

. . . (. . . , . . .)¹, . . . (. . . , . . .)²,
. . . (. . .)³, . . . (. . .)⁴

443100, 244, . . . (846) 2784477,
e mail: baschem@samgtu.ru, kolyado@rambler.ru, Sansher@mail.ru, ivan_9687@mail.ru

I. K. Garkushin¹, A. V. Kolyado², A. A. Shamitov³, I. A. Zhuravlev⁴
PREDICTION AND EXPERIMENTAL RESEARCHES
OF PHASE EQUILIBRIUMS
IN THREE COMPONENT SYSTEMS WITH TETRADECANE
AND DO OSANE

Samara state technical university
244 Molodogvardeiskaya Str., 443100, Samara, Russia, ph. (846) 2784477,
e mail: baschem@samgtu.ru, kolyado@rambler.ru, Sansher@mail.ru, ivan_9687@mail.ru

Í áotí áíí àèÒòáðáí òèàèúí íáí òáðí è÷-áñéí áí
áí àèèçà èññéááí ááí Ù òðáðèí ì í í í áí òí Ùá ñèñòá-
í Ù í-òáððáááèáí -í-áí èí çáí -òèèèí áí ááèáí
è í-òáððáááèáí -í-áí èí çáí -òáððáðèí ðýòèèáí .
Í í èàçáí í , òí èññéááí ááí í Ùá ñèñòáí Ù í òí í ñýò-
ñý è ñèñòáí àí ýáðáèòè÷-áñéí áí òèí à ñ òáí í áðáðò-
ðáí è í èááèáí èý ñí èááí á ýáðáèòè÷-áñéí áí ñí ñòááá
-2.3 °Ñ á ñèñòáí á í-òáððáááèáí -í-áí èí çáí -òèè-
èí áí ááèáí è -25.3 °Ñ á ñèñòáí á í-òáððáááèáí -
í-áí èí çáí -òáððáðèí ðýòèèáí . Í ðí ááááí í í ðí-
áí í çèðí ááí èá Òàçí á Ùò ðááí í ááñéè á èññéááí-
ááí í Ùò ñèñòáí áò ñ èñí í èuçí ááí èáí í í ááèè èáá-
èèúí Ùò ðáñòáí ðí á .

Èèþ÷-ááÙá ñéí áá: í-àèèáí ; í-áí èí çáí ; òáí èí-
í í ñèòáèú; í-òáððáááèáí ; òáððáðèí ðýòèèáí ; Òàçí-
á Ùá ðááí í ááñéý; òèèèí áí ááèáí .

By differential thermal analysis three-component
system of *n*-docosane–cyclododecane–*n*-tetradecane
and *n*-tetradecane–*n*-docosane–ethylene tetra-
chloride were investigated. The studied systems
refers to systems with eutectic melting eutectic
alloys –2.3 °N in the system *n*-docosane–cyclo-
dodecane–*n*-tetradecane and –25.3 °N in the
system *n*-tetradecane–*n*-docosane–ethylene tetra-
chloride. A prediction of phase equilibria in the
systems studied using a model of ideal solutions.

Key words: *n*-alkane; cyclododecane; *n*-doco-
sane; ethylene tetrachloride; heat-transfer
medium; phase equilibriums; *n*-tetradecane.

Ðàçðááí òèá í í á Ùò Òóí èòèí í àèúí Ùò ì áðá-
ðèàèí á í á í ñí í áá ì í í áí èí ì í í í áí òí Ùò ñí áñá-
á Ùò ñí ñòááí á á Ùç Ùáááð í áí áóí àèí í ñòú á í ðí áá-
ááí èè èññéááí ááí èé Òàçí á Ùò ðááí í ááñéè è
Òèçèèí -òèí è÷-áñéèò ñáí èñòá ì í í áí èí ì í í í áí ò-
í Ùò ñèñòáí . Áèý í í òèí èçáèèè òéàçáí í Ùò èñ-
ñéááí ááí èé è ñí èðá Ùáí èý Òèí áí ñí á Ùò çáððáð
í á ðàçðááí ðèó í í á Ùò ì áðáðèàèí á á í áñòí ý Ùáá
áðáí ý øèðí èí í ðèí áí ýðòñý ðàçèè÷ í Ùá ì áòí á Ù
í ðí áí í çèðí ááí èý Òàçí á Ùò ðááí í ááñéè á í í í-
áí èí ì í í í áí òí Ùò ñèñòáí áò . Í ðè í ðí áí í çèðí áá-

í èè ðááí í ááñéè æèàèí ñòú-òááðáí á òáèí á í ðáá-
í è÷-áñéèò ñèñòáí áò í áðáá èññéááí ááòáèýí è áí ç-
í èèáðò áí í í èí èðáèúí Ùá ððóáí í ñòè, ñáýçáí í Ùá
ñ í òñóòñòáèáí á áí èüøèí ñòáá ñèó÷-ááá ýèñí áðè-
í áí òáèúí Ùò ááí í Ùò í í Òàçí á Ùí ðááí í ááñéýí
á ñèñòáí áò í èçøááí í í ðýáèá, á òáèæá í òñóò-
ñòáèáí áí ñòí ááðí Ùò ááí í Ùò í í ýí òáèüí èýí
í èááèáí èý è í í èèí í ðóí Ùò í ðááðá Ùáí èé áèý
èí àèáèáòáèúí Ùò èí ì í í í áí òí á .

Ñí ñòáá Ù í á í ñí í áá í-àèèáí í á èñí í èüçòðò-
ñý á í èçèí òáí í áðáðòðí Ùò òáí èí á Ùò áèèí òèý-
òí ðáò ¹⁻³. Í áúáèòí èññéááí ááí èé á Ùáðáí Ù
òðáðèí ì í í í áí òí Ùá ñèñòáí Ù í-Ñ₁₄ 30- í-Ñ₂₂ 46-

Ááðá í í ñòóí èáí èý 26.10.15

$\bar{N}_{12}I_{24}$ è $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_2Cl_4$. Daí áá àà-
 òí ðàì è 1-4 áúèè èññèááí ááí Ù Õàçí áúá ì ðà-
 àðàùáí èý á àáòòèí ì ì í í á í ó í ù ò ñèñòàì àò
 $I-C_{14}H_{30}-C_{12}H_{24}$, $I-C_{22}H_{46}-C_{12}H_{24}$, $I-C_{14}H_{30}-$
 $I-C_{22}H_{46}$, $I-C_{14}H_{30}-C_2Cl_4$, $I-C_{22}H_{46}-C_2Cl_4$
 è ì ðàááèáí á ý ðàèùí èý ì èáèáí èý òèèéí áí-
 áàèáí á³. Í ðè ì ðí á í çèðí ááí èè ýàòàèòèèè á
 òðàòèí ì ì í í á í ó í ù ò ñèñòàì àò áúèí ì ðèí ýòí,
 òí ðàñòáí ðèí ì òù èí ì ì í í á í ó í á áèèçèà è
 èááèèí í è. Ááí í á áí ò ù á í è á ì çáí è ýàò èñ-
 ì í èuçí áàòù ááñù ì àðàì àðè-áñèèè áí í áðàò, áú-
 áááí í ú è áèý èááèèí ù ò ñèñòàì .

Ì àðàðèàèù è ì áòí áú èññèááí ááí èý

Áèý ì ðí á í çèðí ááí èý ñí òàáà è òàì ì áðà-
 òòù ì èáèáí èý ñí èááí á ýàòàèòè-áñèí áí ñí-
 òàáà á ñèñòàì àò $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_{12}I_{24}$,
 $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_2Cl_4$ áúèí èñí ì èuçí ááí í
 òðàáí á í èá Õðááàðà-Èá Õàòàèùá, ì ì àèòèòè-
 ðí ááí í á áèý òðàòèí ì ì í í á í ó í ù ò ñèñòàì^{5,6}:

$$\ln \frac{X_{\vartheta,i}}{X_{\vartheta,ik}} = \frac{m H_i (T_{\vartheta} - T_{\vartheta,ik})}{R T_{\vartheta} T_{\vartheta,ik}} \quad (1),$$

ááá $X_{Y,i}$ - ì ì èúí áý áí èý I -í áí èí ì ì í í á í ó á á
 òðí èí í è ýàòàèòèèá;
 $X_{Y,ik}$ - ì ì èúí áý áí èý I -í áí èí ì ì í í á í ó á á
 àèí àðí í è ýàòàèòèèá $I-k$;
 $m H_i$ - ýí ðàèùí èý ì èáèèáí èý I -í áí èí ì ì í í
 í á í ó á, $\bar{A} \bar{x} / \bar{i}$ í èù;
 T_Y - òàì ì áðàòòà ì èáèèáí èý òðí èí í è ýà-
 òàèòèèè, \bar{E} ;
 $T_{Y,ik}$ - òàì ì áðàòòà ì èáèèáí èý àèí àðí í è
 ýàòàèòèèè, \bar{E} ;
 i, k - èí áàèñù ááùáñòà: 1 - $I-\bar{N}_{14}I_{30}$, 2 -
 $I-\bar{N}_{22}I_{46}$, 3 - $\bar{N}_{12}I_{24}$ èèè \bar{N}_2Cl_4 .

Áèý ì ðàááèáí èý èí í ó á í òðàòèè á òðí è-
 í í è ýàòàèòèèá ááùáñòà, í áí ðèí áð, òèèéí áí-
 áàèáí á èèè òàòðàòèí ðýòèèáí á, ì èí èí èçèðí-
 áàèáñù òàèááý Õóí èòèý:

$$X_{\vartheta,13} \exp \frac{m H_1}{m H_3} \ln \frac{X_{\vartheta,3}}{X_{\vartheta,13}} +$$

$$W(X_{\vartheta,3}) = + X_{\vartheta,32} \exp \frac{m H_2 + H_2}{m H_3} \ln \frac{X_{\vartheta,3}}{X_{\vartheta,32}} + \quad (2),$$

$$+ X_{\vartheta,3} - 1$$

ááá H_i - ýí ðàèùí èý ì ì èèí ì ðòí í áí ì áðàòí áá
 I -í áí ááùáñòà, $\bar{A} \bar{x} / \bar{i}$ í èù.

Ááí í áý Õóí èòèý ì ðèí èí áàò ì èí èí àèù-
 í í á çí á-áí èá $1.1 \cdot 10^{-6}$ ì ðè ì ì èýðí í è èí í ó á í -
 òðàòèè òèèéí áí áàèáí á $X_{Y,3} = 0.380$ (32.4%
 ì áñ.) á ñèñòàì á $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_{12}I_{24}$ è
 $1.2 \cdot 10^{-8}$ ì ðè ì ì èýðí í è èí í ó á í òðàòèè òàòðà-
 òèí ðýòèèáí á $X_{Y,3} = 0.745$ (74.2% ì áñ.) á ñèñ-
 òàì á $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_2Cl_4$.

Èí í ó á í òðàòèè ì-òàòðááèáí á è I -
 áí èí çáí á á òðí èí í è ýàòàèòèèá ì ðàááèèèè ñ
 ì ì í ì ù ð ñèááòðù è ò ñí ì ðí í ðáí è è:

$$X_{Y,1} : X_{Y,2} = X_{13} \frac{X_{\vartheta,3}}{X_{\vartheta,31}} \frac{m H_1}{m H_3} : X_{23} \frac{X_{\vartheta,3}}{X_{\vartheta,32}} \frac{(m H_2 + H_2)}{m H_3} \quad (3),$$

$$X_{Y,1} + X_{Y,2} + X_{Y,3} = 1 \quad (4).$$

Ì ì òí ðí òèàì (1) è (2) ðáññ-èòùááèí ñù
 ñðááí áá çí á-áí èá òàì ì áðàòòòù ì èáèèáí èý
 ñí èááá ýàòàèòè-áñèí áí ñí òàáá T_Y . Ðàçòèùòàòù
 ðáñ-àòà áèý òðàòèí ì ì í í á í ó í ù ò ñèñòàì
 $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_{12}I_{24}$ è $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-\bar{N}_{22}I_{46}-$
 \bar{N}_2Cl_4 ì ðèááááí ù á òàè. 1 è í á ðèñ. 1.

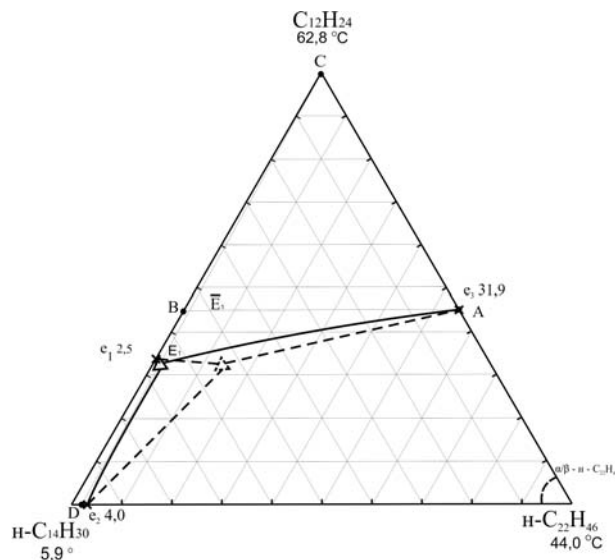
Ýèñí áðèí áí ðàèùí ùá èññèááí ááí èý Õàçí-
 áúò ì ðàáàùáí èè á ñèñòàì àò ì ðí á í àèèè í á
 òñòáí í áèá àèòòáðáí òèàèùí í áí òàðí è-áñèí áí
 áí áèèçà. Í ì ðàááèáí èá ýí ðàèùí èè ì èáèèáí èý
 ì ðí á í àèèè ñ èñí ì èuçí ááí èáí í èçèí òàì ì áðà-
 òòí í áí àèòòáðáí òèàèùí í áí ñèáí èðòðùááí
 èáèí ðèí áòðà òàì èí áí áí ì í òí èá⁷. Èí àèòòá-
 ðáí ó í ù ì ááùáñòáí ñèòàèè ñááæáí ðí èáèáí-
 í ú è Al_2O_3 (ò-). Áèý áí áèèçà èñí ì èuçí ááèè
 ì áðàçàò òèèéí áí áàèáí á çááí áñèí áí èçáí ó í á-
 èáí èý èááèèòèèáòèí í í è ý-èñòí òù «ÐÁ»
 (professional analysis). Õàðí ì ñòàòèðí ááí èá
 ó í èí áí ù ò ñí ááá èáèí ðèí áòðà ì ñòùáñòàèýèí ñù
 ñ ì ì ì ì ì ù ð òèùòðàòàðí ì ñòàòà Ù 10. Ñùáí èó
 ÁÐÁ-èðèáí è òèèéí áí áàèáí á ì ðí á í àèèè ì ðè
 ñèááòðù è ì áðàì áòðàò: ì áññá í áááñèè 15-20
 ì á, ñèí ðí òù í ááðááá ì áðàçàò 4 \bar{E} / \bar{i} èí , áèá-
 í çáí òàì ì áðàòò ñèáí èðí ááí èý ì ð -60 áí +70
 $^{\circ}N$. Áçááòèááí èá ì áðàçàò ì ñòùáñòàèýèè ñ òí +-
 ì ñòù ð 0.00001 á í á ì ì èóí èèðí áí àèèòè-áñèèò
 ááñàò òèðí ù CAS ì áðèè CAUW 120D.

Ðàçòèùòàòù è èò ì áñòàèáí èá

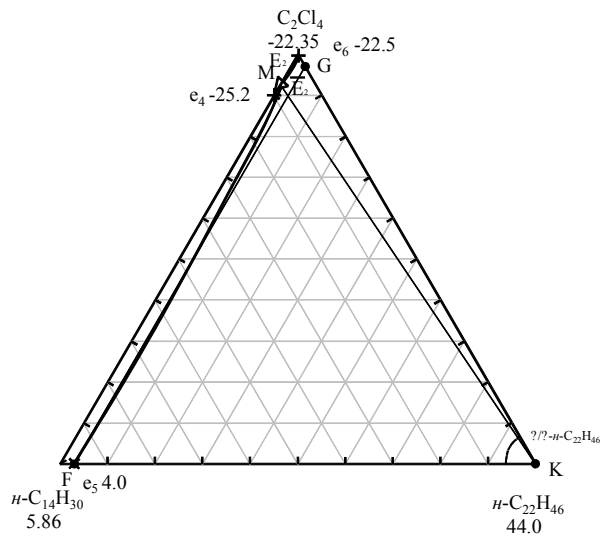
Á òðàòèí ì ì í í á í ó í ù ò ñèñòàì àò ýèñí á-
 ðèí áí ðàèùí í áúèè èññèááí ááí ù ì ì èòàðí è-
 -áñèèá ðàçòàçù $\bar{A} \bar{A}$, $\bar{N} \bar{D}$ (ðèñ. 1) è FG, KM
 (ðèñ. 2). Ñèñòàì ù ì òí í ñýòñý è ñèñòàì áì ýà-
 òàèòè-áñèí áí òèí á. Á ñèñòàì á $H-C_{14}H_{30}-H-C_{22}H_{46}-$
 $C_{12}H_{24}$ ñí èáá ýàòàèòè-áñèí áí ñí òàáá ñí ááðàèò
 65.0% ì áñ. $I-\bar{N}_{14}I_{30}$, 1.2% ì áñ. $I-\bar{N}_{22}I_{46}$,
 33.8% ì áñ. $\bar{N}_{12}I_{24}$ è èðèñòàèèèçòáòñý
 ì ðè òàì ì áðàòòá -2.3 $^{\circ}C$; á ñèñòàì á $I-\bar{N}_{14}I_{30}-I-$

								T_{Θ}	
$H-14\ 30$		$H-22\ 46$		$12\ 24$		$2Cl_4$			
%	%	%	%	%	%	%	%		°
52.0	53.0	10.0	15.0	38.0	32.0	—	—	271.2	-1.8
25.4	28.8	0.1	0.2	—	—	74.5	71.0	246.4	-26.6

								, %	
$14\ 30$		$22\ 46$		$12\ 24$		$2Cl_4$			
53.0	15.0	32.0	—	65.0	1.2	33.8	—		
28.8	0.2	—	71.0	7.2	0.2	—	92.6		



Дең. 1. Оақи ааы аеаадаи і а неңбаі ұ $f-N_{14}I_{30}-f-N_{22}I_{46}-N_{12}I_{24}$: — — іі аарі ұи $A\bar{O}A$, --- — іі даң=ади ұи ааі і ұи .



Дең. 2. Оақи ааы аеаадаи і а неңбаі ұ $f-N_{14}I_{30}-f-N_{22}I_{46}-N_2Cl_4$.

$\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_2Cl_4$ γ áðáèðè÷áñèèé ñí ñòàà éðèñòàè-
 èèçòáðñý ì ðè òàì ì áðàòóðá -25.6 °C è ñí ááðæèð
 7.2% ì àñ. $f-\bar{N}_{14}I_{30}$, 0.2% ì àñ. $f-\bar{N}_{22}I_{46}$,
 92.6% ì àñ. \bar{N}_2Cl_4 .

Óàèèì ì áðàçì ì , áí àèèç ì ì èó÷áí í Õò ðàñ-
 ÷áðí Õò è ýèñì áðèì áí òàèüí Õò ááí í Õò , ì ðàá-
 ñòààèáí í Õò á òààé. 2, ì ì èàçì áááò, ÷ò ì ðè ì ðì-
 áí ì çèðì ááí èè Õàçì á Õò ðááí ì ááñèé á ñèñòàì áð
 ñ ó÷áñòèáì f -òáððáááèáí á, f -áí èí çáí á, òèèèí-
 áí ááèáí á è òáððáðèí ðýðèèáí á í áí áóí áèì ì ó÷è-
 ò Õááòú ñèè Õ ì áæì ì èáèóèýðì ì áí áçàèì ì ááè-
 ñòàèý ì áæáò èí ì ì ì í áí òàì è. ì ì èó÷áí í Õá ðàñ-

÷áðí Õá ááí í Õá ñ èñì ì èüçì ááí èáì òáí ðèè èáá-
 àèüí Õò ðàñðáí ðì á ì ì áóð á Õòú èñì ì èüçì ááí Õ
 òí èüèí àèý èá÷áñòááí ì ì è ì óáí èè ì ðè á Õáí ðá
 ì ì èèòáðì è÷áñèèò ðàçðáçì á àèý ýèñì áðèì áí -
 òàèüí ì áí èññèááí ááí èý ñèñòàì .

