

UOT. 536.242.08

## KARBOHİDROGENLƏRİN MƏCBURİ HƏRƏKƏTİNDƏ ŞAQLI HAMARBORULARIN TEMPERATUR REJİMİ

TAĞIYEVA Z.H.

*AzET Energetika və Enerclayihə institutu*

Böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə və məcburi hərəkətin laminar rejimində məcburi və sərbəst hərəkətlərin istiqamətləri üst-üstə düşən halda n-heptanın istilikverməsi tədqiq edilərək istilikvermənin normal, intensivləşən, nisbətən zəifləşən və dayanıqlı intensivləşən rejimləri aşkar edilmişdir.

Energetika, kimya, neftkimya sənayelərində və eləcə də xalq təsərrüfatının digər müxtəlif sahələrində texnoloji proseslərin təmin edilməsində istifadə olunan istilik mübadilə aparat və qurğularının etibarlı və səmərəli iş rejimləri yalnız o vaxt təmin edilə bilər ki, həmin aparat və qurğuların layihələndirilməsi və quraşdırılması olduqca etibarlı təcrübi tədqiqatlar nəticəsində alınmış hesabat tənlikləri əsasında aparılsın. Odur ki, müxtəlif şəraitlərdə konvektiv istilikvermə prosesinin qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi həm nəzəri həm də praktiki əhəmiyyət kəsb edir və göstərilən sahədə elmi axtarışların davam etdirilməsi tədqiqatçıların daim diqqət mərkəzində olmuşdur.

Mayelərin böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə istilikverməsi konvektiv istilik mübadiləsinin olduqca mürəkkəb və nisbətən az öyrənilmiş sahəsinə daxildir və bu istiqamətdə problemin həlli ilə əlaqədar axtarışlara keçən əsrin 50-ci illərindən etibarən başlanmış və indiyədək çoxlu sayda həm nəzəri həm də təcrübi tədqiqatlar aparılaraq konvektiv istilikvermə prosesini səciyyələndirən bir sıra mühüm nəticələr əldə edilmişdir. Bu nəticələr xüsusi əhəmiyyət kəsb etsə də baxılan şəraitdə istilikvermə prosesinin mexanizmini, baş verən proseslərin fiziki mahiyyətini birmənalı aydınlaşdırmaq və istilikvermənin intensivliyini qiymətləndirmək məqsədi ilə vahid hesabat tənliklərini təklif etmək üçün hələl kifayət deyildir.

Beləliklə böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə mayelərin istilikverməsi prosesinin qanunauyğunluqlarının tədqiqi problemi əvvəlki kimi aktual olaraq qaldığından baxılan iş karbohidrogenlərin məcburi hərəkətində şaquli hamar boruların temperatur rejiminin tədqiqinə həsr edilmişdir.

Tədqiqat obyektini kimi karbohidrogenlərin nümayəndələrinin seçilməsinin səbəbi onların digər istilikdaşıyıcılara nisbətən bir sıra üstün cəhətlərə malik olması ilə əlaqədardır. Belə ki, karbohidrogenlərin nisbətən kiçik böhran təzyiqinə malik olması təzyiqin geniş dəyişmə intervalllarında tədqiqatların aparılmasını məhdudlaşdırmır, onlar konstruksiya materiallarını korroziyaya uğratmır və digər tərəfdən də tətbiq sahələri olduqca genişdir. Konkret olaraq baxılan işdə istilikdaşıyıcı kimi n-heptandan istifadə edilmişdir ( $P_{kr}=2,736$  Mpa,  $t_{kr}=267,01^{\circ}\text{C}$ ). Bununla bərabər yuxarıda qeyd edilənlərlə yanaşı bir də n-heptanın istilik fiziki xassələrinin təzyiq və temperaturun geniş dəyişmə intervalllarında tədqiq edilməsi [1] və bu barədə ədəbiyyatlarda kifayət qədər səhih materialların verilməsidir ki, bu da öz növbəsində istilikvermə prosesinin tədqiqi nəticəsində əldə edilmiş təcrübi nəticələri işləməyə və nəticədə baxılan prosesi əhatə edən və mühəndis praktikasında istifadə edilən müxtəlif empirik tənliklərin təklif edilməsinə bilavasitə xidmət edir.

