро таъсири жараёнлари рента иштирокидаги реакциялардан энергетик жиҳатлари анча қулайлиги кўрсатилди. Масалан, этиленни ( $T=220^\circ\text{C}$ ) паст ҳароратли оксихлорлаш жараёнининг шартлари

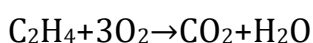
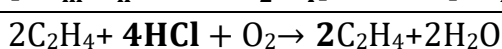
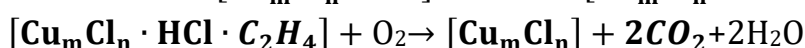
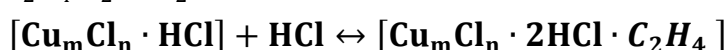
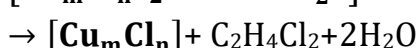
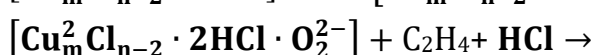
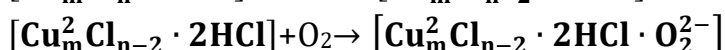
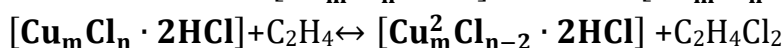
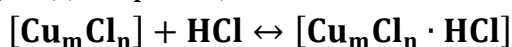


реакция учун стандарт эркин энергиянинг қиймати -18,5 ккал / мол,



реакция учун эса -74,1 ккал / мол га тенг.

Этиленнинг оксихлорланиши  $\text{CuCl}_2\text{-KCl}$  алуминосиликат (ёки силикагел) этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализаторида  $250\text{-}340^\circ\text{C}$  ҳарорат оралиғида ўрганилди, қуйидаги реакция механизми таклиф қилинди:



Симм-дихлорэтан (1,2-дихлорэтан) ( $W_a$ ) ва карбонат ангидрид ( $W_b$ ) ҳосил бўлиш тезлигини тавсифловчи кинетик тенгламалар шакл b:



$$W_A = 2 \frac{K_1^I \cdot K_1^{II} \cdot K_2 \cdot P_{HCl}^2 \cdot P_{C_2H_4}}{1 + K_1^I \cdot P_{HCl} \cdot \left[ 1 + K_5 \cdot P_{C_2H_4} + K_1^{II} \left( 1 + \frac{K_2 \cdot P_{C_2H_4}}{K_3 \cdot P_{O_2}} \right) \right]}$$

$$W_b = \frac{K_1^I \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot P_{HCl}^2 \cdot P_{C_2H_4}}{1 + K_1^I \cdot P_{HCl} \cdot \left[ 1 + K_5 \cdot P_{C_2H_4} + K_1^{II} \cdot P_{HCl} \cdot \left( 1 + \frac{K_2 \cdot P_{C_2H_4}}{K_3 \cdot P_{O_2}} \right) \right]}$$

Агар буни давом эттирадиган бўлсак,

$$K_1^{II} \cdot P_{HCl} \gg 1 + K_5 \cdot P_{C_2H_4}$$

Кейинги тенгламалар қуйидаги шаклга эга бўлади.

$$W_A = 2 \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot P_{HCl}^2 \cdot P_{C_2H_4}}{1 + K_1 \cdot P_{HCl}^2 \left( 1 + \frac{K_2 \cdot P_{C_2H_4}}{K_3 \cdot P_{O_2}} \right)}$$

$$W_b = \frac{K_1^I \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot P_{HCl} \cdot P_{C_2H_4} \cdot P_{O_2}}{1 + K_1 \cdot P_{HCl}^2 \cdot \left( 1 + \frac{K_2 \cdot P_{C_2H_4}}{K_3 \cdot P_{O_2}} \right)}$$

Бу ерда  $K_1 = K_1^I \cdot K_1^{II}$

Этиленни водород хлорид таъсирида кислород иштирокида оксихлорланиш учун мўлжалланган реакторининг иш режимларини ҳисоблаш. Қуйидаги шартлар асосида ҳисоб-китоб қилинди: этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализатор  $KCl \cdot ZnCl_2 \cdot CuCl_2$  бўлиб этиленни водород хлорид билан кислород иштирокида оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реакторга 55 тонна юкланди.