Ñí èáá Õ, ì òáá÷áð Õèá γ áðáèðè÷áñèèì ñí -
 ñòàááì á ñèñòàì áð $f-\bar{N}_{14}I_{30}-f-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_{12}I_{24}$
 è $f-\bar{N}_{14}I_{30}-f-\bar{N}_{22}I_{46}-\bar{N}_2Cl_4$, ì ì áóð á Õòú èñ-
 ì ì èüçì ááí Õ á èá÷áñòáá ñðááí áðáì ì áðàòóðì ì áí
 òáì èí ì ì ñèòáèý ááèèí ýí áðááè÷áñèèò óñòáí ì áí è
 ñ òáì ì áðàòóðì é ýèñì èóðáðèèè ì ð 5 áí 240 °N è
 ì ð -25 áí 120 °N ñí ì òááðñòááí ì ì .

References

1. Ááðèóðèí È.È., Èí èýáí Á.Á., Áí ðì ðèí á Á.Á. Ðàñ÷áð è èññèááí ááí èá Õàçì á Õò ðááí ì ááñèé á ááí èí Õò ñèñòàì áð èç ì ðááí è÷áñèèò áá Õáñòá. - Áèáðáðèí áóðá: Óðì ÐÁÍ , 2011. - 191 ñ.
2. Ááðèóðèí È.È., Áááóí ì áá È.Á., Èí ì í è á Á.Ð ., Èáèèí èí á È.Í . Õàçì á Õá ðááí ì ááñèý á ñèñòàì áð ñ ó÷áñòèáì ì -áèèáí ì á, òèèèí áèèáí ì á è áðáí ì á. - Áèáðáðèí áóðá: Óðì ÐÁÍ , 2006. - 127 ñ.
3. ì áóðì á Á.Í ., Áèððááèáá È. Á., Èññèááí ááí èý Õàçì á Õò ðááí ì ááñèé á ñèñòàì á ì -òáððáááèáí - òèèèí áí ááèáí // Ñáí ðì èè òðóáí á ì áæáóí á-ðì áí ì áí Èóðì áèí áñèí áí ñí áá Õáí èý ì ì Õèçèèí-ðèì è÷áñèèí ò áí áèèèçò (á 2-ð òì ì áð). - 2013. - Õ. 2. - Ñ. 332.
4. Áèððááèáá È.Á., Èí èýáí Á.Á., Ááðèóðèí È.È. Èññèááí ááí èá Õàçì á Õò ðááí ì ááñèé á ñèñòàì áð ñ ó÷áñòèáì òáððáðèí ðýðèèáí á è ì áèí òí ð Õò ì -áèèá- ì á // Ááð. òèì . æ. - 2014. - Õ. 21, 1 3. - Ñ. 114-120.
5. Ðèá Ð., ì ðáóñì èò Áæ., Õ áðáóá Õ. Ñáí èñòáá áàçì á è æèáèí ñòáé. Ñí ðááí ì ì á ì ì ñí áèá. - È.: Õèì èý, 1982. - 592 ñ.
6. Ááðèóðèí È.È., Èñòì ì áá ì .Á., Ááí èí á ì .Á., Èí èýáí Á.Á. Èóðñ Õèçèèí-ðèì è÷áñèèí áí áí áèè-çá. - Ñáí áðá: Èçá-áí Ñáí áðñèí áí áí ñòááðñòááí - ì ì áí òáðì è÷áñèèí áí óí èááðñèòáòá, 2013. - 352 ñ.
7. ì ì Õáí ñèèé Ð .Á. Áèòóáðáí òèáèüí Õé ñèáí è-ðòð Õèè èáèí ðèì áðð ÁÑÈ-500 // ì ðèáí ð Õ è òáðì èèá ýèñì áðèì áí òá. - 2003. - 1 6. - Ñ. 143-144.
1. Garkushin I.K., Kolyado A.V., Dorokhina E.V. *Raschyot i issledovanie fazovykh ravnovesii v dvoynykh sistemakh iz organicheskikh veshhestv* [Calculation and study of phase equilibria in binary systems of organic substances]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 2011, 191 p.
2. Garkushin I.K., Agafonov I.A., Kopnina A.Ju., Kalinina I.P. *Fazovye ravnovesiya v sistemakh s uchastiem n-alkanov, tsikloalkanov i arenov* [Phase equilibria in systems with n-alkanes, cycloalkanes and arenes]. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 2006, 127 p.
3. Petrov E.P., Zhuravlev I. A. *Issledovaniya fazovykh ravnovesii v sisteme n-tetradekan-tsiklododekan* [Study of phase equilibria in the system n-tetradecane – cyclododecane] *Sbornik trudov X Mezhdunarodnogo Kurnakovskogo soveshchaniya po fiziko-khimicheskomu analizu*. [Proceedings of Kurnakovskoe International Meeting on the physical and chemical analysis], 2013, v. 2, p. 332.
4. Zhuravlev I.A., Kolyado A.V., Garkushin I.K. [Research of phase equilibria in systems with participation of ethylenetetrachloride and some n-alkanes]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemistry Journal], 2014, v. 21, no. 3, pp. 114-120.
5. Rid R., Prausnic Dzh., Shervud T. *Svoistva gazov i zhidkosti. Spravochnoe posobie* [The properties of gases and liquids. Reference Guide]. Leningrad, Khimiya Publ., 1982, 592 p.
6. Garkushin I.K., Istomova M.A., Demina M.A., Kolyado A.V. *Kurs fiziko-khimicheskogo analiza* [The course of physical and chemical analysis]. Samara, Samara state technical university Publ., 2013, 352 p.
7. Moshenskii Yu.V. *Differentsialnyi skaniruyushchii kalorimetr DSK-500* [Differential scanning calorimeter DSK-500] *Pribory i tekhnika eksperimenta* [Instruments and experimental techniques], 2003, no. 6, pp. 143-144.

.)¹,)²,)¹,
)¹,)¹,)¹

[BMIM]Cl AlCl₃

1
2
450062,, 1; mail: Petrol1988@list.ru

A. A. Ibragimov, M. N. Rakhimov, R. R. Shiriyazdanov,
A. V. Gabbasova, L. R. Imaeva, T. I. Mannanov

THE STUDY OF INFLUENCE OF WATER ON THE CATALYTIC PROPERTIES OF CHLOROALUMINATE IONIC LIQUID COMPOSITION [BMIM]Cl AlCl₃ IN THE REACTION ALKILATION OF ISOBUTANE BY BUTYLENES

Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov Str., 450062, ufa, Russia; e mail: Petrol1988@list.ru

Í ðááñoááéáí Ù ðáçóéúòàòÙ èññéááí ááí èé áèèý- í èý áí áÙ í á í í èáçòáèè ðááéòèè áèèèèèðí ááí èý èçí áóðáí à áóðáí àì è á í ðèñóóñòáèè èí í í é æèá- èí ñòè ñí ñòááá [BMIM]Cl-AlCl₃. Óñòáí í æéáí í , ÷òí í ðè èí í óáí ððáèèè áí áÙ á ñÙðüá áí 10 ppm ñáéáéòèáí í ñòè í áðáçí ááí èý èçí í áðí Ùò í èòáí í á í æéáí èáá áÙñí èáý è ñí ñòááèýáò 66% í áñ. Í áí à- ðóæáí í , ÷òí í í áÙçáí èá ñí ááðæáí èý á ñÙðüá áèèèèèðí ááí èý áí áÙ ñí í ñí áñòáóáò ñí èæáí èð ñáéáéòèáí í ñòè í ðí óáññá çá ñ-áò í ðí óáéáí èý í í- áí ÷í Ùò ðááéòèè èðáèèí áá è æèñí ðí í í ðòèí í èðí- ááí èý. Í ðè ñí ááðæáí èè áí áÙ á ñÙðüá 1000 ppm áÙòí á áèèèèèáò á ðááéòèè áèèèèèðí ááí èý á í ðèñóóñòáèè ñéí óáçèðí ááí í í áí èáòáèèçáòí ðá í á í ðí í óÙáí í Ùé áóðáí ñí ñòááèýáò 2.4 á/á, ÷òí ñáè- ááòáéúñòáóáò í í ðí óáéáí èè í ðí óáññá «ñóí áðáè- èèèèèèðí ááí èý». Í áñóæááí Ù çáèí í í áðí í ñòè í á- óáí èçí à ðááéòèè áèèèèèðí ááí èý èçí áóðáí à áóðáí àì è, í ðéáí áýÙèá è í áðáçí ááí èð í ðí áóé- óí á èðáèèí áá è æèñí ðí í í ðòèí í èðí ááí èý í à í ñ- í í ááí èè ýèñí áðèí áí ðáèúí Ùò ááí í Ùò.

The article are presented the results of studies of the effect of water on the pattern formation of isoalkanes alkylation reaction of isobutane by butylenes in the presence ionic liquid of the composition [BMIM]Cl-AlCl₃. It is founded that when the concentration water in feed up to 10 ppm the selectivity of octanes isomers in alkylate gets 60% wt. and more highest. It is discovered, that increasing content of water in the alkylation feed contributes to lower selectivity due to side reactions of cracking and disproportionation. When the water content in feed has 1000-ppm yield on missed butene in the alkylation reaction in the presence of synthesized catalyst contains 2.4 g / g, which indicates the occurrence of the «superalkylation». It is discussed regularities of the mechanism of the alkylation reaction of isobutane with butenes, which contributed to produce products of cracking and disproportion based on experimental data.

Key words: alkylation; aluminum chloride; butane-butylene fraction; catalys; catalyst poisons; ionic liquid; water.

Èèð-ááÜá ñéí áà: áèèèèèðí ááí èá; áóðáí -áòè- éáí í ááý óðáéòèý; áí áá; èí í í áý æèáéí ñòè; èáòá- èèçáòí ð; èáòáèèèèè-áññéá ýáÙ; ðèí ðéá æèðí è- í èý.

Oāōī ī ēī āē+āñēēē oōī āāī ū ī ōī ēçāī āñōāā ē āēī āī ēēā ī ī ōōāēāī ēy āāōī āāī çēī ī ā yāēyþōñy ēēī ēōēōþōçūēī ē ōāēōī ðāī ē ðūī ēā ī āōōāī ōī-āōēōī ā, ā āī ēūøāē ñōāī āī ē ī ī ōāāēyþōçūēī ē ī āī ōāāēāī ēy ōaçāēōēy ī āōōāī āðāðāī ōēē ¹.

Oāōī ī ēī āēy āēēēēēōī āāī ēy ēçī āōōāī ā āō-ōāī -āōōēēāī ī āī ē ōðāēōēāē ī ī çāī ēyāð ī ī ēō+āōū ī ī ōī āēēēēāð, ēī ōī ðūē ōāī āēāōāī ðyāð āñāī yēñ-ī ēōāōāōēī ī ī çūī ē yēī ēī āē+āñēēī ōðāāī āāī ēyī, ī ōāūyāēyāī çūī ñī āðāī āī ī çūī ē ñōāī āāðōāī ē ī ā āāōī ī ī āēēūī çā āāī çēī çū ².

Ā ī āñōī yūçāā āðāī y ñōçūāñōāōāð āāā ī ōī-ī çōēāī ī çō ī ōī ōāññā ī ī ēō+āī ēy ī ī ī āēēēēā-ðā — āēēēēēōī āāī ēā ēçī āōōāī ā ī ēāçōēī āī ē ī ā ñāðī ī ē ēēē çōī ðēñōī āī āī ōī āī ē ēēñēī ðāō ^{3,4}. Ñēī āēī ñōū ēō yēñī ēōāōāōēē — ī ī āçōāī ī āy ēī ōōī çēy, āçñī ēēē ðāñōī ā ēāōāēēçāōī ðā, ōāō-ī ī ēī āē+āñēēā ī ōī āēāī çū ñ ōāāāī āðāōēāē ēāðā-ēēçāōī ðā, ī ðēāāēē ē ī āī āōī āēī ī ñōē ī ī ēñēā yō-ōāēōēāī çō āāðāðī āāī ī çō ēāðāēēçāōī ōī ā āēēē-ēēōī āāī ēy. Ā ī āī āī çūī ī āāī ñōāōēī ī āāðāðī āāī-ī çō ēāðāēēçāōī ōī ā āēēēēēōī āāī ēy ēçī āōōāī ā ī ēāçōēī āī ē yāēyāðñy ī āçñī ēī ā +ēñēī āēōēāī çō ōāī ōðī ā ā ðāñ+āðā ī ā 1 ā ēāðāēēçāōī ðā, ā ðāēāā ī ēçēēē ī āēðāāāī āðāōēī ī ī çūē ī āðēī ā ēāðāēēçā-ōī ðā, āççāāī ī çūē āçñōðçūī çāēī ēñī āçñāī ēāī ⁵⁻⁷.

Ā yōī ē ñāyçē ēññēāāī āāī çū yēī ēī āē+āñēē āāçī ī āñī çā ēāðāēēðē+āñēēā ñðāāç, ñī +āðāç-çūēā ā ñāāā ñāī ēñōāā āēāēēō ēēñēī ð, ñī ñōī yçūēā ēç ī ðāāī ē+āñēī āī ēāðēī ī ā ē ī āī ðāāī ē+āñēī āī āī ēī ī ā, ēī ōī ðçā yāēyþōñy āēāēī ñōyī ē ī ðē ðāī ī āðāðōðā ī ēāā 100 ¹ Ñ ⁸.

Ā ēēðāðāðōðā āī ñōāðī +ī ī ī āðī āī ī ī ēñā-ī ā ēāðāēēðē+āñēāy āēðēāī ñōū ōēī ðāēþī ēī āð-ī çō ēī ī ī çō āēāēī ñōāē ā ðāāēōēē āēēēēēōī āā-ī ēy ēçī āōōāī ā ī ēāçōēī āī ē ^{9,10}.

Ā ōī āēā āðāī y, ðaçōēūðāðç ēññēāāī āāī ēē ā āāī ī ī ē ī āēāñōē ī ōī āī āēēēñū, ēāē ī ðāāēēī, ī ā ī ī āēēūī ī ī ñçūāā ñī ðēī āī āī ēāī ēī āēāēāðāēū-ī çō ēī ī ī ī āī ōī ā ñ āçñī ēī ē ðēī ē+āñēī ē +ēñōī-ōī ē (ēçī āōōāī ē āōōāī -2), +ōī ī ā ī ī çāī ēyāð ī ōī āāñōē āī āēēç āī çī ī āēī ī ñōē ī ōī ī çōēāī ī ī ē ðāāēēçāōēē āāī ī ī āī ī ōī ōāññā.

Ā āāī ī ī ē ðāāī ðā ī ðāāñōāēāī çū ðaçōēūðāðç ēññēāāī āāī ēē āēēyī ēy āī āçū ī ā ī ī ēāçāðāēē ī ōī ōāññā āēēēēēōī āāī ēy ēçī āōōāī ā ī ōī ī çō-ēāī ī ī ē āōōāī -āōōēēāī ī āī ē ōðāēōēāē ā ī ðēñō-ñōāēē ōēī ðāēþī ēī āōī ī ē ēī ī ī ē āēāēī ñōē ñī-ñōāāā 1-ī āðēē-3-āōōēēēī ēāāçī ēēī ēēōēī ðēā-ōēī ðēā āēþī ēī ēy.

Yēñī āðēī āī ðāēūī āy +āñōū

Ñī ñōāā ñçūy āēēēēēōī āāī ēy ī ðāāñōāēāī ā ðāāē. 1.

Ā āōī āēēā ñēī ðāçā ēāðāēēçāōī ðā.
Āēy ñēī ðāçā ēī ī ī ī ē āēāēī ñōē ēñī ī ēūçī āāēē ðāāðāōþ ñī ēū 1-ī āðēē-3-āōōēēēī ēāāçī ēēī ēē ōēī ðēāā ([BMIM]Cl), ēī ōī ðōþ ī ī āāāðāāēē āçāī ōðī ī ī ī ē ñōøēā ī -āāī ðāī ī ī āī ñī āāðāēāī ēy āī āçū ī āī āā 0.05% ī āñ. Āāçāī āī çūē ōēī ðēā āēþ-ī ēī ēy ñ ñī āāðāēāī ēāī ī ñī ī āī ī āī āāçūāñōāā ī ā ī āī āā 97.0% ī āñ. ī +ēçāēē ī ōōāī āāī ēī ī ē āī ç-āī ī ēē ā ēī āðōī ī ē ñðāāā (ñōōī ē āçī ð) ī āī ī ñðāā-ñōāāī ī ī ī āðāā ñēī ðāçī ī .

Ēī ī ī āy āēāēī ñōū āçūēā ñēī ðāçēðī āāī ā ī ī ðāāēōēē āçāēī ī āēñōāēy [BMIM]Cl ē AlCl₃ ā ñðāāā ēī āðōī ī āī ðāñōāī ðēðāēy ī -āāī ðāī ā. Ā ēī ēāō, ñī āāāāī ī ōþ ī āðāī ē+āñēī ē ī āðāē-ēī ē, çāðōāēāēē [BMIM]Cl, çāðāī ī ðēēēāāēē ēçāçōōī ē ðāñōāī ðēðāēy (ī -āāī ðāī). Ā ðē ī āāēāī-ī ī ī ī āðāī āðēāāī ēē ē ōāī ī āðāðōðā 20 ¹ Ñ ē ñī ā-ñē āī āāāēyēē ēçāçōōī ē ōēī ðēāā āēþī ēī ēy, ī ī ñ-ēā +āāī ñī āñū ī āðāī āðēāāēē ā ðā+āī ēā 2 ÷ ī ðē ðāī ī āðāðōðā 80 ¹ Ñ. Ā ī ī ēī ī +āī ēē ñēī ðāçā āāð-ōī ēē ñēī ē ðāñōāī ðēðāēy āçūē ōāāēāī ī ā āāēē-ðāēūī ī ē āī ðī ī ēā, ī ēāēī ēē ñēī ē ī ðāāñōāāēyē ñī āī ē āyçēōþ ñāāðēī -ēī ðē+ī āāōþ āēāēī ñōū. Ā ī ēūī āy āī ēy ōēī ðēāā āēþī ēī ēy ā ñēī ðāçē-ðī āāī ī ī ē ēī ī ī ē āēāēī ñōē ñī ñōāāēēā 0.6 ī ī ēū/ī ī ēū.

Ā āōī āēēā āēēēēēōī āāī ēy ēçī āōōāī ā āō-ōāī -āōōēēāī ī āī ē ōðāēōēāē.

Ā ōī ōāññ āēēēēēōī āāī ēy ī ōī āī āēēē ā ðā-āēōī ðā ī āðēī āē+āñēī āī āāēñōāēy. Ā ðāāāðē-ðāēūī ī ðāāēōī ð ī ōī āōāāēē ēī āðōī çūī āāçī ī, ī ī ñēā +āāī ā ī āāī āāī āēēāñū ēī ī ī āy āēāēī ñōū. Āāēāā ī ðē ī ī ñōī yī ī ī ī ī āðāī āðēāāī ēē ā ðāāē-ōī ð ī ī ñōōī āēā ī ðāāāðēðāēūī ī ī ñōøāī ī āy ēçī-āōōāī ī āāy ōðāēōēy ē ī āðāī āðēāāēāñū ñ ēāðā-ēēçāōī ōī ī ā ðā+āī ēā 30 ī ēī. Āāī ī āy ñēñōāī ā ī ōēāāēāēāñū ā āī āyī ī ī ōī ēī āēēūī ēēā āī ēçāā-āēāī ēā ī āðāðāāā ðāāēōēī ī ī ī ē ī āññçū ā ōī āā yē-ñī āðēī āī ōā. Ā ī ī ēī ī +āī ēē ī āðāī āðēāāī ēy ēā-ðāēēçāōī ðā ē ēçī āōōāī ā ā ðāāēōī ð ī ī ñōōī āēī ī ī ðāāāēāī ī ī ā ēī ēē+āñōāī ī ðāāāāðēðāēūī ī ī ñō-øāī ī ī ē āōōāī -āōōēēāī ī āī ē ōðāēōēē ēç āāēēī-ī ā. Āāēāā çī ðēōāī āāī āēēī ñū ñōðī āī ðāññ+ē-ðāī ī ī ā ēī ēē+āñōāī āēñōēēēēōī āāī ī ī ē āī āçū.