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq bu işdə böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə n-heptanın məcburi hərəkətində istilikvermə prosesi tədqiq edilir. Tədqiqatlar məcburi dövrən konturlu qurğuda [2,3] məcburi və sərbəst hərəkətlərin istiqamətləri üst-üstə düşən hal üçün rejim parametrlərinin

$$P=(1,09\dots 3,00) P_{kr},$$

$$T_M=(0,52\dots 1,02) T_{kr},$$

$$T_s = (0,58 \dots 2,02) T_{kr}, \quad \rho_w = (100 \dots 550) \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2 \text{C}},$$

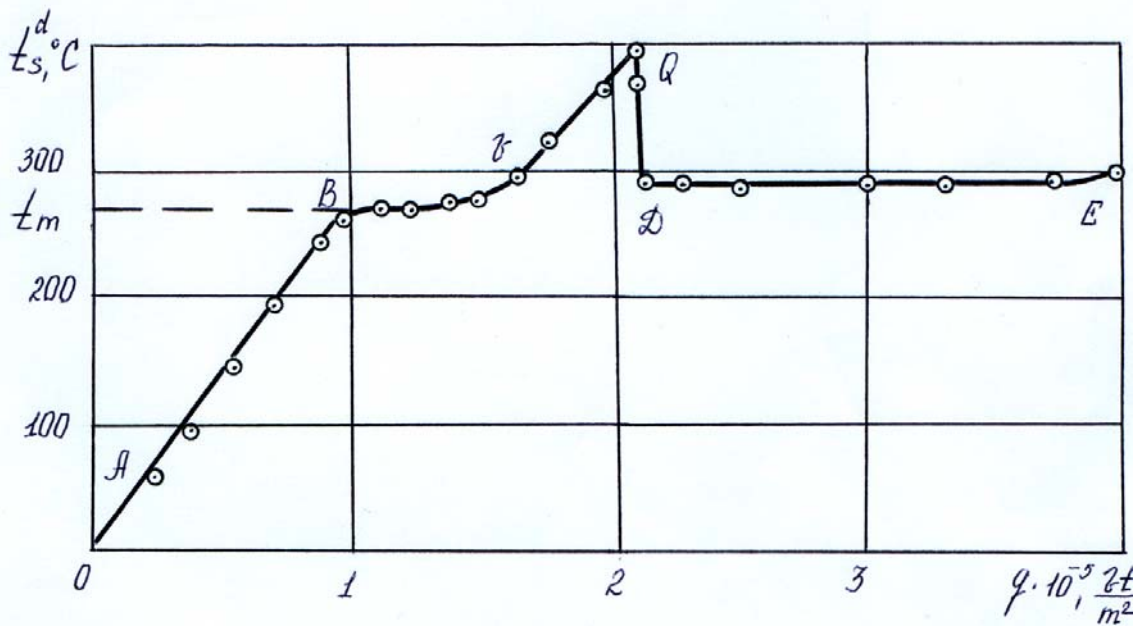
$$q = (0,01 \dots 2,00) \cdot 10^6 \frac{\text{BГ}}{\text{M}^2} \quad \text{d\ae}yi\ddot{s}m\ae \text{ intervallarında daxili diametri } d_d = 1,55 \dots 6,00$$

mm, qalınlığı  $\delta = 0,25 \dots 1,00$  mm uzunluqları is\ae \u015f\ae rait\ae uyğun se\ae ilmi\ddot{s} 12X18H 10T markalı polad borularda aparılaraq alınmı\ddot{s} n\ae ticel\ae r i\ddot{s}l\ae nmı\ddot{s} v\ae t\ae dqi\ae edil\ae n prosesi s\ae ciyyel\ae ndir\ae n m\ddot{u}xt\ae lif qrafiki asılılıqlar qurulmu\ddot{s}dur.

Boru divarının soyudulan s\ae thinin temperaturunun istilik seli sıxlığından asılı olaraq d\ae yi\ddot{s}ilm\ae qrafiki \u015fekil 1-d\ae t\ae svir edilmi\ddot{s}dir. H\ae min qrafiki asılılıq giri\ddot{s} parametrl\ae rinin

d\ae yi\ddot{s}m\ae z qiym\ae tl\ae rində ( $P = 3,0$  MPa,  $t_M^{\circ} = 10^{\circ}\text{J}$ ,  $\rho_w = 250 \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2 \text{C}}$ ), v\ae borunun

ba\ddot{s}lanğıcından  $x = 118$  mm m\ae saf\ae d\ae yerl\ae \ddot{s}dirilmı\ddot{s} termoc\ddot{u}t\ae n g\ae st\ae ri\ddot{s}in\ae g\ae r\ae alınmı\ddot{s} qiym\ae tl\ae r\ae esas\ae n qurulmu\ddot{s}dur.