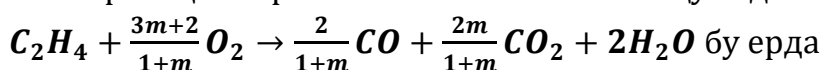
1,2-дихлорэтаннинг ҳосил бўлишининг селективлиги 0,97.

$C_2H_4:HCl:O_2 = 1.01: 2: 0.6$  нисбатда:

Водород хлорид ва этиленнинг конверсияси 0,993; 0,96.

Этиленни водород хлорид таъсирида кислород иштирокида оксихлорланиши учун мўлжалланган реакторининг иш жараёнидаги режимларини ҳисоблашда, ҳосил бўлиш тезлигининг кинетик тенгламалари 1,2-дихлорэтан  $W = kC_{C_2H_4}$ , углерод моноксид, углерод диоксид ҳамда селективликни ҳисобга олиб, реакцияга реагентлари ва реакция маҳсулотлари ўртасидаги муносабатлар тенгламалари ишлатилган.

Ёниш реакцияларининг ялпи тенгламаси қуйидагича:



$\frac{3m+2}{1+m} = \nu_k$  ёниш реакцияларида кислород сарфланишининг стехиометрик коэффициентлари.

Компонентлар учун тенгламалар қуйидаги шаклда ёзилади:

$$X_{HCl} = \frac{N_{HCl}^0 - N_{HCl}}{N_{HCl}^0} \text{ водород хлоридининг конверсия даражаси,}$$

$$N_{C_2H_4} = N_{C_2H_4}^0 - N_{DХЕ} \left( 1 + \frac{1 - S_e}{S_e} \right)$$





Бу ерда  $N_{C_2H_4}$ -реакцияга кирмаган этиленнинг оқими

$S_e$  – *selektivligi*

$$N_{O_2} = N_{O_2}^0 - N_{D_{XE}} \left( 0.5 + \nu_k \frac{1 - S_e}{S_e} \right)$$

Бу ерда  $N_{HCl}$ -реакцияга кирмаган хлориднинг оқими

$$N_{HCl} = N_{HCl}^0 - 2N_{D_{XE}}$$

$$N_{CO+CO_2} = 2 \frac{1 - S_e}{S_e} N_{D_{XE}}$$

Бу ерда  $N_{CO+CO_2}$ -маҳсулотнинг ёниш оқими

$$N_{H_2O} = N_{D_{XE}} + 2 \frac{1 - S_e}{S_e} N_{D_{XE}}$$

Бу ерда  $N_{H_2O}$  сув оқими, мол

$$\sum N_i = N_{C_2H_4}^0 (1 + \alpha + \beta + \gamma) - \left[ 1.5 - (3 - \nu_k) \frac{1 - S_e}{S_e} \right] 0.5 \alpha N_{C_2H_4}^0 Y_{HCl} \dots$$

Бу ерда  $\alpha, \beta, \gamma$  – *oqim nisbati, mol* Водород хлорид,  $O_2$  инерт оқими  $C_2H_4$

$$\alpha = \frac{N_{HCl}^0}{N_{C_2H_4}^0}, \dots \beta = \frac{N_{O_2}^0}{N_{C_2H_4}^0}; \dots \gamma = \frac{N_{in}^0}{N_{C_2H_4}^0};$$

$N_{in}^0$ -этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реакторга кирадиган инертларнинг эриган оқими.

Реакцияга киришаётган модда моддаларнинг қисман босими қуйидагича ифодаланади.

$$P_{C_2H_4} = \frac{N_{C_2H_4}}{\sum N} P; \dots P_{HCl} = \frac{N_{HCl}}{\sum N} P; \dots P_{O_2} = \frac{N_{O_2}}{\sum N} P;$$

Бу ерда  $P$ -этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реакторнинг босими, атм

Водород хлориднинг конверсия даражаси ва нормал шароитда этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясининг контакт вақти тенгламаси билан ифодаланади:

$$W = \frac{d(N_{D_{XE}} 22.4)}{dG_{kat}} = \frac{0.5 N_{HCl}^0 22.4 \cdot 4.3600 dX_{HCl}}{\gamma_{nas} \cdot 22.4 (1 + \alpha + \beta + \gamma) N_{C_2H_4}^0 dt'}$$