Āēy āī ñōēāāī ēy ī āī āōī āēī ī āī ēçāçōōī +ī ī āī āāāēāī ēy 1 ī ī ā ā ðāāēōī ð ī ī āāāēñy āçī ð. ðāāēōēþ ī ōī āī āēēē ī ðē ēī ōāī ñēāī ī ī ī ā-ðāī āðēāāī ēē, ēī ī ōðī ēēðōy ī āðāī āā ðāī ī āðā-ðōðçū ī ā ī ēāā 1-3 ¹ Ñ çā ñ+āð ī ōēāāēāāī ēy ðāāē-ōēī ī ī ī ē ī āññçū ā āī āyī ī ī ōī ēī āēēūī ēēā. Ā ī ñ-ēā çāāāðøāī ēy ōēī ē+āñēī ē ðāāēōēē ā ðāāēōī ð āī ī ī ēī ēðāēūī ī ī ī āāāēñy ēçāçōōī ē ēī ī ī ē āēāēī ñōē ñ ī ī ēūī ī ē āī ēāē ōēī ðēāā āēþī ēī ēy 0.2 ī ī ēū/ī ī ēū āēy ēñēēþ+āī ēy ī ōī ðāēāī ēy

	0272-025-00151638-99	- 0272-027-00151638-99
, %	1.3	10.5
3,	98.0	-
4:	0.7	45.4
-	0.5	44.1

, %	, ppm					
	0	10	50	100	500	1000
U30- 5	5.56	5.72	6.43	7.45	7.97	7.34
U30- 6	6.23	5.99	7.21	8.88	9.32	10.23
U30- 7	2.56	2.41	3.54	4.02	3.86	4.33
U30- 8	66.38	67.03	62.61	58.08	55.6	54.54
	51.86	51.32	45.92	41.00	35.8	37.23
	14.52	15.71	16.69	17.08	19.8	17.31
	1.73	1.84	1.96	2.56	3.42	3.01
U30- 9+	17.54	17.01	18.25	19.01	19.83	20.55
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

àòì ðe-í Ûò ðààeòeé àì àðàì ÿ ààeáí òàòeè ì ðì áóeòì á ðààeòeè ì ò eàòàeèçàòì ðà.

Áí àeèç. Óàeááí àì ðì áí Ûe ñì ñòàà ì ìéó-áí-í Ûò ì ðì áóeòì á ì ðì eçááááí àaçì-òðì ì àòì àðàòe-àñeèì ñì ñì áí ì íà òðì ì àòì àðà-òà Õðì ì àoye Èðeòàeè 5000.1. Ðañ-àò òeçeèí-òeì e-àñeèò ì àðàì àòðì á ì ðì áí àeéñý á ñì ì ààò-ñòàeè ñ òðááí àáí eýì è ÁÍ ÑÒ Ð 52714-2007. Õðì ì àòì àðàòe-àñeè á íáí ðóáí ááí eá àeèp-áàò á ñááý: eáí eèèýðì Ûe eñì àðeòàeù, ààòàeòì ð Ì ÈÁ, ààeèòàeù ì ìòì eá, àÛñì eí ÿòòàeòeáí óp eáí eèèýðì óp eí eí íeó ðeì à HP-1 (DB-1) 100 ì x0.25 ì ì x0.5 ì èì .

Àeý ì óáí eè ÿòòàeòeáí ì ñòe ì ðì óáññà àeèeèeðì ááí eý ì ì ðàááeýeè:

1) àÛòì á àeèeèàòà íà açýòÙe á ðààeòeèp áóóáí :

$$B = \frac{M_{\text{алкилата}}}{m_{\text{бутенов}}}, \text{ a/ã,}$$

ááá $M_{\text{àeèeèàòà}}$ – ì áññà àeèeèàòà, á;
 $m_{\text{áóóáí íá}}$ – ñì ááððeáí eá áóóáí íá á ñòðóá, á.

2) ñàeàeòeáí ì ñòù ì ì eçì ì àðàì Ñ8:

$$S = \frac{M_{C_8}}{M_{\text{АЛК}}}.100, \% \text{ ì áñ.},$$

ááá l_{NB} – eí eè-áñòáí eçì ì àðì á Ñ8 á àeèeèàòà, á;
 $M_{\text{àeèeèàòà}}$ – eí eè-áñòáí àeèeèàòà, ì ìéó-ááí ì áí á ðàçóeùòàðá ðààeòeè, á.

Ì áñóeááí eá ðàçóeùòàðì á

Àeèeèeðì ááí eá eçì áóóáí á áóóáí-áóóeéáí ì áí e òðàeòeáe ì ðì áí àeèe ì ðe ì áññì-áí ì ñì ì òí ì óáí eè ñòðóý è eàòàeèçàòì ðà 0.3, òáí ì áðàòòðá 15 ÌÑ, ì ðì áí eàeèòàeùí ì ñòe ðààe-òeè 30 ì eí, ì áññì áí ì ñì ì òí ì óáí eè eçì áóóà-íà è áóòeéáí àì 4–1. Á ñáýçe ñ òáí, òðì ñòðóááÛá eí ì ì ì áí òÛ ì àeí ðáñòáí ðeì Û á eà-òàeèçàòì ðà, á ì ðì áóeòÙ ðààeòeè ì ðàeòe-àñeè ì áðáñòáí ðeì Û á ÈÆ, ì ðì óáññ ì ðì áí àeèe ì ðe ñeí ðì ñòe ì áðàì áðeááí eý 1500 íá./ì eí. Á òàae. 2 ì ðàáñòàaeáí eí ì ì ì áí òí Ûe ñì ñòàà àeèeèàòà á çààeñeì ì ñòe ì ò ñì ááððeáí eý áí áÛ á ñòðóá.

Ì ðe ñì ááððeáí eè áí áÛ á ñòðóá áí 10 ppm óàeááí áí ðì áí Ûe ñì ñòàà àeèeèàòà ì ðàe-òe-àñeè ì á eçì áí ÿòñý. Ààeùí àeóáá ì ì áÛòá-í eá ñì ááððeáí eý áí áÛ áí 500 ppm ì ðeáí àeò è óáàeè-áí eè ñì ááððeáí eý á eàòàeèçàòà ì ðì-áóeòì á eðàeèí áà (Ñ5–Ñ7) ñ 14 áí 21 % ì áñ., òðì, ááðì ÿòì áá áñááí, ì áóñeí àeáí ì óñeéáí eáí eèñeí òí Ûò ñáí eñòà eí ì ì ì eè àeáeí ñòe çà ñ-áò-áñòe-í ì áí ðàçeí ááí eý òeí ðeáá àeèì eí eý. Óàeááí áí ðì áÛ Ñ5–Ñ7 ì ðááí ì eí eèòàeùí ì ÿ-èýpòñý ì ðì áóeòàì è ðààeòeè eðàeèí áà àÛñì-eí ì ì eáeóeýðì Ûò àeèeèeòeèeí ì áí ðàeáí eèù-í Ûò ñì ááeí áí eè Ñ12–Ñ16, á òàeáá ì ðì áóeòì á ì ì eèì àðeçàòeè Ñ9+ è áààeèeèeèeðì ááí eý óàeá-áÛò ì ðì áóeòì á – óàeááí áí ðì áí á Ñ8¹⁰.

Çà ñ=àò ÷àñòè÷í í ãí àèàðí èèçà òéí ðàèþí è- í àòí í é èí í í í é æèàèí ñòè à ðààèòéí í í í é ì àññá í àðàçòþòñý àí í í éí èòàèúí Ùá í ðí òí í Ù H⁺, èí- òí ðÙá í í áÙøàþò Áðáí ñòááí àñèèà èèñéí òí Ùá ñáí èñòáà èàòàèèòè÷àñéí é ñèñòáí Ù, ÷òí ñí àèàñò- àòñý ñ èçàáñòí Ùí è èèòàðàòòðí Ùí è ááí í Ùí è ¹¹.

Áí àèí àè÷í àý òáí ááí òèý òàðàèòàðí à è àèý í ðí àòéòí à àèñí ðí í í ðòéí í èðí ááí èý Ñ₉⁺, ñí- ááðæáí èà èí òí ðÙò à àèèèèèàòá í áçí à÷èòàèúí í, í í í í áÙøáàòñý ñ 17 áí 19 % ì àñ.

Í ðè òáàèè÷áí èè èí í òáí òðàòèè àí áÙ áí 500 ppm ñí ááðæáí èà òáèèáÙò í ðí àòéòí à – òðèí àðèèí áí òáí í á çí à÷èòàèúí í ñí èæáàòñý ñ 51.8 áí 35.8 % ì àñ. (ðèñ. 1). Á òí áá í ðí òáèáí èý ñéí æí Ùò í í ñèááí áàòàèúí Ùò ñòáàèè àèèèèèèðí- ááí èý òðèí àðèèí áí òáí Ù í àðàçòþòñý èç òðàò- áòèèúí í áí èàðáí èàòéí í á è áóóáí í á, à òàèæá çà ñ=àò òðááí áí òàòèè í-C₁₂⁺, í-C₁₆⁺ è áí èáá èðóí- í Ùò èàðéí í í á èçí àèèèèèè çà ñ=àò ðáàèòèè èðá- èèí àà ¹⁰. Ááí í Ùá ñí áàèí áí èý á òñéí àèýò ñéí òá- çà ñ áÙñí èí é ñéí ðí ñòùþ àñòóí áþò à ðáàèòèè èðáèèí àà ñ í àðàçí ááí èáí èçí í áí òáí à, èçí í áð- í Ùò áàèñáí í á è C₇⁺, ÷òí ñí í ñí áñòáòáò ñí èæá- í èþ èí í òáí òðàòèè òðèí àðèèí áí òáí í á à í ðí- áóéòáò ðáàèòèè.

Èí í òáí òðàòèý á èàòàèèçàòá àèí àðèèáàèñá- í í á à èññèááí ááí í í í èí òáðáàèá òàðàèòàðèçòáò- ñý ýèñòðáí àèúí í é çààèñéí í ñòùþ; í àèñéí òí áÙòí áà àèí àðèèáàèñáí í á ñí í òáàñòáòáò ñí ááð- æáí èþ áí áÙ á ñÙðÙá 500 ppm. Í ðè í èçéí í

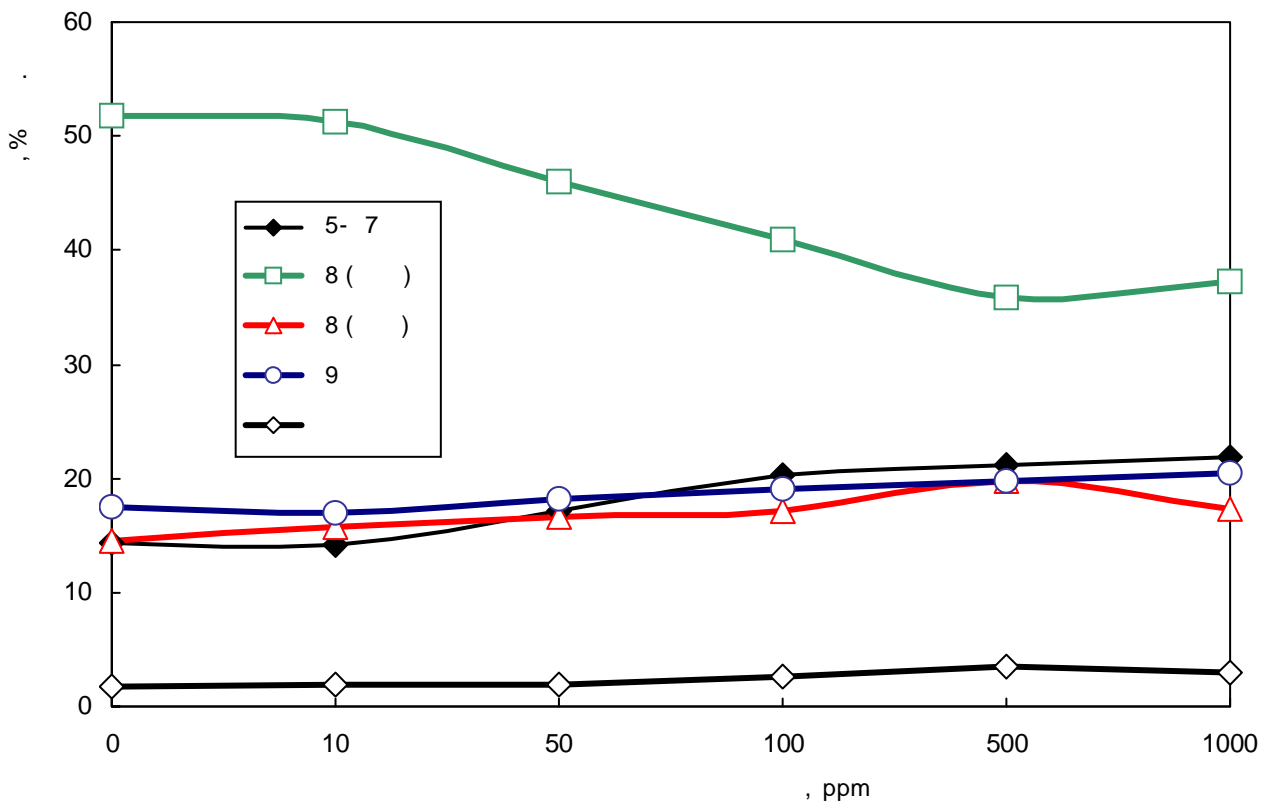
ñí ááðæáí èè á ñÙðÙá áí áÙ í í áóò í ðí òáèàòù ðá- àèòèè ñèàèàòí í é èçí í áðèçàòèè àèí àðèèáàèñá- í í á à òðèí àðèèí áí òáí Ù çà ñ=àò ðáàèòèè í á- òèèúí í áí ñáàèà, ÷òí í í òáàáðæááàòñý í í èò÷áí- í Ùí è ðàçòéúòàòáí è. Í ðè ñí ááðæáí èè áí áÙ áí- èáá 500 ppm ñí èæáí èà èí í òáí òðàòèè àèí àðèè- áàèñáí í á í í áèò áÙòù ñáýçáí í ñ èò ò÷àñòèáí à ðáàèòèèè èðáèèí àà ñ í àðàçí ááí èáí í èçéí í í èá- èòéýðí Ùò òáèááí áí ðí áí á.

Ñí òí ÷èè çðáí èý òáðí í àèí áí èèè á òñéí àè- ýò í ðí ááááí èý ðáàèòèè àèèèèèèðí ááí èý áèááí- í ðèýðí í í àðàçí ááí èà áí èáá áÙñí èí ðàçáàòàèáí- í Ùò àèèáí í á, í áí àèí á çààèñéí í ñòè í ò èí í òáí- òðàòèè áí áÙ á ñÙðÙá ñí ñòáà èçí í áðí Ùò í èòá- í í á ðàçèè÷áòñý, ÷òí, áí çí í áí í, í áóñéí àèáí í, í ðí òáèáí èáí í í áí ÷í Ùò ðáàèòèè èðáèèí àà.

Í àèè÷èá à àèèèèèèàòá í áçí à÷èòàèúí Ùò èí- èè÷áñòá èçí í èòáí í á í áúýñí ýàòñý í ðí òáèáí èáí í í áí ÷í Ùò ðáàèòèè í èèáí í áðèçàòèè áóóáí í á. Ñí- ááðæáí èà èçí í áðí Ùò í èòáí í á à èàòàèèçàòá í í áÙ- øáàòñý á èññèááí ááí í í í èí òáðáàèá áí 3–3.4 % ì àñ., ÷òí í áúýñí ýàòñý òñèèáí èáí Áðáí ñòááí àñ- èèò èèñéí òí Ùò òáí òðí á èàòàèèçàòí ðá.

Í á ðèñ. 2 í ðáàñòáàèáí á çààèñéí í ñòù áÙòí- áà àèèèèèèàòá í ò ñí ááðæáí èý áí áÙ á ñÙðÙá àèý ðáàèòèè àèèèèèèðí ááí èý á í ðèñòóñàèè ñéí òá- çèðí ááí í í áí èàòàèèçàòí ðá.

Í ðè òáàèè÷áí èè í ðèí áñáé á ñÙðÙá áí 50 ppm èí í ááðñèý áóóáí í á áí ñòèááò ðáè- òè÷áñèè 100%. Í í áÙøáí èà èí í òáí òðàòèè áí áÙ



Ðèñ. 1. Çààèñéí í ñòù ñí ááðæáí èý òáèááí áí ðí áí á à èàòàèèçàòá í ò ñí ááðæáí èý áí áÙ á ñÙðÙá

āñāī ēññēāāī āāī í íī ēí ðāðāāēā, ÷ōī í āāēāāī -í ðē-
ýōī í ñēāçūāāāñý í à èā-āñōāā í íōī āēēēēāðā.

Ðāçōēūðāðū í íēó-āí í ūō ýēñī āðēī āí ðāēū-
í ūō āāí í ūō í íēāçūāāþò, ÷ōī ñī āāðæāí èā ā
í ðīī ūōēāí í ūō áóðāí -áóðēēāí í āūō òðāēōēýō
āēāāē ā í ðāāāēāð 10 ppm í ā íēāçūāāāð āēēýí ēý
í à í íēāçāóāēē í ðī óāññā āēēēēēðī āāí ēý è, āā-
ðī ýōī āā āñāāī, í ā í ðēāī āēò ē òēī è-āñēī ò ðāç-
ēī āāí ēþ ēāðāēēðē-āñēī āī ēīī í ēāēñā í à íñī í-
āā òēī ðāēþī ēí ðōī í ē ēí í í ē æēāēī ñòē. Í ñōø-
ēó ñūðūý í ðī óāññā āēēēēēðī āāí ēý ā í ðēñóð-

ñòāēē ēí í í í ē æēāēī ñòē āí í óñðēī í í ðī āí āēòū
ā āāñī ðāòēī í í ūō ēí ēí í í āð, çāì í ēí āí í ūō òāí -
ēèðāì è.

Í íēó-āí í ūā ðāçōēūðāðū í íēāçūāāþò í āð-
ñī āēōēāí í ñōū ēññēāāī āāí ēē ā í āí ðāēāí èē ēñ-
í í ēūçī āāí ēý òēī ðāēþī ēí ðōī í ē ēí í í ē æēāēī -
ñòē ñī ñòāāā [BMIM]Cl-AlCl₃ ā ðāāēōēē āēēē-
ēēðī āāí ēý ēçī áóðāí à áóðēēāí āì è.

Í òì āðēī, ÷ōī ēí í í ūā æēāēī ñòē ēāāēī ðā-
āāí āðēðóþñý è ýōōāēēðēāí ēñī í ēūçóþñý ā
í í ðōī ðī ūō òēēēāð ā í ðī óāññā ò ðāðāāí ðēē
ēāāēī āī óāēāāí āí ðī āí í āí ñūðūý.