\u015fekil 1.  $t_s^d = f(q)$  qrafiki asılılığı

\u015fekild\ae n g\ae r\ddot{u}nd\ddot{u}y\ae kimi bu qrafiki asılılıq olduqca m\ddot{u}r\ae kk\ae bdir. Bel\ae ki, \ae vv\ae lc\ae istilik seli sıxlığının artırılması il\ae boru divarının soyudulan s\ae thinin temperaturu d\ddot{u}z x\ae tt qanununa tabe olaraq artır (AB). B n\ae qt\ae sind\ae soyudulan s\ae thinin temperaturu t\ae dqi\ae edil\ae n mayenin psevdokritik temperaturuna yaxınlaşır v\ae h\ae min n\ae qt\ae d\ae n ba\ddot{s}layaraq istilik seli sıxlığının artırılmasına baxmayaraq soyudulan s\ae thinin temperaturu, t\ae xmin\ae n, sabit qalır. Qeyd ed\ae k ki, b\ae hran t\ae zyiqind\ae n y\ddot{u}ks\ae k t\ae zyiql\ae rd\ae izobar istilik tutumunun maksimal qiym\ae tin\ae uyğun g\ae l\ae n temperatur psevdokritik temperatur adlandırılır v\ae baxılan t\ae zyiqd\ae  $271^{\circ}\text{C}$ -y\ae uyğun g\ae lir. G\ae st\ae ril\ae n qrafiki asılılığın Bu hiss\ae sind\ae  $t_s \approx \text{const}$  olduğundan istilikverm\ae prosesi intensivl\ae \ddot{s}ir. v n\ae qt\ae sind\ae n sonra soyudulan s\ae thinin temperaturu psevdokritik temperaturu ke\ae ir ( $t_C^{\text{II}} > 271^{\circ}\text{C}$ ) v\ae istilik seli sıxlığının artırılması il\ae  $t_C^{\text{II}} = f(q)$  qrafiki asılılığının bu hiss\ae si sanki h\ae min qrafikin AB hiss\ae sinin davamı olub b\ddot{u}t\ae vl\ddot{u}kd\ae istilik seli sıxlığının b\ae y\ddot{u}k qiym\ae tl\ae ri t\ae rf\ae \ae z yerini d\ae yi\ddot{s}mi\ddot{s}dir.  $t_C^{\text{II}} = f(q)$  qrafiki asılılığının VQ hiss\ae sind\ae g\ae t\ddot{u}r\ddot{u}lm\ddot{u}\ddot{s} ist\ae nil\ae n n\ae qt\ae d\ae soyudulan s\ae thinin temperaturunun normal recim\ae (qırıq-qırıq x\ae tler) uyğun g\ae l\ae n temperaturdan xeyli a\ddot{s}ağı olması faktı onu g\ae st\ae rir ki,

əyrinin bu hissəsində istilikvermənin intensivliyi normal rejimlə müqayisədə xeyli böyükdür. Odur ki, bu oblastda istilikvermə əmsalı kəskin azalmadığından onu istilikvermənin zəifləşən rejimi yox, zənnimizcə, [3] də qeyd edildiyi kimi istilikvermənin nisbətən zəifləşən rejimi adlandırmaq daha düzgün olardı.

Şəkildən görüldüyü kimi boru divarının soyudulan səthinin temperaturunun nisbətən yüksək və istilik seli sıxlığının böyük qiymətlərində səthin temperaturu əvvəlcə istilik seli sıxlığının artırılması ilə kəskin düşür (~100°C) sonra isə təxminən sabit qalır və nəticədə ( $t_C^d = f(q)$  qrafiki asılılığının QDE hissəsi əmələ gəlir ki, bu da istilikvermənin dayanıqlı intensivləşən rejimini xarakterizə edir.