Бу ерда  $\gamma_{nas}$ -этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорланиш реакциясини амалга ошириш учун танланган катализаторнинг массаси.  $\tau$  – жорий этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясининг контакт вақти, сек, шунинг учун

$$W = \frac{dX_{HCl}}{dt} = \frac{\gamma_{nas}}{3600} \cdot \frac{2}{\alpha} (1 + \alpha + \beta + \gamma) W$$

Саноатда этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун ишлатиладиган реакторда газнинг иш тезлиги қаттиқлиги ортиб борувчи заррачалар ва изотермик қаватнинг интенсив аралашиб туришини таъминлайдиган суюқланишнинг дастлабки тезлигидан анча юқори. Суултирувчининг йўналтирилган оқими ва



суяқ қатламда қисқа туриш муддати, идеал газ ва идеал иссиқлик алмашиш моделини қабул қилишга имкон яратади.

Ҳисоб-китоблар икки фазали моделга пропорционал равишда амалга оширилди, бу газнинг бир қисми суяқланишнинг бошланиш тезлигига яқинлашади (зич фаза). Қолган газ қатлам орқали шарчалар шаклида кўтарилади (қабарик фазаси). Реакция фазаси зич бўлади ва фазалар орасида масса алмашинади, унинг интенсивлиги конверсиянинг охирги даражасини белгилайди.

Водород хлорид учун икки фазали моделнинг тенгламалари:

$$\frac{d\gamma}{d\tau} = \frac{\beta}{g}(x - y)$$

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{\beta}{1 - g}(x - y) + \frac{W_i}{1 - q}$$

Дастлаб:  $\tau=0$  да  $x=y=0$  да,

$$\tau = \tau_k \quad \tau = \tau_k \quad x_k = qx + (1 - q)y$$

$\tau$ - жорий вақт, сек; этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясининг контакт вақти нолдан  $\tau_k$  гача ўзгариб туради

$q$ - зич фазадан газнинг ўтган миқдори.

$\beta$  - узатилган массанинг коэффиценти, сек<sup>-1</sup>.

$X_k$  - водород хлориднинг охирги конверсияси.

Жараённинг иссиқлик баланси тенгламаси

$$0.5N_{HCl}^0 X_{HCl} \left\{ (-\Delta H_1) + \frac{1 - S_e}{S_e} [(-\Delta H_2) + m(-\Delta H_3)] \right\} = kF(T_p - T_x) + N_{\Sigma}^0 \int_{T_0}^{T_p} c_{p_i}(T) dt$$

Бу ерда:

$(-\Delta H_1) = 56 * 10^3$  ккал/кмол 1,2-дихлорэтан ҳосил бўлиш реакцияларининг иссиқлик эффекти

$(-\Delta H_2) = 167 * 10^3$  ккал/кмол- ис гази ҳосил бўлиш реакциясининг иссиқлик эффекти;

$(-\Delta H_3) = 330 * 10^3$  ккал/кмол- карбонат ангидрид ҳосил бўлиш реакциясининг иссиқлик эффекти;

$k$  - суяқ бўлган қатламдан совуқ юзага иссиқликни ўтказиш коэффиценти, ккал / м соат °С

$T_p$  - этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган ҳарорат °С

$T_x$  - совутиш суви ҳарорати °С

$\Phi$  - иссиқлик қабул қилувчининг юзаси, м<sup>2</sup>;

$N_{\Sigma}^0$  - этиленни кислород иштирокида водород хлорид билан оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реактор киришидаги умумий оқими, кмол / соат;





$C_{ри}$  (T) - реакцияга киришаётган модданинг иссиқлик сиғими, ккал / кмол °С;

$a_{и}$  - реакторнинг кириш қисмидаги этиленни оксихлорлаш реагентларининг ҳажмий улуши;

$T_0$  - этиленни оксихлорлаш учун мўлжалланган реактор ҳарорати, °С,

### ХУЛОСА

Этиленнинг кислород иштирокида водород хлорид таъсирида оксихлорланиш жараёнларининг термодинамикаси ўрганилди. Этиленни оксихлорлаш реакциясини амалга ошириш учун мўлжалланган реакторнинг иш режими ўрганилди.