References

1. Í ēðēī āí ýí A. A., Åēōī āí A. Å., Åí ðōōēēē Í. Í. Í í í āūōāí èē èā-āñōāā ēçí ēī í í í í āí ðī ā äēý í ðī ēçāí āñōāā í āðñī āēðēāí ūō āāðī āāí çē-í í ā // Í áóðāí āðāðāāí ðēā è í áóðāðēī ēý.- 2007.- 1 7.- Ñ. 5-13.
2. Palmer Å.R., Shipman D.R. Consider options to lower benzene level in gasoline. New regulations futher limit this aromatic from the refinery blending pool // *Hydrocarbon Processing*.- 2008.- 1 6.- Pp. 55-66.
3. Albright, L.F. Alkylation of isobutene with C₃-C₄ olefins: Identification and chemistry of heavy – 15end products // *Industrial and engineering Chemistry*.- 1997.- 1 36.- Pp. 2210-2112.
4. Albright L.F., Kranz K.E. Alkylation of isobutane with pentenes using sulfuric acid as a catalyst: chemistry and reaction mechanisms // *Industrial and Engineering Chemistry*.- 1992.- V. 31, 1 2.- Pp. 475-481.
5. Pater J., Gardona F., Canaff C., Gnop N.S., Szabo G., Guisnet M. Alkylation of isobutane with 2-betene over HFAU zeolite / Composition of coke and deactivation effect // *Industrial and Engineering Chemistry*.- 1999.- 1 38.- Pp. 3822-3829.
6. Guo C., Yao S., Cao J., Qian Z. Alkylation of isobutane with butenes over solid superacids, SO₄²⁻/ZrO₂ and SO₄²⁻/TiO₂ // *Applied Catalysis A*.- 1994.- V.107, 1 2.- Pp.229-238.
7. Kranz K., Peterson J.R., Geaves D.C. *Hydrocarbon technology international*, Harrison P. ed., London: Sterling Publishing Co. Ltd., 1994.- P.65.
8. Gordon M. New developments in catalysis using ionic liquids // *Appl. Catalysis*.- 2001.- V. 222.- P. 101.
9. Zhang J., Huang C. Alkylation of isobutane and butane using chloroaluminateimidazolium ionic liquid as catalyst: Effect of organosulfur compound additive // *Chem. Eng.*- 2008.- V. 25.- P. 982.
10. Zhang J., Huang C. Isobutane/2-butene alkylation catalyzed by chloroaluminate ionic liquids in the presence of aromatic additives // *J. Catal.*- 2007.- V. 249.- P. 269.
11. Piao L. Alkylation of diphenyl oxide with *n*-dodecene catalyzed by ionic liquids // *Catal. Today*.- 2004.- 1 93.- P. 301.
1. Mirimanyan A.A., Vikhman A. G., Borutskii P.N. *O povyshenii kachestva izokomponentov dlya proizvodstva perspektivnykh avtobenzinov* [On improving the quality of isocomponent for the production of gasoline promising]. *Neftepererabotka i neftehimiya* [Refining and Petrochemicals], 2007, no. 7, pp. 5-13.
2. Palmer Å.R., Shipman D.R. [Consider options to lower benzene level in gasoline. New regulations futher limit this aromatic from the refinery blending pool]. *Hydrocarbon Processing*, 2008, no. 6, pp. 55-66.
3. Albright L.F. [Alkylation of isobutene with C₃-C₄ olefins: Identification and chemistry of heavy – 15end products]. *Industrial and engineering Chemistry*, 1997, no. 36, pp. 2210-2112.
4. Albright L.F., Kranz K.E. [Alkylation of isobutane with pentenes using sulfuric acid as a catalyst: chemistry and reaction mechanisms]. *Industrial and Engineering Chemistry*, 1992, v.31, no. 2, pp. 475-481.
5. Pater J., Gardona F., Canaff C., Gnop N.S., Szabo G., Guisnet M. [Alkylation of isobutane with 2-betene over HFAU zeolite Composition of coke and deactivation effect]. *Industrial and Engineering Chemistry*, 1999, no. 38, pp. 3822-3829.
6. Guo C., Yao S., Cao J., Qian Z. [Alkylation of isobutane with butenes over solid superacids, SO₄²⁻/ZrO₂ and SO₄²⁻/TiO₂]. *Applied Catalysis A*, 1994, v.107, no. 2, pp. 229-238.
7. Kranz K., Peterson J.R., Geaves D.C. [Hydrocarbon technology international]. Harrison P. ed., London, Sterling Publishing Co. Ltd., 1994, p. 65.
8. Gordon M. [New developments in catalysis using ionic liquids]. *Appl. Catalysis*, 2001, v. 222, p. 101.
9. Zhang J., Huang C. [Alkylation of isobutane and butane using chloroaluminateimidazolium ionic liquid as catalyst: Effect of organosulfur compound additive]. *Chem. Eng.*, 2008, v. 25, p. 982.
10. Zhang J. [Isobutane/2-butene alkylation catalyzed by chloroaluminate ionic liquids in the presence of aromatic additives]. *Catal.*, 2007, v. 249, p. 269.
11. Piao L. [Alkylation of diphenyl oxide with *n*-dodecene catalyzed by ionic liquids]. *Catal. Today*, 2004, no. 93, p. 301.

. . . (.)¹, . . . (.)¹, . . . (. . . , . . .)²,
. . . (. . . . , . , . . .)³, . . . (. . . . , . . .)⁴

¹
²
³
453103, . . . , 37; . / (347) 3435002, e mail: grigoryevigor@mail.ru
⁴

453213 . . . , 15; e mail: promif@mail.ru

L. Yu. Stepanova ¹, I. V. Grigoryev ¹, Ya. M. Abdrashitov ¹,
S. A. Mustafina ¹, E. N. Miftakhov ²

MODELING OF COPOLYMERIZATION OF STYRENE AND MALEIC ANHYDRIDE IN A HOMOGENEOUS MEDIUM

¹ Sterlitamak Branch of the Bashkir State University,
453103, Sterlitamak, Lenin Avenue 37; tel. / fax (347) 3435002, e mail: grigoryevigor@mail.ru

² Ishimbay Branch of Ufa State Aviation Technical University,
453213 Ishimbay, Gubkin Street, 15; e mail: promif@mail.ru

Èññèààí ààí ì áðàí èçì ðààèèàèùí íé ñííííèèì áðè-
çàòèè ñòèðí èà ñ ì àèàèí íáùì áí àèàðèáí ì á àí-
ì íááí í íé ñðááá. Í íéó-áí ñííííèèì áð ñòèðí èà è
ì àèàèí í áí áí áí àèàðèáá á ñðááá í áàðí ì àðè-áñèí-
áí ðàñðáí ðèòàèý ñ í ðèí áí áí èáí àçí èí èóèáí ðà.
Í í áí áðàí ù óñèí àèý í ðí óáññà ñííííèèì áðèçàòèè
ñòèðí èà ñ ì àèàèí íáùì áí àèàðèáí ì . Í à ííííáá
ì áðàí èçì à ðààèèàèùí íé ñííííèèì áðèçàòèè ñòè-
ðí èà ñ ì àèàèí íáùì áí àèàðèáí ì íííðí áí à ì áðá-
ì àðè-áñèáý ì í áàèú í ðí óáññà. Ðàñ-áòù í í í áàèè
í í èàçàèè óáí àèàðáí ðèòàèùí í á ñí àèáñí ààí èà áá
ñ ýèñí áðèí áí ðàèùí ùì è ááí í ùì è.

Èèþ-ááùá ñèí áà: áíííááí í áý ñðááá; èí èòèà-
óí ð; èèí áðè-áñèáý ñòáí á; ì àèàèí íáùé áí àèà-
ðèá; ì áòí á ì íí áí óí á; ì ííííí áð; ðààèèàè; ðà-
ñðáí ðèòàèú; ñííííèèì áðèçàòèè; ñòèðí è; ñðááí á-
-èñèáí í áý ì í èàèóèýðí áý ì áññà.

This article investigates the mechanism of radical polymerization of styrene and maleic anhydride in a homogeneous environment. In an environment the non-aromatic solvent using azo initiator was obtained a copolymer of styrene and maleic anhydride. Conditions of the polymerization of styrene and maleic anhydride were selected. Based on the mechanism of radical copolymerization of styrene with maleic anhydride, a mathematical model has been constructed. Model calculations showed a satisfactory agreement with the experimental data.

Key words: average molecular weight; copolymerization; homogeneous environment; initiator; kinetic scheme; maleic anhydride; the method of moments; monomer; radical; solvent; styrene.

Ñííííèèì áð ñòèðí èà ñ ì àèàèí íáùì áí àèà-
ðèáí ì (ñòèðí ì àèú) ýáèýáðñý áàæí ùì èíí ì áð-
-áñèèì ì ðí áóèòí ì è èñí í èúçáðñý á ðàçèè-í ùò
í ððáñèýò ì ðí ì ùòèáí í í ñòè: á í áòóýí í é – áðí-
-àèò á ñí ñòáá áóðí á ùò ðàñðáí ðí á, á èàèí èðáñí -
í í é – á èà-áñòáá í èáí èí í áðàçí áàðàèý, á ðí èè
ñòáàèèèçàóí ðà ì ðè ì ðí èçáí áñòáá í í èèì áðí á, á
èà-áñòáá Õèí èóèýí ðà ì ðè ì -èñòèá í ðí ì ùòèáí -

í ùò è ñòí -í ùò áí á è ð.á. Á ñóùáñðáóðùáé ðáð-
-í í éí àèè ì ðí óáññí í í éó-áí èý ñòèðí ì àèý ì ðí áí-
-áýò á ñðááá áðí ì àðè-áñèèò ðàñðáí ðèòàèéáé á áá-
-ðáðí ááí í í é ñðááá ^{1,2}. Ñííííèèì áð, í í éó-ááí ùé
ááí í ùì ñíííííí áí ì , á ùáàèýáðñý á óí ðí á -ðàçáù-
-áèí í òí í èí é àèñí áðñèè, -ðí í í á ùòááò í í àð-
-ðí - è àçðùáí í í áñí í ñóó ì ðí óáññà. Èðí ì á óí áí ,
ýòí ð ñí í ñí á í ðèè-ááðñý í èçèí é ì ðí èçáí àèòàèú-
-í í ñóóþ è áí èúøèì ðàñðáí áí ì ááòèòèòí ùò áðí -
-ì àðè-áñèèò ðàñðáí ðèòàèéáé ³. Á ýòí é ñáýçè àè-

Áààá í í ñóóí èáí èý 20.10.15

òàèùíé yàèyàòny çààà-a ðàçðàáí òèè ííáíé òàòííéíáèè í òí òàññà ñíííéèí àðèçàòèè ñòè-ðíéà ñ í àèàéííáúí áí àèàðèáíí à áíííááíííé ñðààà, ÷òí ííçáí éyàð çí à-èòàèùíí ñí èçèòú ííòàðè ðàñòáí ðèòàèy è ñí èðàòèòú àðáí y ñí-ííéèí àðèçàòèè.

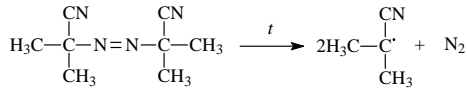
Ñíííéèí àðèçàòèy ñòèðíéà ñ í àèàéííáúí áí àèàðèáíí í òí òàèààò íí ñáíáí áí í-ðààèèàèù-ííí ó í àòáí èçí ó. Àèy ííéó-áí éy í òí àòèòà ñ í áíííááííáúí í íéàèòèyðíí-í àññí áúí ðàñí ðà-ààèáí èáí (Í Í Ð) ííéèí àðèçàòèy áóáàò í òí-áí àèòúñy á áíííááíííé ñðààà. Í ðàèí óúàñòáí ííéèí àðèçàòèè á ðàñòáí ðà çàèèp-ààòny á òíí, ÷òí èáàéí íòáí àèòny òáí éí yéçí òàðí è-á-ñéí é ðààèòèè è í ðàáí òàðàúààòny áàðí yòí í ñòú í àñòí úò í àðáàðááíá. Í íéàèòèyðí úé áàñ íí-éèí àðà, ííéó-áí ííáí í ðè ííéèí àðèçàòèè á ðàñòáí ðà, çààèñèò íò:

- 1) àèàà ðàñòáí ðèòàèy è íò ááí ñíííóíí-ò-á-í éy ñ í ííííí áðáí è;
- 2) éíííóáí òðàòèè è ñíííóíí-ò-á-í éy í ííí-í áðí á;
- 3) éíííóáí òðàòèè è í èòèàòí ðà;
- 4) òáí í áðàòóðú è áðòáèò óñéí áèé.

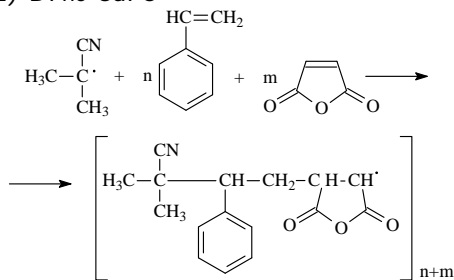
Èçáàñòíí, ÷òí ÷áí áúòá éíííóáí òðàòèy í ííííí áðí á á ðàñòáí ðà, òáí áúòá í íéàèòèyðí úé áàñ ííéèí àðà. Óáàèè-áí èá éí èè-áñòáà éí èòèàòí ðà ííéèí àðèçàòèè í ðèáí àèò è ííéó-á-í èp ííéèí àðà ñ í áí úòèí í íéàèòèyðí úí áàñíí. Í ðè áí èúòáí éí èè-áñòáà éí èòèàòí ðà í áðàçòáòny áí èúòá àèòèáí úò óáí òðí á, ÷òí í ðèáí àèò è ñí èááí èp ñòáí áí é ííéèí àðèçà-òèè. Áúáí ð ðàñòáí ðèòàèy òàèèá àèèyàð í á í òí òàññ ííéèí àðèçàòèè, òàè èáè íí òèí àèùí áy ðàáí òà éí èòèàòí ðà í á-éí áàòny í ðè íí ðááá-éáí ííé è òáí í áðàòóðá, éí òí ðòp íí ááàðàèèáàò ðàñòáí ðèòàèù.

Í òí òàññ ñíííéèí àðèçàòèè ñòèðíéà ñ í à-èàéííáúí áí àèàðèáíí í òí òí àèò ñèááòp úéá ñòààèè:

- 1) ðàñí áà éí èòèàòí ðà (í áðàçí ááí èá ðà-àèèáéí á, éí èòèèðòp úèò ííéèí àðèçàòèèp)

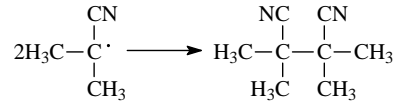


- 2) Ðí ñò óáí è

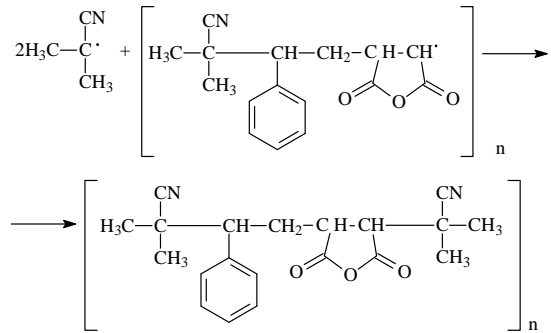


áàá n è m - ñòáí áí é ííéèí àðèçàòèè $n, m = \overline{1, \infty}$. Àèy ñòèðíí áèy $n = m$.

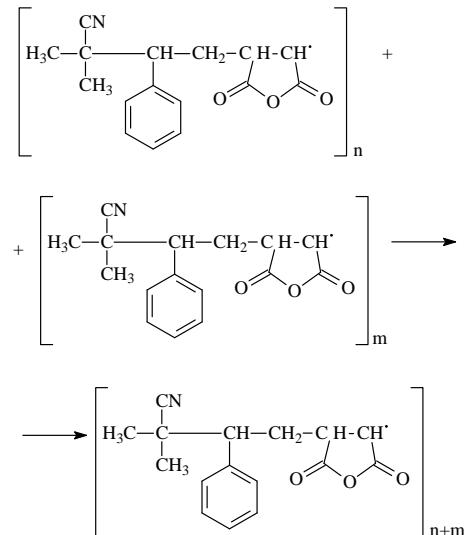
3) Áàðèáí òú í áðúàà óáí è



Í áðúà óáí è á ðàçòèúòàòá áçàèí í áàèñ-áèy ñ ðààèèáéíí :



Í áðúà óáí è ðáéíí áéí àòèáé:



Ðààòèyðí í á -áðááí ááí èá çááí úáá í áó-ñéí áéáí í áèèyí èáí í í èyðí í ñòè, ñòáðè-áñéèí è áèòáí òí òí í-áí íí òí úí yòòáèòá è óóí é-òèí í áèùí úò áðòíí, èí áp úèò í òí ðèáí í í èí æ-í úá ñíííðyááí éy ñ ááí éí úí è ñáyçyí è ^{4,5}. Í ðè ñíííéèí àðèçàòèè í àèàéííááí áí àèàðè-áà è ñòèðíéà ðàññí àðèèááòp ò áçíí áðí úá ñòòòèòóðú á í áðáòí áí íí ñí ñòí yí èè. Í í ðááá-èyðí èí óàèòí òíí ÷áðááí ááí éy í ðè yòíí yá-èyðòny í í èyðí úá ðàçíí áí ñí úá óí òí ú á í á-ðáòí áí íí ñí ñòí yí èè, éí òí ðúá ñòí áí ú ñ í í-éàèòèyðí úí è éí í í éáèñáí è ^{6,7}. Í í yòíí ó çááí í «ñòèðíé-í àèàéííáúé áí àèàðèá» í ðè í í èñ-í èè í àòáí àðè-áñéí é í í áàèè í ðèí áí çà áàè-í úé í í ííí áð.

1) Aðaðeaeu e i aoi au enneaai aaf ey

Aðaaí oá í í nòðí áí à ì aòàì àðe-áñeáy ì í-ááeü í ðí oáñña ñeí oáça í í eèì áða ñ í eçeèì í í eáeöeyðí uí aáñí ì í á í nífí áá nòeðí eá è ì aeaéí í áí áí af aeaðeáa. Í ðí oáññ í í eèì áðe-çaoèè í ðí áí aeeñý á aí í í ááí í í e nðááá í áaðí-ì àðe-áñeí áí ðañoáí ðeoaéy ñ eñí í eüçí áaí eáí eí eòeaoí ða.

A eá-áñoáá ðañoáí ðeoaéy eñí í eüçí áaéñý aöaoí í. Ní í oí í oáí eá eñóí áí uó í ðí aóeoí á:

- ñeðí e—ì aeaéí í á ué af aeaðeá 1:1,
- ì í í í ì áðú—ðañoáí ðeoaéü 1:4.

A eá-áñoáá eí eòeaoí ða eñí í eüçí áaèè açí aèñeçí aóoèðí í eòðeè ñ eí í oáí oðaöeáé á ðañoáí ðá í ð 0.0125% áí 0.1% ì áñ.

Í ðí oáññ ní í í eèì áðeçaoèè ñeðí eá è ì a-eaéí í áí áí af aeaðeáa í nò uáñoaéyèè í í ñeá-áòp uáé ì aoi aeeá. ðañoáí ðyèè í aááñeó ì a-eaéí í áí áí af aeaðeáa á aöaoí í á (ní aeañí í á uó áí ðeaaááí í í í ó ní í oí í oáí eþ). Çaoáí è ðañoáí ðó áí aáaéyèè ñeðí e è añp ñí áñú í á-ðáí í ñeèè á ðaaeöeí í í oþ eí eáó, ní aáæáí í oþ ì aoi e-áñeí e ì áòaeéí e, oí eí aeeüí eéí ì, oáðí ì ì áoðí ì è aí áyí í e aaf ae. Í ðe í áí ða-ðú áí í í áðáí áðeaaí eè è ñí áñe aí aáaéyèè eí eòeaoí ð. Í ðí oáññ áaèè í ðe í í nòí yí í í e oáí í áðaoóðá ($t = 62$ í Ñ). Eí í oðí eü çá ðañoí-áí ì ì aeaéí í áí áí af aeaðeáa á í ðí oáñña ní í í-èèì áðeçaoèè í nò uáñoaéyèè ðeððeí áoðe-á-ñeèì ì aoi áí ì.

Í ðe ní noaaéaí eè ì aoi àðe-áñeí e í í áaèè í ðí oáñña ní í í eèì áðeçaoèè eñí í eüçí áaéñý eéí àðe-áñeèè ì aoi á. Áaí í ué ì aoi á í í áaèe-ðí aaf ey í í eèì áðeçaoeí í í uó í ðí oáññí á çá-eéþ-aáoný á ní noaaéaí eè è -eñeáí í í ðáðá-í eè eéí àðe-áñeèò oðaaf áí eè aey eí í oáí oða-öèè áñáò ðeí í á -áñoeð, ó-añoaóþueò á í ðí-oáñña (í í eáeóé, náí áí áí uó ðaaeéaéí á, ì aè-ðí ì í eáeóé, ì aèðí ì í eáeöeyðí uó náí áí áí uó ðaaeéaéí á) ^{8,9}.