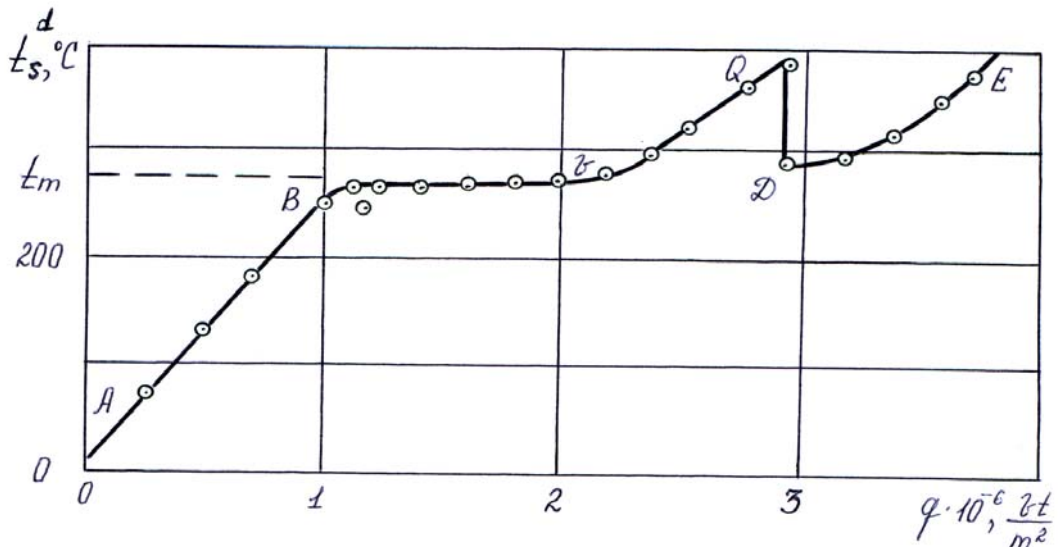
Aşağıdakı cədvəldə baxılan en kəsikdə səthin temperaturunun, istilikvermə əmsalının və həmçinin Reynolds ədədinin qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 1.

Sıra sayı	$t_C^d, ^\circ\text{C}$	$\alpha, \frac{\text{B}\Gamma}{\text{M}^2\text{K}}$	Re	Sıra sayı	$t_C^d, ^\circ\text{C}$	$\alpha, \frac{\text{B}\Gamma}{\text{M}^2\text{K}}$	Re
1	56,0	389	1087	12	330,2	614	1534
2	99,8	405	1124	13	357,3	635	1587
3	145,2	416	1182	14	395,4	597	1618
4	194,5	423	1205	15	365,0	660	1645
5	242,0	426	1282	16	294,1	865	1667
6	258,1	432	1302	17	293,6	919	1736
7	268,7	465	1323	18	292,5	1089	1773
8	263,4	533	1366	19	291,4	1372	1961
9	270,3	594	1425	20	292,2	1557	2083
10	275,0	637	1479	21	295,0	1802	2242
11	300,5	638	1502	22	298,6	1948	2347

Cədvəldən görüldüyü kimi şəkildə təsvir edilən  $t_C^d=f(q)$  qrafiki asılılığı mayenin məcburi hərəkətinin laminar rejimini əhatə edir.

Üzvi istilik daşıyıcıların məcburi hərəkətinin turbulent rejimli axımlarında və böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə istilikverməyə dair əvvəllər alınmış nəticələrin təhlili də istilikvermənin normal, intensivləşən, nisbətən zəifləşən və dayanıqlı intensivləşən rejimlərinin mövcudluğunu göstərir (şəkil 2) [3].



Şəkil 2.  $t_s^d=f(q)$  qrafiki asılılığı /3/

Hər iki şəkildə təsvir edilmiş qrafikləri müqayisə etsək görərik ki, mayenin hərəkət rejimindən asılı olmayaraq istilikvermənin dayanıqlı intensivləşən rejiminə keçid səthin temperaturunun eyni bir qiymətində baş verir və bu zaman temperatur düşgüsü hər iki halda təxminən eyni bir qiymətə malik olur ( $t_C^{\text{II}} \approx 100^\circ\text{C}$ ).

Beləliklə mayenin hərəkət rejimindən asılı olmayaraq  $t_C^{\text{II}} < t_m$  olduqda istilikvermənin normal,  $t_C^{\text{II}} \approx t_m$  olduqda intensivləşən,  $t_C^{\text{II}} > t_m$  olduqda nisbətən zəifləşən və  $t_C^{\text{II}} \gg t_m$  olduqda isə dayanıqlı intensivləşən rejimlərinin mövcudluğu müəyyən edilmişdir. Bu istilikvermə rejimləri arasında dayanıqlı intensivləşən rejimə keçid sərhəddinin təyin edilməsi məsələsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. /4/ işdə bu məsələ araşdırılmış və dayanıqlı intensivləşən rejimə keçid sərhəddini təyin etmək üçün kütlə sürətinin qiymətlərindən asılı olaraq

$$q_{i.b} = 1615 P^{0,40} (\rho_w)^{0,629} \quad (1)$$

və

$$q_{i.b} = 1640 P^{0,40} (\rho_w)^{0,775} \quad (2)$$

tənlikləri təklif edilmişdir. Müəlliflərin fikrincə kütlə sürətinin  $550 \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2\text{C}}$  – dən kiçik

qiymətlərində (1),  $600 \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2\text{C}}$  – dən böyük qiymətlərində isə (2) tənliyi düzgün nəticələr

verir. Təqdim olunan nəticələr kütlə sürətinin kiçik qiymətlərini əhatə etdiyindən yalnız (1) tənliyi yoxlanılmış və nəticələr ikinci cədvəldə verilmişdir. (2) tənliyi isə əvvəllər yoxlanılaraq müəyyən edilmişdir ki,  $q_{i.b}$  –nin təcrübi və hesabi qiymətləri arasındakı maksimal fərq 5,5% -dən artıq olmur [5].