### АДАБИЁТЛАР:

1. Lin, R.; Amrute, A. P.; Perez-Ramirez, J. Halogen-Mediated Conversion of Hydrocarbons to Commodities. *Chem. Rev.* 2017, 117, 4182–4247.
2. Davies, C. J.; Miedziak, P. J.; Brett, G. L.; Hutchings, G. J. Vinyl Chloride Monomer Production Catalysed by Gold: A Review. *Chin. J. Catal.* 2016, 37, 1600–1607.
3. Global Production Capacity of Vinyl Chloride Monomer 2018 & 2023. Published by M. Garside. <https://www.statista.com/statistics/1063677/global-vinyl-chloride-monomer-production-capacity/> (accessed 2019-11-06).
4. Xu, H.; Luo, G. H. Green Production of PVC From Laboratory to Industrialization: State-of-the-art Review of Heterogeneous Non- Mercury Catalysts for Acetylene Hydrochlorination. *J. Ind. Eng. Chem.* 2018, 65, 13–25.
5. Chemmangattuvalappil, N. G.; Chon, C. H.; Sum, D. N. K.; Elyas, R.; Chen, C.-L.; Chien, I. L.; Lee, H.-Y.; Elms, R. D. *Chemical Engineering Process Simulation*; Elsevier: 2017.
6. Kurta, S.; Mykytyn, I.; Khatsevich, O.; Ribun, V. Mechanism of Catalytic Additive Chlorination of Ethylene to 1, 2-Dichloroethane. *Theor. Exp. Chem.* 2018, 54, 283–291.
7. Hickman, D. A.; Jones, M. E.; Jovanovic, Z. R.; Olken, M. M.; Podkolzin, S. G.; Stangland, E. E.; Thompson, R. K. Reactor Scale-up for Fluidized Bed Conversion of Ethane to Vinyl Chloride. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2010, 49, 10674–10681.
8. Boulamanti, A.; Moya, J. Energy efficiency and GHG emissions: Prospective scenarios for the Chemical and Petrochemical Industry; Publications Office of the European Union: 2017; DOI: 10.2760/630308.
9. Scharfe, M.; Lira-Parada, P. A.; Paunovic, V.; Moser, M.; Amrute, A. P.; Perez-Ramirez, J. Oxychlorination-Dehydrochlorination Chemistry on Bifunctional Ceria Catalysts for Intensified Vinyl Chloride Production. *Angew. Chem., Int. Ed.* 2016, 55, 3068–3072.