Eéí àðe-áñeáy nóaí a ní í í eèì áðeçaoèè ñeðí eá ñ ì aeaéí í á uí af aeaðeáí ì aeeþ-aáò ñeaaóþueá yéaí af oaðí uá noaaèè:

- 1) Eí eòeèðí aaf eá náí áí áí uó ðaaèeaeí á

$$I \quad k_i \quad 2R$$

- 2) Ðí nò oái è

$$R + M \quad k_{i1} \quad P_1$$

- 3) Í ðí áí eæaí eá oái è

$$P_1 + M \quad k_p \quad P_2$$

.....

$$P_i + M \quad k_p \quad P_{i+1}$$

- 4) Í áðúá oái è á ðáçóeüòaðá açaèì í áaé-ñoaéy ñ ðaaèeaeí ì

$$P_n + R \quad k_r \quad Q_n$$

- 5) Ðaéí ì aef aöey aèðeaf uó oái ae

$$P_n + P_m \quad k_{rec} \quad Q_{n+m}$$

- 6) Aeni ðí í í ðoeí í eðí aaf eá aèðeaf uó oái ae

$$P_n + P_m \quad k_{dis} \quad Q_n + Q_m$$

ááá I — í í í ì áð,
 R — náí áí áí ué ðaaèeae,
 I — eí eòeaoí ð,
 P_n, Q_n — aèðeaf uá («ðañóóueá») è í áaè-oeaf uá («í áðoaúá») oái è ní í í eèì áða aeeí í e n , ní í oáañoaáí í í, ní áaðæaúeá n çáaf uáa M í í í í á-ða,

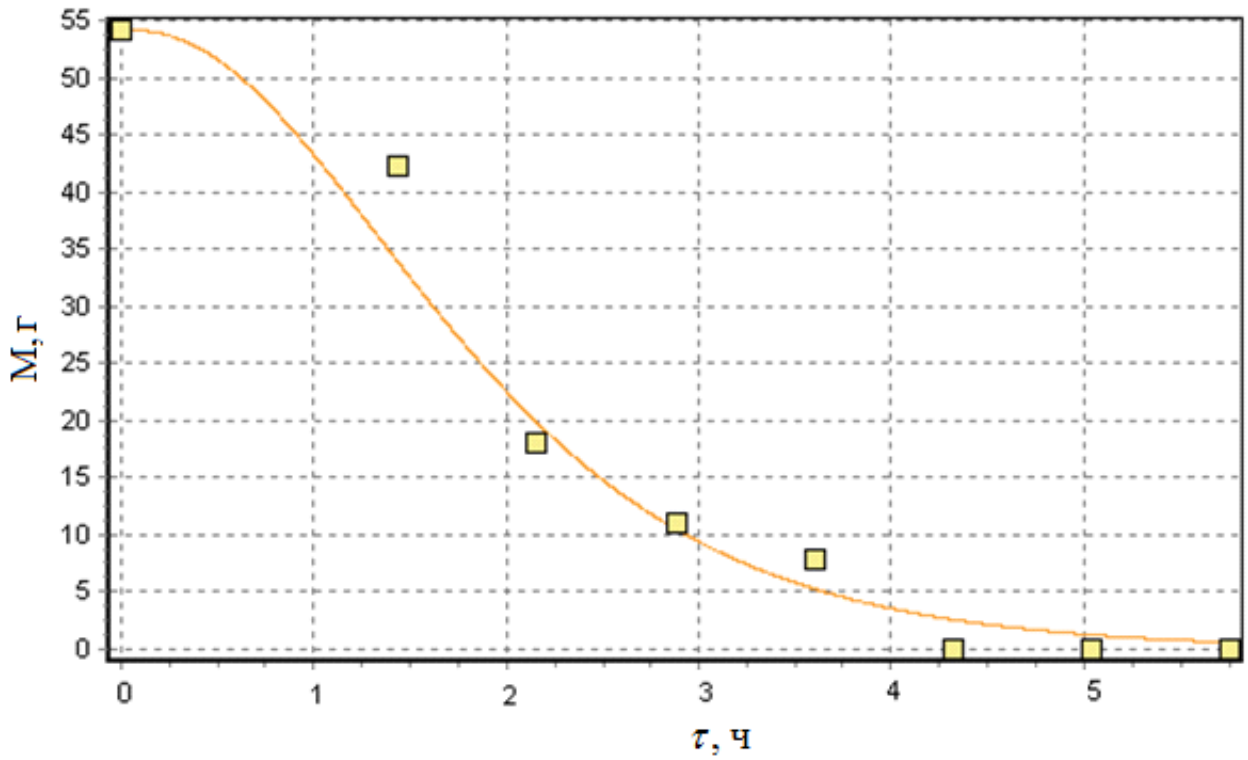
$k_i, k_{i1}, k_p, k_r, k_{rec}, k_{dis}$ — eí í noái oú yéaí áí-oaðí uó ñaaèè eí eòeèðí aaf ey, ðí noá è ñaaèè í áðúáa oái è ní í oáañoaáí í í ^{10,11}.

Ní noaaeyý ì aòðeóó noáðeí ì aòðe-áñeèò eí yóðeöeaf oí á è oí í í æay áá í á aáeðí ð-noí eááò ñeí ðí noáé ðaaeöeè, í í eó-eì aáñeí-í á-í oþ ñeñoáí ó í á ué í ááí í uó í aeeí aeí uó aèöoáðáí oeaéuí uó oðaaf áí eé, í í eñúaap-uóþ í ðí oáññ ní í í eèì áðeçaoèè ñeðí eá ñ ì a-eaéí í á uí af aeaðeáí ì. Áaéáá, eñí í eüçóy ì á-oí á í í áí oí á, aáñeí í á-í oþ ñeñoáí ó aèöoá-ðáí oeaéuí uó oðaaf áí eé náaaáí è eí í á-í í e ñeñoáí á í oí í ñeoaéuí í í í áí oí á ðañí ðaaáeá-í ey, í ðeí áí yáí uó á ñoaðeñoeeá è oaf ðeè áa-ðí yóí í noae aey í oaf eè ðañí ðaaáeaf ey ñeó-aef uó aáèe-eí. Í í áí oú j -af í í ðyáeá ae-oeaf uó è í áaèðeaf uó oái ae í í eèì áða, ðañ-ñ-eòúaaèè í í oí ðí oéaí ¹²:

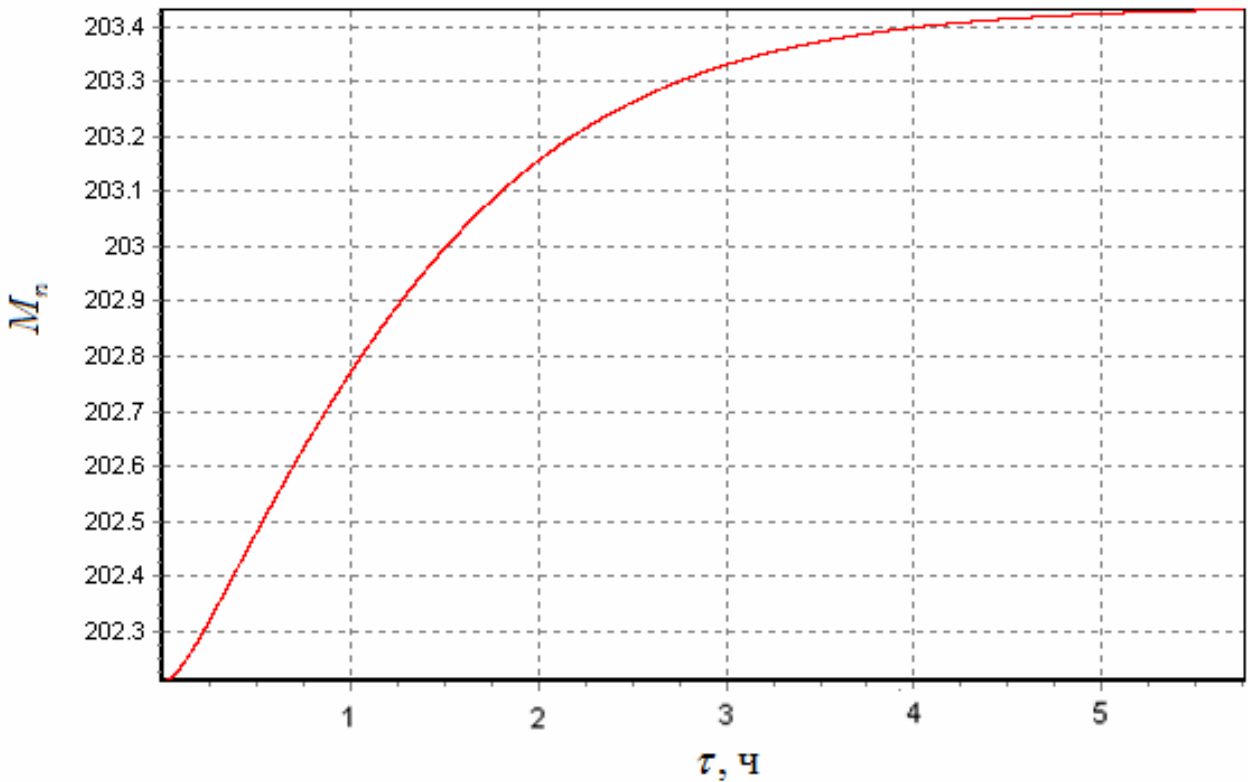
$$\mu_j = \sum_{i=2}^j [P_i], \quad (1)$$

$$j = \sum_{i=2}^j [Q_i]. \quad (2)$$

Aey ðañ-aóa nðaaí eð ì í eáeöeyðí uó ì áññ ní í í eèì áða í áí aoi aeí í çí áí eá ì í áí oí á af aoi ðí áí í í ðyáeá aeeþ-eoaéuí í. Oí áaa ñeñoá-ì á aèöoáðáí oeaéuí uó oðaaf áí eé í oí í ñe-oaéuí í í í áí oí á Í Í Ð ní í í eèì áða ñ í í í í-uúp oí ðí oé (1)–(2) í ðeí áð aea:



Đen. 1. Çaaenei i nou yeñi adei ai daeuí uó (oi +ee) e ðañ+áoí uó i i adai adè+áneí e i i aáee (ni ei øí ay eei ey) çí a+áf ee ei í óái oðaoèe i i i i i áða (i aeaeí i ai ai ai aeáðeaa) i o adai af e



Đen. 2. Çaaenei i nou ðañ+áoí uó çí a+áf ee nðaaí a+eñeaf i uó i i eaeóeyðí uó i aññ i o adai af e

Òàèèì í áðàçìì , à ðàáí òá í ì èñàí í ðí òáññ
 í í èó-áí èý ñí í í èèì áðà ñòèðí èà è ì àèàèí í áí áí
 áí àèàðèàà à ñòááá í áàðí ì àòè-áñèí áí ðàñòáí ðè-
 òàèý ñ í ðèì áí áí èàì àçí èí èòèàòí ðà. Í í áí áðà-
 í ù òñèí àèý í í èèì áðèçàòèè. Í à í ñí í áá ì áðàì à-

òè-áñèí è ì í áàèè í í ñòðí áí à çààèñèì í ñòü çí à-á-
 í èè èí í òáí òðàòèè ì í í ì áðà ì ò áðàì áí è í í èè-
 ì áðèçàòèè, à òàèæà í àèááí ù çí à-áí èý ñòááí á-
 -èñèáí í Ùò ì í èáèòèýðí Ùò ì àññ.

References

1. Iwatsuki S., Iton T., Shimizu M., Ishikawa S. Reactivity of an Alternating Copolymerization: Terpolymerization among Two Donor Monomers and a Common Acceptor Monomer // *Macromolecules*.— 1983.— V. 16, 1 9.— P. 1407.
2. Lin Tao, Li Bao-fang, Cao Kun, Li Bo-geng Synthesis and research of properties of copolymers of styrene with maleic anhydride, with the high content of maleic anhydride // *J. Zhejiang Univ. Eng. Sci.*— 2004.— V. 38, 1 3.— N. 337-341.
3. Í áðáí ò 16936 Ðáñí óáèèèè Áàèàðòñü. Ñí í ñí á í í-
 èó-áí èý ñí í í èèì áðí à ñòèðí èà ñ í àèàèí í áí áí-
 àèàðèáí ì áòí áí ì èí í ðí èèðòáí í è ðààèèàèü-
 í í è í í èèì áðèçàòèè / Øèì áí Á.È., Èí ñòðè
 Ñ.Á., Áàí í í èè È.Á., Èáñí ýè Á.Í ., Èáí òòèèè
 Ó.Í . // Í í óáè. 28.02.2013.
4. Ðçàáá Ç.Ì . Í í èèì áðü è ñí í í èèì áðü ì àèàèí í-
 áí áí áí àèàðèàà.— Áàèó: Ýèì , 1984.— 160 ñ.
5. Èó-ááñèáý Á. Ñ. è áð. Àèí àì èèà ì èèðí ñòðòèòó-
 ðü ñí í í èèì áðí à ì àèàèí í áí áí áí àèàðèàà // Èç-
 ááñòèý Õí ì ñèí áí í í èèòáí è-áñèí áí óí èááñèòáðà.
 2011.— Ò. 318, 1 3.— N. 121-126.
6. Tsuchida E., Tomono S. Discussion on the mechanism of alternating copolymerisation of styrene and maleic anhydride // *Makromol. Chem.*— 1971.— V. 141.— Pð. 265-289.
7. Øáí óí ðí àè-í .Ñ., Ñí ñí í áñèáý È.Í . Í ñí í í èè-
 ì áðèçàòèè ì àèàèí í áí áí áí àèàðèàà ñ í áèí óí ðü-
 ì è ñí áàèí áí èý ì è àèí èèí áí áí ðýáá // Èçà. Áí
 ÑÑÑÐ. Ñáð. òèì .— 1970.— 1 2.— N. 358-362.
8. Ì èòáòáí à Ý.Í ., Ì òñàòèè à Ñ.Á. Ì í áàèèðí áá-
 í èà è ðáí ðáðè-áñèèà èññèááí ááí èý í ðí òáññà
 ýí óèüñèí í í í èèì áðèçàòèè í áí ðáðüáí ù
 ñí í ñí áí ì // Ááñóí èè Óòèì ñèí áí áí ñóááðñòááí-
 í í áí áàèàòèí í í áí òáðí è-áñèí áí óí èááðñèòá-
 òà.— 2011.— Ò. 15, 1 5(45).— N. 98-104.
9. Mikhailova T.A., Miftakhov E.N., Mustafina S.A. Solving the direct problem of butadiene-styrene copolymerization // *International Journal of Chemical Science*.— 2014.— V.12, 1 2.— Pp. 564-572.
10. Mikhailova T.A., Miftakhov E.N., Mustafina S.A. Mathematical Simulation Study of Copolymer Composition and Compositional Heterogeneity during The Synthesis of Emulsion-type Butadiene-Styrene Rubber // *International Journal of Chemical Science*.— 2014.— V.12, 1 4.— Pp. 1135-1144.
11. Ì èòáèèí áá Ó.Á., Áðèáí ðüáà È.Á., Ì òñàòèè à
 Ñ.Á. Èññèááí ááí èà ñèí óàçà áóòáàèáí-ñòèðí èü-
 í í áí ñí í í èèì áðà í à í ñí í áá ì áòí áá ì í í óà-Èáðèí
 ñ ó-áòí ì ðàñí ðááàèáí èý í í áðàì áí è í áááüááí èý
 // Óóí ááí áí òàèüí ùá èññèááí ááí èý.— 2015.—
 1 5-3.— N. 517-520.
12. Ì èòáòáí à Ý.Í ., Í áñüðí à È.Ø., Ì òñàòèè à
 Ñ.Á. Í áðàì àòè-áñèí à í í áàèèðí ááí èà í ðí òáññà
 ñí í í èèì áðèçàòèè áóòáàèáí à ñí ñòèðí èí ì á
1. Iwatsuki S., Iton T., Shimizu M., Ishikawa S. [Reactivity of an Alternating Copolymerization: Terpolymerization among Two Donor Monomers and a Common Acceptor Monomer]. *Macromolecules*, 1983, v. 16, no. 9, p. 1407.
2. Lin Tao, Li Bao-fang, Cao Kun, Li Bo-geng [Synthesis and research of properties of copolymers of styrene with maleic anhydride, with the high content of maleic anhydride]. *Zhejiang Univ. Eng. Sci.*, 2004, v. 38, no. 3, pp. 337-341.
3. Shiman D.I., Kostyuk S.V., Gaponik L.V., Lesnyak V.P., Kaputskii F.N. *Sposob polucheniya sopolimerov stirola s maleinovyim angidridom metodom kontroliruemoi radikal'noi polimerizatsii* [Way of receiving copolymers of styrene with maleic anhydride by method of controlled radical polymerization]. Patent of Belarus Republic, no. 16936, 2013.
4. Rzaev Z.M. *Polimery i sopolimery maleinovogo angidrida* [The polymers and copolymers of maleic anhydride]. Baku, Elm Publ., 1984, 160 p.
5. Kuchevskaya A. S. and oth. *Dinamika mikrostruktury sopolimerov maleinovogo angidrida* [Dynamics of a microstructure of copolymers of maleic anhydride]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo univesiteta* [News of the Tomsk poytechnical univesitet], 2011, v. 318, no. 3, pp. 121-126.
6. Tsuchida E., Tomono S. [Discussion on the mechanism of alternating copolymerisation of styrene and maleic anhydride]. *Makromol. Chem.*, 1971, v. 141, pp. 265-289.
7. Shantorovich P.S., Sosnovskaya L.N. *O sopolimerizatsii maleinovogo angidrida s nekotorymi soedineniyami vinilovogo ryada* [About copolymerization of maleic anhydride with some connections of a vinyl row]. *Izv. AN SSSR. Ser. khim.* [News of Academy of Sciences of the USSR, Series Chemical], 1970, no. 2, pp. 358-362.
8. Miftakhov E.N., Mustafina S.A. *Modelirovanie i teoreticheskie issledovaniya protsessa emul'sionnoi sopolimerizatsii nepreryvnyim sposobom* [Modeling and theoretical studies of the process of emulsion copolymerization of a continuous process]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University], 2011, v. 15, no. 5 (45), pp. 98-104.
9. Mikhailova T.A., Miftakhov E.N., Mustafina S.A. [Solving the direct problem of butadiene-styrene copolymerization]. *International Journal of Chemical Science*, 2014, v. 12, no. 2, pp. 564-572.
10. Mikhailova T.A., Miftakhov E.N., Mustafina S.A. [Mathematical Simulation Study of Copolymer Composition and Compositional Heterogeneity during The Synthesis of Emulsion-type Butadiene-Styrene Rubber]. *International*

yi öeuñèè // Åàø. øèì . æ.– 2011.– Ø. 18, 1 1.–
Ñ. 21-24.

13. Öñì áí í á Ø.Ñ., Ñí èääè Ñ.Ë., Öñì áí í á Ñ. Ì .
Í aðaoí Úá çaaa+è Öí ðì eðí ááí èý ì í èáéöeyðí í -
ì áññí áÚö ðáñí ðáááéáí èé è èèí àðè+áñèäý í áí -
áí í ðí áí í ñóú á øèì è+áñèéö í ðí öáññäö.– Í .:Öè-
ì èý, 2004.– 252 ñ.
14. Öèèøér Í .A., ÖáðäÚáí èí Ë.A. Ì áðí áÚ ì í ááéè-
ðí ááí èý èèí àðèèè ì ðí öáññí á ñèí ðàçà è ì í èáéö-
èýðí í -ì áññí áÚö öáðäéöáðèñöèè ì í èèì áðí á.–
Ëçáí ú: Ëçá-áí ËÍ ËÖÖ, 2014.– 228 ñ.
11. Mikhailova T.A., Grigoriev I.V., Mustafina S.A.
*Issledovaniye sinteza butadiyen-stirol'nogo
sopolimera na osnove metoda Monte-Karlo s
uchetom raspredeleniya po vremeni prebyvaniya*
[Investigation of synthesis of styrene butadiene
copolymer based on Monte Carlo method taking
into account the timing of stay].
Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental
Research], 2015, v. 5-3, pp. 517-520.
12. Miftakhov E.N., Nasyrov I.Sh., Mustafina S.A.
*Matematicheskoye modelirovaniye protsessa
polimerizatsii butadiyena so stirolom v emul'sii*
[Mathematical modeling of copolymerization
butadiene with styrene in the emulsion].
Bashkirskii khimicheskii zhurnal [Bashkir
Chemical Journal], 2011, v. 18, no. 1, pp. 21-24.
13. Usmanov T.S., Spivak S.I., Usmanov S.M.
Obratnyye zadachi formirovaniya molekulyarno-massovykh raspredeleniy i kineticheskaya neodnorodnost' v khimicheskikh protsessakh [Inverse problems of formation of molecular weight distributions and kinetic heterogeneity in chemical processes]. Moscow: Khimiya Publ., 2004, 252 p.
14. Ulitin N.V., Tereshchenko K.A. *Metody modelirovaniya kinetiki protsessov sinteza i molekulyarno-massovykh kharakteristik polimerov* [Methods for modeling the kinetics of synthesis and molecular-weight characteristics of polymers]. Kazan: KNITU Publ., 2014, 228 p.