Eyni bir kütlə sürətində və müxtəlif təzyiqlərdə alınmış təcrübi və (1) ifadəsi ilə hesablanmış nəticələr.

Cədvəl 2

Sıra sayı	P, bar	$\rho_w = 150 \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2\text{C}}$			$\rho_w = 250 \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2\text{C}}$			$\rho_w = 550 \frac{\text{KГ}}{\text{M}^2\text{C}}$		
		$q_{\text{II}}^e$ $\frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$	$q_{\text{III}}^{\text{III}}$ $\frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$	$\Delta\Gamma$ , %	$q_{\text{II}}^e$ $\frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$	$q_{\text{III}}^{\text{III}}$ $\frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$	$\Delta\Gamma$ , %	$q_{\text{II}}^e$ $\frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$	$q_{\text{III}}^{\text{III}}$ $\frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$	$\Delta\Gamma$ , %
1	30	148065	147155	0,61	204817	202917	0,93	334512	333198	0,39
2	35	155212	156512	0,83	213262	215827	1,12	360012	354397	1,56
3	40	159884	165087	3,15	238182	227644	4,42	363234	373801	2,83
4	45	169825	173052	1,86	241892	238628	1,35	401352	391837	2,37
5	50	178998	180527	0,85	249052	248935	0,05	412244	408761	0,84
6	55	180551	187511	3,71	254568	258566	1,55	436564	424575	2,75
7	60	199888	194156	2,87	260349	267728	2,76	448687	439619	2,02

Cədvəldə verilmiş istilikvermənin dayanıqlı intensivləşən rejiminə keçid sərhəddini xarakterizə edən istilik seli sıxlığının təcrübi ( $q_{\text{II}}^e$ ) və hesabi ( $q_{\text{III}}^{\text{III}}$ ) qiymətlərinin müqayisəsi göstərir ki, onlar arasındakı maksimal fərq 4,42% təşkil edir.

Yekunda qeyd edək ki, böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə və məcburi hərəkətin laminar rejimində şaquli hamar boruların temperatur rejimi tədqiq edilərək istilikvermənin normal, intensivləşən, nisbətən zəifləşən və dayanıqlı intensivləşən rejimləri müəyyənləşdirilmişdir.

1. *Григорьев Б.А.* Дис. Д-ра техн.наук; Баку, АЗИНЕФТЕХИМ, 1979.
2. *Г.И Исаев.* //Промышленная теплотехника –1981-Т.3-№ 4-с-33-37.
3. *Исаев Г.И.* Дис. Д-ра техн. наук; Ашхабад, НПО “Солнце”, 1991.
4. *Исаев Г.И., Алиева С.Х., Эйюбова К.С., Велиева Ш.А.* //Инженерно-физический журнал –2001-Т.74-№5-с.78-80.
5. *Исаев Г.И., Зейналова С.Д., Тагиева З.Г., Велиева Ш.А., Алиева С.Х.* //Kimya və neftkimyası-2001, №1-с.66-71

## **ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЛАДКИХ ТРУБ ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ ДВИЖЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ**

**ТАГИЕВА З.Г.**

В статье представлены результаты исследований температурного режима вертикальных гладких труб при вынужденном движении n-гептана в условиях совпадения направления вынужденного и свободного движения. Установлено, что при сверхкритических давлениях и ламинарном режиме вынужденного движения углеводородов (n-гептана) возможны, нормальные, улучшенные, относительно ухудшенные и устойчивые режимы улучшенного теплообмена, характеризующиеся изменением температуры стенки.

## **TEMPERATURE MODE OF VERTICAL SMOOTH PIPES AT THE COMPELLED MOVEMENT OF HYDROCARBONS.**

**TAQIEVA Z.Q**

In article results of researches of a temperature mode of vertical smooth pipes are submitted at compelled movement n – heptan in conditions of concurrence of concurrence of a direction of the compelled and free movements. It is established, that at supercritical pressure and a laminar mode of the compelled movement of hydrocarbons (n-heptan) the normal, improved, be relative worsened and steady modes of the improved heat exchange characterized by change of temperature of a wall are possible.