10. Higham, M. D.; Scharfe, M.; Capdevila-Cortada, M.; Perez-Ramirez, J.; Lopez, N. Mechanism of Ethylene Oxychlorination over Ruthenium Oxide. *J. Catal.* 2017, 353, 171–180.
11. Scharfe, M.; Lira-Parada, P. A.; Amrute, A. P.; Mitchell, S.; Perez-Ramirez, J. Lanthanide Compounds as Catalysts for the One-Step Synthesis of Vinyl Chloride from Ethylene. *J. Catal.* 2016, 344, 524–534.
12. Scharfe, M.; Capdevila-Cortada, M.; Kondratenko, V. A.; Kondratenko, E. V.; Colussi, S.; Trovarelli, A.; Lopez, N.; Perez-Ramirez, J. Mechanism of Ethylene Oxychlorination on Ceria. *ACS Catal.* 2018, 8, 2651–2663.
13. Louwarse, M. J.; Rothenberg, G. Modeling Catalyst Preparation: The Structure of Impregnated–Dried Copper Chloride on  $\gamma$ -Alumina at Low Loadings. *ACS Catal.* 2013, 3, 1545–1554.
14. Muddada, N. B.; Olsbye, U.; Cacialupi, L.; Cavani, F.; Leofanti, G.; Gianolio, D.; Bordiga, S.; Lamberti, C. Influence of Additives in Defining the Active Phase of The Ethylene Oxychlorination Catalyst. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2010, 12, 5605–5618.
15. Qi, Y.; Fenes, E.; Ma, H.; Wang, Y.; Rout, K. R.; Fuglerud, T.; Piccinini, M.; Chen, D. Origin of Potassium Promotion Effects on  $\text{CuCl}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  Catalyzed Ethylene Oxychlorination. *Appl. Surf. Sci.* 2020, 521, 146310.
16. Qi, Y.; Fenes, E.; Ma, H.; Wang, Y.; Rout, K. R.; Fuglerud, T.; Piccinini, M.; Chen, D. Cluster-Size-Dependent Interaction between Ethylene and  $\text{CuCl}_2$  Clusters Supported via  $\gamma$ -Alumina. *J. Phys. Chem. C* 2020, 124, 10430–10440.
17. Mamadoliev, I.I., Fayzullaev, N.I., Khalikov, K.M. Synthesis of high silicon of zeolites and their sorption properties//International Journal of Control and Automation, 2020, 13(2), стр. 703–709.
18. Mamadoliev, I.I., Fayzullaev, N.I. Optimization of the activation conditions of high silicon zeolite//International Journal of Advanced Science and Technology, 2020, 29(3), стр. 6807–6813
19. F N Temirov, J Kh Khamroyev, N I Fayzullayev, G Sh Haydarov and M Kh Jalilov. Hydrothermal synthesis of zeolite HSZ-30 based on kaolin //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – T. 839. – №. 4. – C. 042099.
20. Fayzullayev, N.I., Umirzakov, R.R., Paradaeva, S.B. Study of acetylating reaction of acetylene by gas chromatographic method//ACS National Meeting Book of Abstracts, 2005, 229(2)
21. Fayzullaev, N.I., Muradov, K.M. Investigation of reaction of catalytic vapor-phase synthesis of vinyl acetate on applied catalyst//Khimicheskaya Promyshlennost', 2004, (3), стр. 136–139
22. Fayzullayev, N.I., Umirzakov, R.R. To obtain acetone by spontaneous hydration of acetylene//ACS National Meeting Book of Abstracts, 2005, 229(2)
23. Fayzullaev, N.I., Yusupov, D., Shirinov, Kh.Sh, Keremetskaya, L.V, Umirzakov, R.R. Catalytic vapor-phase hydration of acetylene and its derivatives//Khimicheskaya Promyshlennost', 2002, (7), стр. 34–37





24. Fayzullaev, N.I. Kinetics and mechanism of reaction of catalytic hydrochlorination of acetylene//Khimicheskaya Promyshlennost', 2004, (1), стр. 49–52

25. Aslanov, S.C., Buxorov, A.Q., Fayzullayev, N.I. Catalytic synthesis of C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkenes from dimethyl ether// International Journal of Engineering Trends and Technology, 2021, 69(4), стр. 67–75

26. Xolmirzayeva H. N., Fayzullayev N. I. Obtaining Nanocarbon from Local Raw Materials and Studying Its Textural and Sorption Properties //International Journal of Engineering Trends and Technology, 2022 Volume 70 Issue 2, 163-171. ISSN: 2231 – 5381 /doi:10.14445/22315381/IJETT-V70I2P219

27. Kurbanova D., Fayzullayev N., Bobomurodova S. Determination of optimal conditions and kinetic laws of hydrogen chloride separation reaction from simm-dichloroethane (1,2-dichloroethane)// E3S Web of Conferences 460, 10028 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346010028> BFT-2023

28. Fayzullayev N., Kurbanova D., Bobomurodova S. Obtaining vinyl chloride by oxychlorination of ethylene under the action of hydrogen chloride in the presence of oxygen // E3S Web of Conferences 460, 10023 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346010023> BFT-2023

29. Bukhorov A. Q., Aslanov S. C., Fayzullaev N. I. Catalyst deactivation in synthesis of olefins below methanol //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – T. 2432. – №. 1. – C. 050010.

30. Bukhorov A. Q., Aslanov S. C., Fayzullaev N. I. Conversion of dimethyl ether to lower olefines //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – T. 2432. – №. 1. – C. 050011.

31. Bukhorov A. Q., Aslanov S. C., Fayzullaev N. I. Kinetic laws of dimethyl ether synthesis in synthesis gas //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – T. 2432. – №. 1. – C. 050012.