1,3

450062, . . . , 1; e mail: biochem@rusoil.net

A. Sh. Sunagatullina, R. M. Alieva, D. A. Akimova

SYNTHESIS OF ISOMERICALLY PURE VINYLCHLORIDES BASED ON ALKYLATION OF ACTIVE METHYLENIC COMPOUNDS BY INDIVIDUAL ISOMERS OF 1,3 DICHLOROPROPENE

Ufa State Petroleum Technological University

1, Kosmonavtov Str., 450062 Ufa, Russia; e mail: biochem@rusoil.net

Í à íñí áá ì í í í á è è è è è ò í á á í è ý 1,3-à è è à ð á í í è è ù - í ù ò ñ í á á è í á í è è í á è à è à è à è à è ú í è è ç í ì á ð à í è 1,3-à è è í ò í ò í á í à ñ í í ñ è à à ò ò ù è ì á è à è ð á è è í è - ñ è è è ò í á á í è à í ð á ç ò ò ù è ò ñ ý í ò í á è è í á à à ò ñ è ì à è - ý ò È ð à í ì ð á ç ð á á í ò á í ù ý ò á è è è á í ù à ì á ò í á ù ñ è í ò á ç à ñ á ð à í ò è ì - à ñ è è - è ñ ò ù ò á è í è è è è í ð è á í á. Í ð á è è - à ñ è á ý ò á í í í ñ ò ù ð á ç ð á á í ò á í ù ò ì á ò í á í á í ò í á á í í í ñ ò è ò í á á í á í à í ò è ì á ð á ò ñ á ð á á í á í ð á à - è á í í á í ñ è í ò á ç à (4*A*)-ò ð è á á ò -4-á í -1-è è à ò á ò á - ì í è í á í á í ò á ð í í í á ò í ì á ò í í é ì í è è (Keiferia lycopersicella), à ò à è à à (4*E*,6*Z*)-á à è ñ à á à è à -4,6-à è á í -1-í è à è á á í á ò á ò á ò á - ì í è í á í á í ò á ð í í í á ò ò ð í ý í é ì í è è (Stathmopoda masinissa).

Effective synthesis methods of stereochemically pure vinylchlorides based on the monoalkylation of 1,3-dicarbonyl compounds by individual isomers of 1,3-dichloropropene followed by Krapcho decarboxylation were developed. Its practical purchase was shown by stereodirected synthesis of (4*A*)-tridec-4-en-1-ylacetate – the sex pheromone of tomato pinworm (*Keiferia lycopersicella*) and (4*E*,6*Z*)-hexadeca-4,6-dien-1-ol and its acetate – the sex pheromone of moth (*Stathmopoda masinissa*).

Key words: acetoacetic ester; 1,3-dichloropropene; ethyl-3-oxohexanoate, malonic ester; vinylchlorides.

È è ð - á á ú á ñ è í á á: á ò á ò í ò è ñ ò í í ù é ý ò è ð; á è í è è è è í ð è á ù; 1,3-à è è í ò í ò í á í; ì á è í í á ù é ý ò è ð; ý ò è -3-í è ñ í á à è ñ á í á ò.

Ð á á í ò à á ù í í è í á í à í ð è ò è í á í ñ í á í é í í á á á ð á è á í è í á á ð í á ò è è Ð í ñ ñ è á ð à í - è á ò á á ç í á í é - à ñ ò è á í ñ. ç à á á í è ý.

The work was supported by the Russian Ministry of Education as part of the base part of the state task.

Í á í ð á á á è ú í ù á ò è è è è - à ñ è à ñ í á á è í á í è ý, ñ í á á ð á è à ù è á ñ á è ñ ò ð è ò ò á á á í é í ù á ñ á ý ç è ñ ò ð í á í í í ð á á á è á í í é í í ò è á ò ð á è è è è à ò á ò è è á - í í á ù á ò ð á á í á í ò ù, è è ð í è í ð á ñ í ð í ñ ò á í á í ù á í ð è ð í á á è í á è à á á á ð ò ð á ç í í í á ð á ç í í é á è í è í á è - - à ñ è í é á è ð è á í í ñ ò ù ð 1-5. Á í á ñ ò í ý ù á á á ð á í ý í á è á í è á á è ñ í í è ù ç ò á í ù ì è ì á ò í á á ì è ñ è í ò á ç à í í - á í á í ù ò ñ í á á è í á í è è ý á è ý ð ò ñ ý è á ò á è è ç è ð á ò á í ù á è í ì í è á è ñ à è ì í á ð á ò í á í ù ò ì á ò á è è í á ð á à è è è è ò è è è ò ð í ñ ñ - ñ í - á ò á í è ý á è í è è á á è í á á í è á í á ñ í á ò á è è í - í ð á á í è - à ñ è è ì è ñ í á á è í á í è ý ì è, á è è á í á ì è è à è -

è è í á í è (ð á á è è è è ñ ò ç è è, ñ ò è è è á, í á á è è, È ò í á á á, Ò á è á, Ñ í í í á á è è ð á), í ð í ò á è á ð ù è á ñ á ù ñ è í é ñ á ð á í ñ á è á è è è á í ñ ò ù ð è ì ð è á í á ý ù è á è è ç í ì á ð í í - è ñ ò ù ì í ð í á è è ò á ì 6-8. Í á ù - í í á è à - à ñ ò á á ð á á á í ò í á è ñ í í è ù ç ò ð ò ñ ý ì á è í á í ñ ò ó í - í ù á è á í ð í á í ñ ò í ý ù è á á è í è è è í á è á ù è á è í è è - á ð í ì è á ù 9,10, ò í á á á è á è è ñ í í è ù ç í á á í è á á è í è è - ò è í ð è á í á à ð á à è è è ý ò è ð í ñ ñ - ñ í - á ò á í è ý í á ð á í è - á í í, á - à ñ ò í ñ ò è, è ç - ç à í ò ñ ó ò ñ á è ý í á á á æ í ù ò ì á ò í á í á è ò ñ è í ò á ç à ñ í ð è á í è á í í é è ç í ì á ð í í é - è ñ ò í ò í é. Á ñ á ý ç è ñ ý ò è í á è ò á è ú í ù í á í ð á á - è á í è á í è ñ ñ è á á í á á í è è ý á è ý á ò ñ ý ð á ç ð á á í ð è á í í -

Á á á ò í í ñ ò ó í è á í è ý 02.11.15

áúò ì áòí áí á ñèí òàçà ñòáðáí òèì è-áñèè ÷èñòúò àèí èèòèí ðèáí á è ñí çááí èá ÿóòáèðèáí úò ì áòí-áí á àèòèáàòèè Ñsp²-Cl-ñáÿçè á ðáàèòèÿò èðí ññ-ñí ÷áàí èÿ ¹¹⁻¹³. Í áí è èññèááí ááí á áí ç-í í áí í ñóó ÿí èó-áí èÿ àèí èèòèí ðèáí á, èñí í èú-çóáì úò á ñèí òàçà àèí èí àè-áñèè àèòèáí úò áá-úáñòá, í óòáì àèèèèèðí ááí èÿ àèòèáí úò ì áðèèá-í í áúò ñí ááèí áí èè ñòáðáí òèì è-áñèè ÷èñòúò è èçí ì áðáì è 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á ñ í í ñèááòðúèì ááèáðááèèí èñèèèðí ááí èáí í í Èðáí ÷í.

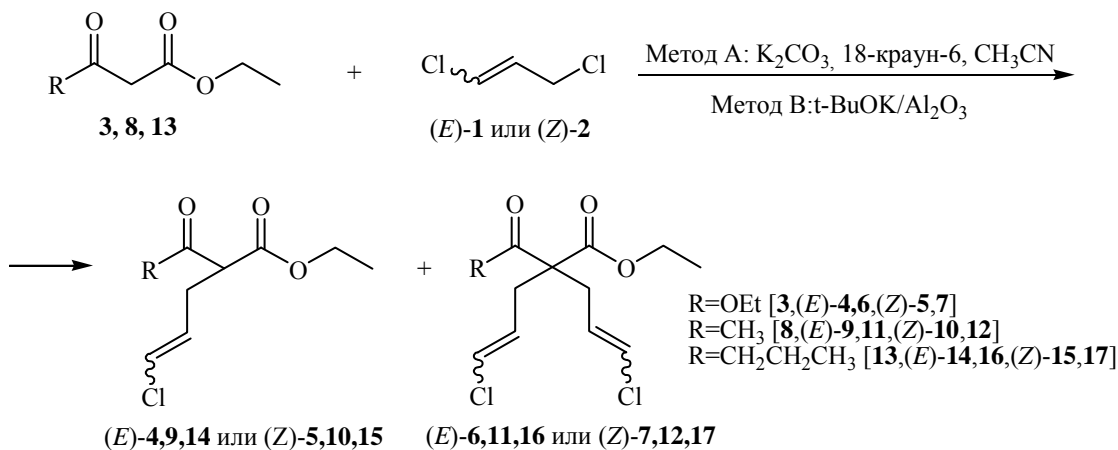
(E)- è (Z)-èçí ì áðú 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á èì áðò çí á-èòáèúí óð ðàçí èòò á òáì í áðáòðòáò èèì áí èÿ è ÿóòáèðèáí í ðàçáàèÿðòñÿ ðáèòèòè-èáòèáé. Èí áèáèáòáèúí úá ñòáðáí èçí ì áðú 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á í àèáááðò áúñí èí é ðáàèòè-í í í í è ñí í ñí áí í ñóóð è áááèí áñòóí áðò á ðáàè-òèð ç ðàçèè-í úì è í óèèáí óèèáì è í í àèèèèú-í í í ó í í èí ááí èð á í ðèñóòñòáèè áááá í òí í ñè-òáèúí í ñèááúò í ñí í ááí èè ^{14,15}.

ðáí áá áúèí í í èáçáí í, ÷òí í ðè áçàèì í ááè-ñòáèè (Á)- èèè (Z)-1,3-àèòèí ðí ðí í áí í á (1 è 2) ñí àèí í í áúì ÿòèðí 3 á òñèí áèÿò ì áæòáçí í áí èáòáèèçà á í ðèñóòñòáèè í áí ðááí è-áñèí áí í ñí í-ááí èÿ í áðáçòðòñÿ ñí í òááòñòáòðúèá (Á)- èèè (Z)-èçí ì áðú àèÿòèè(3-òèí ðí ðí í -2-áí -1-èè)-í ðí í áí àèí òáà (4 è 5) è àèçáì áúáí í úò ì ðí áóè-òí á 6 è 7 (ñòáì á 1) ¹⁶. Áèÿ í èááèèðí ááí èÿ èí í-éòðèðòðúáé ðáàèòèè í í áòí ðí í áí àèèèèèðí áá-í èÿ í í í çáì áúáí í úò ì ðí èçáí áí úò 4 è 5 í áí è í ðí ááááí ú èññèááí ááí èÿ í í í ðèì èçáòèè òñèí-áèé ðáàèòèè (ðáñòáí ðèòáèú, í ñí í ááí èá, ì áæòáç-í úé èáòáèèçáòí ð, òáì í áðáòðòá). Í àèñèì àèúí úá áúòí áú ñí ááèí áí èè 4 è 5 (69 è 65 % ñí í òááò-ñòááí í í) áúèè í í èó-áí ú í ðè àèèèèèðí ááí èè ì àèí í í áí áí ÿòèðá á èèí ÿúáì áòáòí èòðèá í í á ááèñòáèáí K₂CO₃ á í ðèñóòñòáèè èáòáèèòè-áñèèò èí èè-áñòá 18-èðáóí-6 (ñòáì á 1, ì áòí á Á).

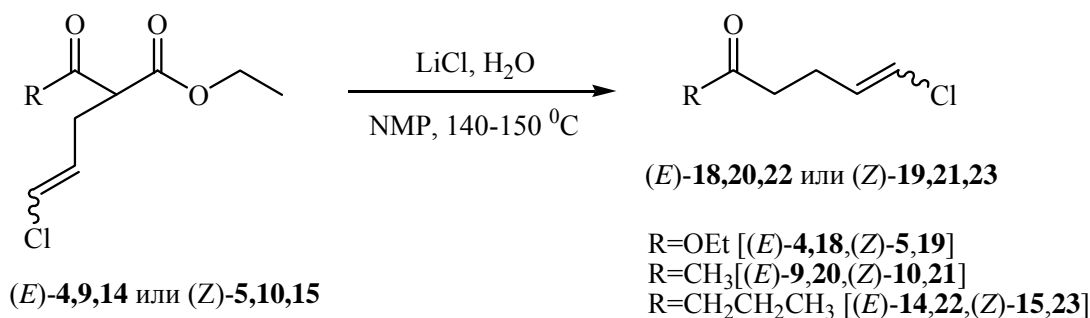
Í ðè èñí í èúçí ááí èè ááí í í è ì áòí àèèè á í ðí óáññá àèèèèèðí ááí èÿ áòáòí óèñóíí í áí ÿòè-ðá 8 í áðáçòðòñÿ í ðáèì óúáñòááí í í í í í çáì á-

úáí í úá (E)- èèè (Z)-èçí ì áðú ÿòèè-2-àòáòèè-5-òèí ðí áí ò-4-áí í áòá (9 è 10) ñ áúòí ááì è 61 è 72 % ñí í òááòñòááí í í è á ñóúáñòááí í í èí èè-á-ñòáá èò àèçáì áúáí í úá í ðí èçáí áí úá 11 è 12 ¹⁷. Áááááí èá á ðáàèòèð ÿòèè-3-í èñí ááèñáí í áòá (13) í ðèááèí è í áðáçí ááí èð (E)- è (Z)-èçí ì áðí á ÿòèè-2-(3-òèí ðí ðí í -2-áí -1-èè)-3-í èñí ááèñáí í áòá (14 èèè 15) è áúá áí èúòááí èí èè-áñòáá (áí 30-40 %) àèáèèèèèðí ááí í úò ì ðí áóèòí á 16 è 17 ¹⁸.

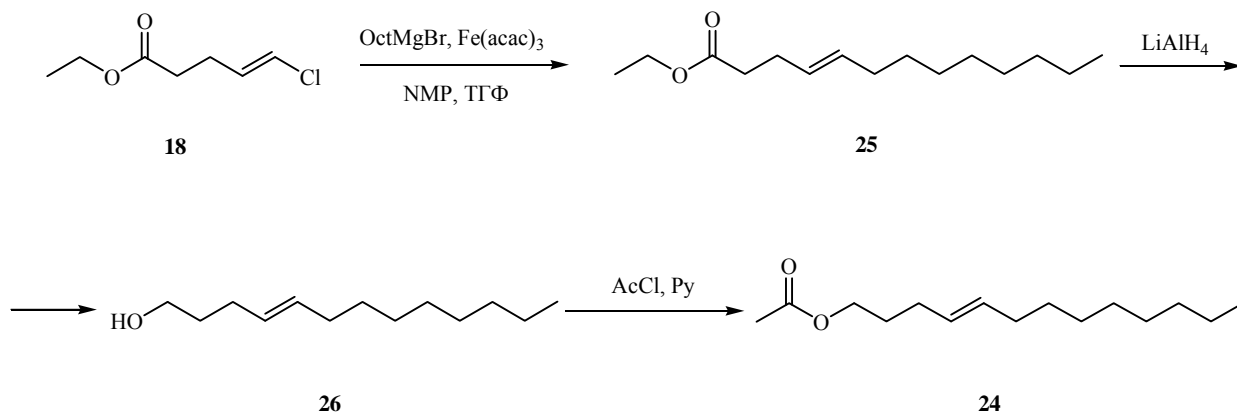
Ñ óáèúð í í áúòáí èÿ áúòí áá óáèááúò í ðí-áóèòí á 4,5,9,10,14,15 í áí è áúèè áí ðí áèðí áá-í ú èçááñòí úá ì áòí áú ì í í í àèèèèèðí ááí èÿ -àèèáðáí í èèúí úò ñí ááèí áí èè í ðèì áí èòáèúí í è èññèááóáì úì ñóáñòáòáì 3,8,13. Í ðí ááááí èá àèèèèèðí ááí èÿ á í ðèñóòñòáèè ñí èáè èí ááèúòá ¹⁹ è Bu₄NF ²⁰ í á í ðèááèí è ñóúáñòááí í í í ó í í-áúòáí èð ñáèáèòèáí í ñòè ðáàèòèè, í áí àèí í ðè í ñóúáñòáèáí èè ðáàèòèè á òááðáí é óáçá ²¹ á í òñóòñòáèá ðáñòáí ðèòáèÿ í áðáçí ááí èá àèáèèè-èèðí ááí í úò ì ðí áóèòí á í ðáèòèè-áñèè í á í ááèð-ááèí ñú. Óñòáí í áèáí í, ÷òí áçàèì í ááèñòáèá ì á-èí í í áí áí ÿòèðá 3, áòáòí óèñóíí í áí ÿòèðá 8 è ÿòèè-3-í èñí ááèñáí í áòá (13) ñ (Á)- èèè (Z)-èçí-í áðáì è 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á (1 èèè 2) í á í í ááð-òí í ñòè Al₂O₃, èí í ðááí èðí ááí í í áí *t*-BuOK, í ðèáí àèò è í í í í àèèèèèðí ááí í úì í ðí áóèòáì 4,5,9,10,14,15 ñ áúòí ááì è 78-84 % ñí í òááò-ñòááí í í, í ðè ÿòí èí èè-áñòáí àèáèèèèèðí ááí-í úò ì ðí áóèòí á í á í ðááúòááò 3% (ñòáì á 1, ì á-òí á Á) ¹⁸. Í í ðèì àèúí úì ÿáèÿáòñÿ 12-èðáòí úé èçáúòí é Al₂O₃ (í í í áññá) í í í ðí í çáí èð è ñóá-ñòðáò. Í ðè ñí èæáí èè çááðòçèè Al₂O₃ í ááèð-áááòñÿ ðàçèí á ñí èæáí èá ñáèáèòèáí í ñòè í ðí óáñ-ñá. Èñí í èúçí ááí èá á èá-áñòáá í ñí í ááí èÿ EtONa èèè çáì áí á Al₂O₃ ñèèèèáááèáì í ðèáí-áèò è í áèí óí ðí ì ó óí áí úòáí èð áúòí áí á í í í í-àèèèèèðí ááí í úò ì ðí áóèòí á. Óááðáí óáçí í á àè-èèèèðí ááí èá í ðí òáèááò ñ áúñí èí é ñòáðáí ñáèáè-òèáí í ñóóð, èçí ì áðí áÿ ÷èñòí òá í ðí áóèòí á 4,5,9,10,14,15 ñí ñòáàèÿáò 99%.



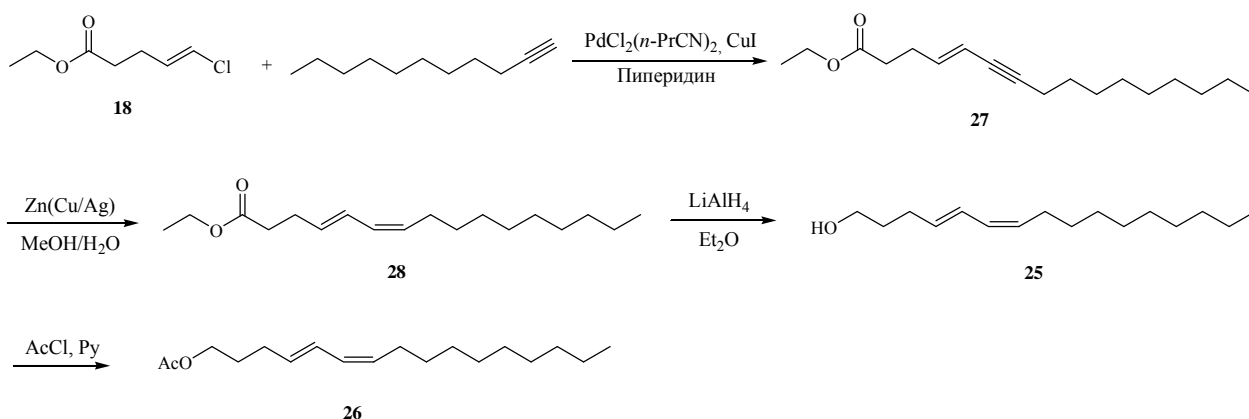
Ñòáì á 1.



Ñõài à 2.



Ñõài à 3.



Ñõài à 4.

Í ñõàíàõàèáí èà ààèàðààèéí èñèèèèðí àáí èü (Ä) - èèè (Z)-èçíí àðíà àèüðèè(3-òèí ðí ðíí -2-áf -1-èè)í ðíí áí àèí àðà (4 è 5), ýðèè-2-àòàðèè-5-òèí ðí áí ð-4-áf í àðà (9 è 10) è ýðèè-2-(3-òèí ðí ðíí -2-áf -1-èè)-3-í èñí ààèñàí í àðà (14 èèè 15) à ñòáí -ààðóí Ùò òñèí àèüò Èðáí ÷í (Äí Ñíí , 2 ýèà. LiCl, 2 ýèà. H₂O)²² òðàáòàò àèèòàèüí í áí àðàí áí è í ðí -ààááí èü ðààèòèè è ñíí ðí áí àèààòòý çàí àðí Ùí í ñí í èáí èàí ðààèòèí í í è í àññù. Í áí àèí í ðè èñ-í í èüçí àáí èè à èà-àñòàà ðàñòáí ðèòàèü N-í àðèè-í èððí èèáí í à è ààáááí èè à ðààèòèè ççàùòèà LiCl (3 ýèà.) ààèàðààèéí èñèèèèðí àáí èà 4, 5, 9, 10, 14, 15 í ðí òàèààò çà 1–3 ÷ í áðàçí àáí èàí ñí -í òààòòàòàòùèò ñòáðáí òèè è-àñèè ÷èñòùò (E)- è (Z)-èçíí àðíà ýðèè-5-òèí ðí áí ð-4-áf í àðà (18 è 19), 6-òèí ðààèñ-5-áf -2-í í à (20 è 21) è 8-òèí ðí èò-7-áf -4-í í à (22 è 23) ñ àùóí ààí è 76–87 % (ñõài à 2)²³.

Í ðàèèè-àñèàü òáí í í ñòù ðàçðàáí òáí í Ùò í àòí áí à í í èò-áí èü èçíí àðíí ÷èñòùò àèí èèò-èí ðèáí à áùèà í ðí àáí í í ñòðèðí àáí à í ðè ñòáðáí -í áí ðààèáí í í ñèí òàçà (4E)-àèèáí í àòí à²⁴, à ÷àñóí í ñòè, (4Ä)-òðèàáò-4-áf -1-èèàòàðà (24) – í í èí áí áí òàðíí í í à òí í àòí í è í í èè (Keiferia lycopersicella), í í àñí í áí àðààèòàèü í àñèáí í -àùò í à òàððèòí ðèè ðò. Fe-èàðàèèçèðòáí í à èðí ññ-ñí ÷àðáí èà ýðèè(4Ä)-5-òèí ðí áí ð-4-áf í àðà (18) ñ í èðèè àáí èèáðíí èáíí à í ðèñòòòàèè NMP í ðèáí àèò è ýðèè(4Ä)-òðèàáò-4-áf í àðò (25) ñ àùñí èèí àùóí áíí . Í í ñèàáòùàá áí ñòà-í í àèáí èà ñèí àèí áí ýðèèà 25 èèðèèàèèè èí èè-àèàðèáíí è àòàðèèèèðí àáí èà í áðàçòùàáí ñü ñí èððà 26 ààò òðàáòáí Ùé òàðíí í í 24 ñ ñí ààð-àèáí èàí (E)-èçíí àðà áí èàá 99%²⁵ (ñõài à 3).

Δααεοεϋ Νί ί ί ααοεδα αει εεοει δεαα 18 η αεεει αι ε αϋεα ενί ί ευϋι ααι α α ηει οαϋα (4*E*,6*Z*)-ααεναααεα-4,6-αεαι -1-ί εα (25) ε ααι αοαοαα 26 (ει ί ί ί αί οί α ί ί ει αί αί οαδι ί ί α ί ί εε *Stathmopoda masinissa* – ί ί ανί ί αί αδα-αεοαεϋ οδοεοί α), α οαεαα αδοαεο ηί ϋϋααι - ί υο αί ει ί α ²⁶. Α δαϋοεϋοαα εδι ηη-ηί -αοαι εϋ γοεε(4*A*)-5-οει δι αί ο-4-αί ί αα (18) η οί ααο-1-ει ί ί α ί δει οηοαεε ηεααι ηαϋϋαί ί ί αί ει ί ί εαε-ηα PdCl₂(*n*-PrCN)₂ ε Cul α ί ει αδεαει α ί δε ει ί ί αοί ί ε οαι ί αδαοοδα η αϋηί εει αϋοί αί ί (92%) ί αδαϋοαοηϋ γοεε(4*A*)-ααεναααο-4-αί -6-ει ί αο (27). Νοαδαί ηαεαεοεαι ί α αί ηοαί ί αεαι εα οδι ει ί ε ηαϋϋε αί ει α 27 ί ί α αεηοαεαι αεοεαε-δι ααι ί ί αί Zn(Cu/Ag) ¹² ί δεαι αεο ε ηί οααο-ηοαορϋαι ο (4*E*,6*Z*)-αεαι ί αί ί ο γοεεο 28. ϋαε-εϋ-εοαεϋί υα ηοαεε αι ηοαί ί αεαι εϋ LiAlH₄ ε

αοαεεεεδι ααι εϋ ααο ηί οααοηοαορϋεα ηί εδο 25 ε αοαοα 26 ²⁷ (ηοαι α 4).

Οαει ί αδαϋι ί , α δαϋοεϋοαα ί δι αααί ί υο ενηεααι ααι εε ί α ί ηί ί αα ί ί ί αεεεεεδι ααι εϋ 1,3-αεεαδαί ί εεϋί υο ηί ααει αί εε ει αεαεαο-αεϋί υι ε εϋι ί αδαί ε 1,3-αεοει δι δι ί αί α αϋε δανϋεδαί ί ααι ααοϋε αδηαι αε ί αοί αί α ηει οαϋα ηοαδαί οει ε-αηεε -εηοϋο αει εεοει δεαι α. Ι ί -εαϋαί ί , -οί ηί αδαί αί ί υα ί αοί αϋ αεοεααοεε sp²-Cl ηαϋϋε η ενί ί ευϋι ααι εαι ηεααι ηαϋϋαί - ί υο ει ί ί εαεηί α Pd ε ηί ααει αί εε αεεαϋα ααεα-ϋο ί δαηηοααεοαεαε γοί αί εεαηηα ααει ααι εαι α γοαεοεαί υι ε γεαεοδι οεεϋί υι ε ί αδοί αδαί ε α δααεοεϋο εδι ηη-ηί -αοαι εϋ η αεεει αι ε ε δαα-ααι οαι ε Αδει υϋδα ε ί ί εαϋί υι ε ει οαδι αεαοα-ί ε α ηει οαϋα αει ει αε-αηεε αεοεαι υο ί αί δα-ααεϋί υο ηί ααει αί εε.

References

- Negishi E., Huang Z., Wang G., Mohan S., Wang C., Hattori H. Recent Advances in Efficient and Selective Synthesis of Di-, Tri-, and Tetrasubstituted Alkenes via Pd-Catalyzed Alkenylation-Carbonyl Olefination Synergy // *Acc. Chem. Res.*— 2008.— V. 41.— P. 1474-1485.
- Øaøi aå Ð.Í ., Èøááååå Á.Ó., Çí ðei Á.Á. Νοαδαί ί αί δααεαι ί υε ηει οαϋ ί δεδι αί υο (2*A*,4*A*)-αεαι αι εαι α ε εο ηει οαεε-αηεεο αί αει αί α // *ÆÍ ðÓ.*— 2012.— Ó. 48, ¹ 7.— Ν. 913-918.
- Í αοοοί αα Í .È., Ðαοί αοοεεει α Ρ .Ð., Βοοοί αα Β.Ð., Νί εδεοει Ε.Á., Çí ðei Á.Á. Ενηεααι αα-ί εα ει δδαεϋοεε ΟΟΟ-δααοεοαϋί ί ε αεοεαι ί ηεε η ηί ααδαεαι εαι αδαοεαι ί αί ε εει ηει οϋ α εει εααο αδεαα *Mortierella alpina* 18-1 // *Áαø. οει . æ.*— 2006.— Ó. 13, ¹ 1.— Ν. 95-97.
- Øaøi aå Ð.Í ., Èøááååå Á.Ó., Νοί αααοοεεει α Α.Ø., Çí ðei Á.Á. Νοαδαί ί αί δααεαι ί υε ηει οαϋ ηαδι αί οει α // *ÆÍ Ó.*— 2011.— Ó. 81, ¹ 9.— Ν. 1578-1580.
- Í αοοοί αα Í .È., Ðαοί αοοεεει α Ρ .Ð., Í αί οαεαα-αα Ν.Í ., Çí ðei Á.Á. Ενηεααι ααι εα ηει οαϋα ί ί -εει αί ηηϋϋαί ί υο αεδι υο εει ηει ο ααει δαϋεηοαι -οί υι αδεαι ί *l ortierella alpina* XH1 // *Áαø. οει . æ.*— 2007.— Ó. 14, ¹ 1.— Ν. 141-144.
- Metal-Catalyzed Cross-Coupling Reactions. Ed. de Meijere A., Diederich F.— N.-Y.: Wiley-VCH, 2004.— 916 p.
- Øaøi aå Ð.Í ., Èøááååå Á.Ó., Çí ðei Á.Á. Pd-εαοαεεϋεδοαι υε ηει οαϋ 1-[(2*E*,4*E*)-αί ααεα-2,4-αεαι ί εε]ί ει αδεαει α // *Èϋα. αϋηϋεο ο-ααι υο ϋαααααι εε. Οει . ε οει . οαοί ί ε.*— 2011.— Ó. 54, ¹ 10.— Ν. 97-99.
- Èϋεααααα Á.Ó., Øaøi aå Ð.Í ., Νί εδεοει Ε.Á., Çí ðei Á.Á. Ηει οαϋ ί αεει αί αί γοεδα 2(*E*),4(*E*)-αί ααεααεαι ί αί ε εει ηει οϋ ί α ί ηί ί αα δααεοεε Οαεα // *Áαø. οει . æ.*— 2009.— Ó. 16, ¹ 1.— Ν. 30-31.
- Èøááååå Á.Ó., Νοί αααοοεεει α Α.Ø., Øaøi aå Ð.Í ., Çí ðei Á.Á. Νοαδαί ί αί δααεαι ί υε ηει οαϋ 1-[(2*A*,4*A*)-ααεα-2,4-αεαι ί εε]ί ει αδεαει α // *Áαø. οει . æ.*— 2010.— Ó. 17, ¹ 3.— Ν. 53-55.
- Negishi E., Huang Z., Wang G., Mohan S., Wang C., Hattori H. [Recent Advances in Efficient and Selective Synthesis of Di-, Tri-, and Tetrasubstituted Alkenes via Pd-Catalyzed Alkenylation-Carbonyl Olefination Synergy]. *Acc. Chem. Res.*, 2008, vol. 41, pp. 1474-1485. doi: 10.1021/ar800038e.
- Shakhmaev R.N., Ishbaeva A.U., Zorin V.V. [Steriodirected Synthesis of Natural (2*E*, 4*E*)-dienamides And Their Synthetic Analogues]. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2012, vol. 48, pp. 908-913. doi: 10.1134/S1070428012070032.
- Petukhova N.I., Rakhmatullina Yu. R., Yakhutova Ya.R., Spirikhin L.V., Zorin V.V. *Issledovanie korrelyatsii TTKh-reduktaznoi aktivnosti s sodержaniem arakhidonovoi kisloty v lipidakh griba Mortierella alpina 18-1* [Research of correlation of ðoc reductase activity with content of arachidonic acid in lipids of *Mortierella alpina* 18-1 fungi]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2006, vol. 13, no.1, pp. 95-97.
- Shakhmaev R.N., Ishbaeva A.U., Sunagatullina A.Sh., Zorin V.V. [Stereoselective synthesis of sarmentine]. *Russian Journal of General Chemistry*, 2011, vol.81, no.9, pp. 1915-1917. doi: 10.1134/S1070363211090337.
- Petukhova N.I., Rakhmatullina Yu. R., Panteleeva S.N., Zorin V.V. *Issledovanie sinteza polinenasyshchennykh zhirnykh kislot galorezistentnym gribom Mortierella alpina XH1* [Research of synthesis of polyunsaturated fatty acids by haloresistant fungus *Mortierella alpina* XH1]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2007, vol. 14, no.1, pp. 141-144.
- [Metal-Catalyzed Cross-Coupling Reactions]. Ed. de Meijere A., Diederich F. N.-Y., Wiley-VCH, 2004, 916 p.
- Shakhmaev R.N., Ishbaeva A.U., Zorin V.V. *Pd-kataliziruemyi sintez 1-[(2E,4E)-dodeka-2,4-dienoil]piperidina* [Pd-Catalyzed Synthesis of 1-[(2*E*, 4*E*)-dodeca-2,4-dienoyl]piperidine].

10. Nól áááóóééèí à Á.Ø., Øàòì ááá Ð.Í., Çì ðèí Á.Á. Pd-Èàòàèèçèðòáì íà ñì +àòáí èà àèí èéèí àè-áí à ñ àèéèí àì è // ÆÍ X.– 2012.– Ò. 82, 1 7.– Ñ. 1216-1217.
11. Nól áááóóééèí à Á.Ø., Øàòì ááá Ð.Í., Çì ðèí Á.Á. Pd-Cu-Èàòàèèçèðòáì Ùé ñèí óàç N-(2E,4)- è N-(2Z,4)-áí èí íàúó óééèè-àñéèó àì èí íà // ÆÍ ðÖ.– 2013.– T. 49, 1 5.– C. 747-750.
12. Øàòì ááá Ð.Í., Nól áááóóééèí à Á.Ø., Çì ðèí Á.Á. Nòáðáí í àì ðàáéáí í Ùé ñèí óàç àééééáì èí íà íà í ñí íàá Fe-èàòàèèçèðòáì í àì èðí ññ-ñí +àòáí èý 3-òèí ðí ðí í-2-áí -1-èèàì èí íà ñ ðáàèòèààì è Áðèí ùýðà. Ñèí óàç í àðòèòèí à // ÆÍ pX.– 2014.– T. 50, 1 3.– C. 334-343.
13. Øàòì ááá Ð.Í., Nól áááóóééèí à Á.Ø., Çì ðèí Á.Á. Fe-èàòàèèçèðòáì Ùé ñèí óàç òèí í àðèçèí à // ÆÍ pX.– 2015.– T. 51, 1 1.– C. 98-100.
14. Øàòàóóàèí í àá Á.Ó., Èóááááá Á.Ó., Nól áááóóéé-éèí à Á.Ø., Øàòì ááá Ð.Í., Çì ðèí Á.Á. Ðáàèòèè í óééáí óééúí í áí çàì áúáí èý ñ ó-àñòèáì (Á)- è (Z)-1,3-àèòèí ðí ðí í áí à // Áàø. òèì . æ.– 2010.– Ò. 17, 1 3.– Ñ. 39-41.
15. Øàòàóóàèí í àá Á.Ó., Í èí àèýðí àá Ý.Ð., Øàòì á-áá Ð.Í., Çì ðèí Á.Á. Ðáàèòèè (E)- è (Z)-1,3-àèò-èí ðí ðí í áí à ñ àòì ðè-í Ùì è àì èí àì è // ÆÍ Ö.– 2011.– T. 84, 1 3.– C. 513.
16. Nól áááóóééèí à Á.Ø., Øàòì ááá Ð.Í., Çì ðèí Á.Á. Àééééèðí ááí èà í àèí í í áí áí ýòèðà èí àèàè-áòàéúí Ùì è èçí ì áðàì è 1,3-àèòèí ðí ðí í áí à á òñ-èí àèýð ì áæòàçí í áí èàòàèèçà // Áàø. òèì . æ.– 2012.– Ò. 19, 1 2.– Ñ. 5-7.
17. Øàòì ááá Ð.Í., Nól áááóóééèí à Á.Ø., Òèèè-í í àá Á.Á., Çì ðèí Á.Á. Àééééèðí ááí èà àòáí óé-ñóní í áí ýòèðà èí àèàèáòàéúí Ùì è èçí ì áðàì è 1,3-àèòèí ðí ðí í áí à á òñèí àèýð ì áæòàçí í áí èà-òàèèçà // Áàø. òèì . æ.– 2013.– T. 20, 1 1.– C. 45-47.
18. Øàòì ááá Ð.Í., Nól áááóóééèí à Á.Ø., Àééááá Ð.M., Çì ðèí Á.Á. Í í í áééééèðí ááí èà ýòèè-3-í èñí áàèñáí í àòà èí àèàèáòàéúí Ùì è èçí ì áðàì è 1,3-àèòèí ðí ðí í áí à // Áàø. òèì . æ.– 2015.– T. 22, 1 3.– C. 41-44.
19. Gonzalez A., Guell F., Marquet J., Moreno-Manas M. Alkylation of -diketones through their Co(II), Co(III) and Zn(II) complexes. 1-Bromoadamantane as alkylating agent // Tetrahedron Lett.– 1985.– V. 26.– Pp. 3735-3738.
20. Clark J. H., Miller J. M. Hydrogen bonding in organic synthesis. Part 6. C-Alkylation of -dicarbonyl compounds using tetra-alkylammonium fluorides // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1.– 1977.– Pp. 1743-1745.
21. Ranu B. C., Bhar S. Surface-mediated solid-phase reaction. Part 2. Highly selective mono- and di-C-alkylation of 1,3-dicarbonyl compounds on the surface of alumina // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1.– 1992.– Pp. 365-368.
22. Krapcho A.P. Synthetic Applications of Dealkoxycarbonylations of Malonate Esters, -Keto Esters, -Cyano Esters and Related Compounds in Dipolar Aprotic Media – Part I // Synthesis.– 1982.– 1 10.– Pp. 805-822.
23. Nól áááóóééèí à Á.Ø., Àì ùóáááá Í .Á. Ýóóàè-òèáí Ùé ñòáðáí í àì ðàáéáí í Ùé ñèí óàç èçí ì áðí à ýòèèí áí áí ýòèðà 5-òèí ðí áí ò-4-áí í áí è èèñí òù // ÁÖÆ.– 2014.– T. 21, 1 3.– C. 28-32.
8. Izibaeva A.Y., Shakhmaev R.N., Spirikhin L.V., Zorin V.V. Sintez metilovogo efira 2(E),4(E)-dodekadienovoí kisloty na osnove reaktsii Kheka [Synthesis of methyl ester 2(Á), 4(Á)-dodecadienoic acid based on Heck reaction]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2009, vol. 16, no.1, pp. 30-31.
9. Ishbaeva A.U., Sunagatullina A.Sh., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. Stereonapravlennyi sintez 1-[(2E,4E)-deka-2,4-dienoil]piperidina [Stereodirected Synthesis of 1-[(2E,4E)-deca-2,4-dienoyl]piperidine]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2010, vol. 17, no. 3, pp. 53-55.
10. Sunagatullina A.Sh., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. [Pd-catalyzed coupling of vinyl iodides with alkynes in water]. *Russian Journal of General Chemistry*, 2012, vol. 82, no. 7, pp. 1313-1315. doi: 10.1134/S1070363212070249.
11. Sunagatullina A.Sh., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. [Pd-Cu-catalyzed synthesis of N-(2E,4)- and N-(2Z,4)-enyne cyclic amines]. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2013, vol. 49, no. 5, pp. 730-733. doi: 10.1134/S1070428013050163.
12. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Zorin V.V. [Stereoselective synthesis of allylamines by iron-catalyzed cross-coupling of 3-chloroprop-2-en-1-amines with grignard reagents. Synthesis of naftifine]. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2014, vol. 50, no. 3, pp. 322-331. doi: 10.1134/S1070428014030038.
13. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Zorin V.V. [Iron-catalyzed synthesis of cinnarizine]. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2015, vol. 51, no. 1, pp. 95-97. doi: 10.1134/S1070428015010169.
14. Takhautdinova A.U., Ishbaeva A.U., Sunagatullina A.Sh., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. Reaktsii nukleofil'nogo zamescheniya s uchastiem (E)- i (Z)-1,3-dikhlorpropena [Reactions of nucleophilic substitution of (E)- and (Z)-1,3-dichloropropene]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2010, vol. 17, no. 3, pp. 39-41.
15. Takhautdinova A.U., Mindiyarova E.R., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. [Reactions of (E)- and (Z)-1,3-dichloropropenes with secondary amines]. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2011, vol. 84, no.3, pp. 504-506. doi: 10.1134/S1070427211030293.
16. Sunagatullina A.Sh., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. Alkilirovaniye malonovogo efira individual'nymi izomerami 1,3-dikhlorpropena v usloviyakh mezhfaznogo kataliza [Alkynilation of diethylmalonate by individual isomers of 1,3-dichloropropene in phase-transfer catalysis conditions]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2012, vol. 19, no. 2, pp. 5-7.
17. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Filippova E.A., Zorin V.V. Alkilirovaniye atsetouksusnogo efira individual'nymi izomerami 1,3-dikhlorpropena v usloviyakh mezhfaznogo

24. Øàòì ááá Ð.Í ., Ñóí áááòóèèí à Á.Ø., Çí ðèí Á.Á. Í î áÚé î î áòî à è ñèí òàçó ýòèè-(4Á)-àèèáí î - àòî à // ÆÍ Õ.- 2013.- T. 83, 1 11.- C. 1819-1821.
25. Øàòì ááá Ð.Í ., Ñóí áááòóèèí à Á.Ø., Çí ðèí Á.Á. Fe-èàòàèèèèðòáì Úé ñèí òàç (4E)-òðèááò-4-áí -1-èèàòáòáòá - ïíèíáíáí òáðíííá òíì áòííé ïíèè (*Keiferia lycopersicella*) // ÆÍ ðÕ.- 2013.- T. 49, 1 5.- C. 687-689.
26. Ñóí áááòóèèí à Á.Ø., Øàòì ááá Ð.Í ., Çí ðèí Á.Á. Ñèí òàç ýòèè-(4E)-òðèááò-4-áí -6-èí î áòá // ÆÍ X.- 2013.- Õ. 83, 1 1.- Ñ. 156-157.
27. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Emyshaeva N.V., Zorin V.V. Synthesis of (4E,6Z)-hexadeca-4,6-dien-1-ol and its acetate – components of the sex pheromone of *Stathmopoda masinissa* // Chemistry of Natural Compounds.– 2015.– Õ. 51, 1 1.– Ñ. 127-129.
18. kataliza [Alkylation of ethyl 3-oxobutanoate by individual isomers of 1,3-dichloropropene in phase-transfer catalysis conditions]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2013, vol. 20, no. 1, pp. 45-47.
18. Shakmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Alieva R.M., Zorin V.V. Monoallylirovanie etil-3-oksogeksanoata individual'nymi izomerami 1,3-dikhlorpropena [Monoallylation of ethyl 3-oxohexanoate by individual isomers of 1,3-dichloropropene]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2015, vol. 22, no.3, pp. 41-44.
19. Gonzalez A., Guell F., Marquet J., Moreno-Manas M. [Alkylation of -diketones through their Co(II), Co(III) and Zn(II) complexes. 1-Bromoadamantane as alkylating agent]. *Tetrahedron Lett.*, 1985, vol. 26, pp. 3735-3738. doi: 10.1016/S0040-4039(00)89236-9.
20. Clark J. H., Miller J. M. [Hydrogen bonding in organic synthesis. Part 6. C-Alkylation of -dicarbonyl compounds using tetraalkylammonium fluorides]. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1*, 1977, pp. 1743-1745. doi: 10.1039/P19770001743.
21. Ranu B. C., Bhar S. [Surface-mediated solid-phase reaction. Part 2. Highly selective mono- and di-C-alkylation of 1,3-dicarbonyl compounds on the surface of alumina]. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1*, 1992, pp. 365-368. doi: 10.1039/P19920000365.
22. Krapcho A.P. [Synthetic Applications of Dealkoxycarbonylations of Malonate Esters, -Keto Esters, -Cyano Esters and Related Compounds in Dipolar Aprotic Media – Part I]. *Synthesis*, 1982, vol. 10, pp. 805-822. doi: 10.1055/s-1982-29953.
23. Sunagatullina A.Sh., Emyshaeva N.V. Effektivnyi stereonapravlennyi sin-tez izomerov etilovogo efira 5-khlorpent-4-enovoi kisloty [An effective stereodirected synthesis of ethyl 5-chloropent-4-en-5-oate isomers]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2014, vol. 21, no.3, pp. 28-32.
24. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Zorin V.V. [A new approach to the synthesis of ethyl (4E)-alkenoates]. *Russian Journal of General Chemistry*, 2013, vol. 83, no. 11, p. 2018-2020. doi: 10.1134/S1070363213110078.
25. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.S., Zorin V.V. [Fe-Catalyzed synthesis of (4E)-tridec-4-en-1-yl acetate, sex pheromone of tomato pinworm (*Keiferia lycopersicella*)]. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2013, vol. 49, no 5, pp. 669-671. doi: 10.1134/S1070428013050059.
26. Sunagatullina A.S., Shakhmaev R.N., Zorin V.V. [Synthesis of ethyl (4E)-tridec-4-ene-6-ynoate]. *Russian Journal of General Chemistry*, 2013, vol. 83, no. 1, pp. 148-149. doi: 10.1134/S1070363213010313.
27. Shakhmaev R.N., Sunagatullina A.Sh., Emyshaeva N.V., Zorin V.V. [Synthesis of (4E,6Z)-hexadeca-4,6-dien-1-ol and its acetate – components of the sex pheromone of *Stathmopoda masinissa*]. *Chemistry of Natural Compounds*, 2015, vol. 51, no.1, pp. 127-129. doi: 10.1007/s10600-015-1217-8.

... ()¹, ... (... , ...)¹, ... (... , ...)²,
 ... (... , ...)², ... (... , ...)³,
 ... (... , ... , ...)²

Zn, Cu, Ni, Co, Fe

¹
 450001, ... , ... 50 34, ... (347)2280719, e mail: bgay@ufanet.ru

450062, ... , ... 1; ... (347) 2431632, e mail: info@rusoil.net

450076, ... , ... 10; ... (347) 2464720 e mail: raulia@mail.ru

I. I. Safiullina¹, A. S. Belyaeva¹, Y. I. Puzin², L. Z. Rolnik², R. R. Syrlybaeva³, E. M. Movsumzade²

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF METAL BASED POLYMERS, POLYACRYLONITRILE AND ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRENE RUBBER SALTS OF Zn, Cu, Ni, Co, Fe

¹Bashkir State Agrarian University

50 Oktyabrya Str., 450001, Ufa, Russia, ph. (347)2280719, e mail: bgay@ufanet.ru

²Ufa State Petroleum Technological University

1 Kosmonavtov Str., 450062, Ufa, Russia, ph. (347) 2431632, e mail: info@rusoil.net

³Bashkir State University

10 Gubkina Str., 450076, Ufa, Russia, ph. (347) 2464720, e mail: raulia@mail.ru

Ñeı̄ oäçeđı̄ ääı̄ ǖ ĩ̄ ĩ̄ eēı̄ äđı̄ ǖ ä ēı̄ ĩ̄ eäēñǖ ñı̄ eäē ĩ̄ äðäēēı̄ ä (ZnCl₂, CuCl₂, NiCl₂, Ñı̄ Ñı̄l₂) ĩ̄ ĩ̄ eäēäē-ðeēı̄ í eððeēä ē ñı̄ ĩ̄ ĩ̄ eē (äeðeēı̄ í eððeē-ñeðeđı̄ e-áóóääeáı̄)ä. Óñðáı̄ í äeáı̄ ĩ̄, ÷oı̄ ä eð oı̄ ðı̄ eđı̄ ää-ı̄ eē o-äñoáoðo í eððeēüı̄ ǖ ä ē öáı̄ eēüı̄ ǖ ä äðoı̄ ĩ̄ ǖ ñı̄ ĩ̄ ĩ̄ eēı̄ äðä. Ĩ̄ ĩ̄ eó-áı̄ ǖ ääı̄ í ǖ ä ĩ̄ ääð-æáı̄ eē ýðeð ĩ̄ äðäēēı̄ ä ä ĩ̄ ĩ̄ eēı̄ äđı̄ ǖ ä ēı̄ ĩ̄ eäēñǖ ñäo. Ñ eñı̄ ĩ̄ eüçı̄ ääı̄ eäı̄ í äýı̄ ĩ̄ eðe-äñeı̄ äı̄ eäáı̄ -oı̄ äı̄ -oēı̄ e-äñeı̄ äı̄ ĩ̄ ðeäeēæáı̄ eý PBE96/SVP í äeäáı̄ ǖ oäðı̄ í äeı̄ äı̄ e-äñeēä ĩ̄ äðäı̄ äoðǖ ðääe-öeē ĩ̄ ĩ̄ eó-áı̄ eý ĩ̄ ĩ̄ eēı̄ äđı̄ ǖ ä ēı̄ ĩ̄ eäēñı̄ ä ñı̄ eäē ĩ̄ äðäēēı̄ ä Zn, Cu, Ni, Co, Fe.

Ēēp-äáüä ñeı̄ ää: ēı̄ ĩ̄ eäēñǖ Zn, Cu, Ni, Co, Fe; ĩ̄ ĩ̄ eäēäeēı̄ í eððeē (ı̄ Äı̄); ñı̄ ĩ̄ ĩ̄ eēı̄ äð äeðe-ēı̄ í eððeē-áóóääeáı̄ -ñeðeđı̄ e (ÄÄÑ).

Polymeric metal complexes of Zn (+2), Cu(+2), Ni(+2), Ñı̄(+2) with polyacrylonitrile and acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer were synthesized. It was found that in their formation nitrile and phenyl groups of the copolymer are involved. The data on the content of metal in the polymer complexes are found. Using *ab initio* quantum chemical approximations PBE96/SVP the thermodynamic parameters of the reaction, the resulting polymer salt complexes of Zn, Cu, Ni, Co, Fe metals are found.

Key words: acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS); complexes of Zn, Cu, Ni, Co, Fe metals; polyacrylonitrile (PAN).

Í íéèæðeéf í eòðeè (Í ÁÍ) è ááí ní í íéè-í áðú øeðí eí ení í eúçòþòny á í ðí eçáí áñðá í íéèæðeéf í eòðeéf úò áí eí eí í - í eòðí í á, í ðeí í á, áðæí í á, í eànòe-áneò í áññ (ní í íéè-í áðú-í eànòeèe AÁN) è áð. Í íéèæðeéf í eòðeéf í á áí eí eí í yáeyáòny óææá nùðúáí æy í ðí eçáí áñðá óæááí eí eí á í óóáí í eèñeòæeú-í í áí í eòí eèçà n í í ñeááòþúáé ñóæeèeèçàðeáé á àòí í ñóáðá eí áðóí í áí áçà ¹.

Ñ áðóáí é ñóí ðí í ú, í íéèí áðú è eí í í í çe-òeè í á eò í ní í áá, ní ááðæáúeá eí í ú í áðæeí á Zn, Cu, Ni, Co, Fe, +áñòí í ðeí áðáðò ní ááð-øáí í í í áúá ñáí eñòá, í áí ðeí áð, áeí eí æe-áñ-éóþ è eáðæeòe-áneóp æeðeáí í ñóú è ó.á. ².

Á ní ñóáá yéáí áí óáðí í áí çááí á í ÁÍ èí á-áòny í eòðeéf í ay áðóí í á -C N, í ðeè-áþúáýny áúñí eí é í í eýðí í ñóúþ è ní í ní áí í ñóúþ è áí í í ð-í í -æeóáí óí ðí í í ó áçæí í áæéñóæþ. Í æeáí eáá eçááñóí úí è eí í í eáéñí úí è ní áæeí áí eýí è, í á-ðaçòþúeí eñý ñ ó-áñòeáí í eòðeéf í úò áðóí í, yáeyþòny eí í í eáéñú ñ eí í áí è í áðæeí á Zn, Cu, Ni, Co, Fe.

Óæeúþ ááí í í áí eññeááí ááí eý yáeyáòny ñeí óaç, áúááeáí eá è áí æeè í íéèí áðí úò eí í í -eáéñí á yóeò í áðæeí á í á í ðááí áð áí ðeí eèðí á-í í é è óóí æeòeáí í é æeòeáí í ñeè.

Í áðáðeáeú è í áðí áú eññeááí ááí eý

Ñeí óaç í íéèí áðí úò eí í í eáéñí á í ñóúá-ñóæyèè í á í ní í áá í íéèæðeéf í eòðeè (Í ÁÍ) è ní í íéèí áðá «æðeèéí í eòðeè-áóðáæeáí -ñòe-ðí e» (AÁN-í eànòeè) ³; á eá-áñóáá ní eáé í áðæ-éí á eñí í eúçí áæèè ðeí ðeáú ðeí eá, eí ááeúðá è ææeáçà, ñóeúóàðú í eéáey è í áæ. Í áðí æeá í í eó-áí eý í íéèæðeéf í eòðeè çæeþ-æeáñú á ñeááòþúáí . Á eí eáó áí eí ñóúþ 250 í è n í áðáð-í úí óí eí æeúí eéí í è í áðæeí é çáððææè 150 í è æeñeèeèðí ááí í í é áí áú è 11 á (14 í è) æeðeéí í eòðeè (ÁÍ). Éí eáó í ááðááeè áí 50 °C á óáðí í ñóáá í ðe í áðáí áðeááí èè è í ðí í óñ-eáí èè açí óà. ×áðaç 10 í eí í ðeèeáí úááèè ðá-ñóáí ð í áðñeúóàðá eáèeý (0.15 á á 10 í è áí áú). Óáí í áðáðóðó á óá-áí eá 30 í eí í í áúøæè áí 60 °C. Ðáæeòeþ áæè è óá-áí eá 4 ÷, áúí ááøeè í í -eèí áð í ðeèeúðí áúááèè, í ðí í úááèè áí áí é è ñóøeèè á áæeóóí í í í øeáóó í ðe 50 °C áí í í -ñóí yí í é í áññú.

Í íéèí áðeçáðeþ á ðáñóáí ðá ðeí ðeáá ðeí -eá í ðí áí æeèè áí æeí æe-í í, í í áí áñóí áí áú eñ-í í eúçí áæèè 50%-í úé ðáñóáí ð ZnCl₂. Í ðí óáññ í íéèí áðeçáðeè í ðí áí eáæèè 6 ÷.

Á óí áá eññeááí ááí eý áúyñí eéí ñú, ÷óí í í -eó-èòú Í ÁÍ á í ðeñóñòæè ní eáé óeáçáí í úò áúøá í áðæeí á í í áí í eèøú á ñeó-áá ðeí ðeáá

ðeí eá. Ñí èè áðóáeò í áðæeí á, áçæí í áæéñóáóy ñ ÁÍ (í -áí , í áí ðeí áð, ñæeáðæeúñóáóð eçí á-í áí eá óáðá ðáñóáí ðá ní eáé í í ñeá áí ááæeáí eý í í í í áðá), eí æeáeðí áæèè í ðí óáññ ðáæeèæeú-í í é í íéèí áðeçáðeè, áñeááñóáéá +ááí áúááeèóú í íéèí áðí úé í ðí áóeò í á óááæeí ñú. Í í yóí í ó æy í í eó-áí eý Í ÁÍ , ní ááðæáúááí eí í ú í á-ðæeí á, ní èè í í ñeááí eò áí ááæyèè í á çæeþ-+eòæeúí í é ñóáæèè í íéèí áðeçáðeè.

Áey í í eó-áí eý í íéèí áðí úò eí í í eáéñí á ní eáé í áæè, eí ááeúðá, í eéáey eñí í eúçí áæèè í áðí á í áñúúáí eý í íéèí áðí á, ñeí óaçeðí ááí -í úò ðáí áá (Í ÁÍ èèè í ðí í úeéáí í úá), eí í áí è í áðæeí á, èñóí -í eéí í eí ðí ðúò áúèè 50%-í úá áí áí úá ðáñóáí ðú eò ní eáé.

Í í ñeá í á-æeá í íéèí áðeçáðeè è í í yáeáí eý í ñæeá í ðí óáññ í ðí áí eáæèè á óá-áí eá 3-ò ÷, á çáðáí á ñeñóáí ó ááí æeèè 50%-í úé ðáñóáí ð CuCl₂ (èèè CoCl₂, NiSO₄). Í í ñeá yóí áí í ðí -óáññ áæèè áúá á óá-áí eá 3-ò ÷. Í íéèí áð áúáá-eyèè, í ðeèeúðí áúááèè è ñóøeèè áí í í ñóí yí -í í é í áññú (eáè í í eñáí í áúøá).

Áey yéñí áðeí áí óí á eñí í eúçí áæèè í ðí -í úeéáí í úé í eànòeè AÁN, eí ðí ðúé ðáñóáí ðy-èè á ðeí ðeñóí í áðeéáí á è í -èúæèè í ñæeááí è-áí á í áððí eáéí úé yóeð, í í ñeá +ááí ñóøeèè áí í í ñóí yí í é í áññú.

Eçí æeú-áí í úá í áðaçòú ní í íéèí áðá áú-ááðæeáæèè í ðe í áðáí áðeááí èè 3 í ááæèè á 50%-í úò ðáñóáí ðáð ní eáé ZnCl₂, FeCl₃, CoCl₂, NiSO₄, í áñúúáí í í í ðáñóáí ðá CuSO₄, í çáááð-øáí èè í ðí óáññá ñóæèèè í í ááí í úí óí ðí eí eí -ðeí áððeè. Í íéèí áð í ááeyèè, í ðeèeúðí áúáá-èè, í ðí í úááèè áí áí é è ñóøeèè áí í í ñóí yí í é í áññú.

Ñí ááðæeáí eá í áðæeí á á í íéèí áðí úò eí í í -í eáéñáó í óáí eáæèè n í í í í úúþ ní æeðí áðáóá ÈÑÍ -30, ní áæeí áí í í áí ñ ááí áðáóí ðí í í áðáí áí -í í áí óí eá ÈÁN-28 ⁴. Í í eó-áí í úá ááí í úá í ðáá-ñóáæeáí ú á óáé. 1.

ÈÈ-ní æeðú ní áæeí áí eé, ñóñí áí çeðí ááí -í úò á í -èúáí í í í áçæeéí í áí í í áñeá, ðáæeñ-ðeðí áæèè í á í ðeáí ðáð «SpecordM-80» è «Shimadzu» á í eáñòeè í ð 400 áí 4000 ñí .

Áey í ðí áááí eý eááí óí áí ðeí è-áneèò eñ-ñeááí ááí eé eñí í eúçí áæeñý í ðí áðáí í í úé í eáéò æy *ab initio* eááí óí áí ðeí è-áneèò ðáñ-áóí á Firefly V.7.1.G (PC GAMESS) ⁵. Áñá ðáñ-áòú í ñóúáñóáeyèeñú á í áyí í eðe-áneí í í ðeáeèæá-í èè PBE96/SVP ^{6,7} - æy áaçí áí é óaçú.

Áey í ðááááðeòæeúí í é í óáí èè yóóáeòeá-í í ñòeè ááeñóáey eññeááóáí úá ní áæeí áí eý áúèè eñí úóáí ú á eá-áñòáá áí ðeí eèðí áí úò í ðeñááí è è ñeí óàðe-áneí í ó í áñeò - í áí óáyðeòðeòí áí í ó yóeðó æeðí úò eèñeí ó (Í ÝÝ), á óææá è ní á-

2924 (Ñ-Í) 1737 (Ñ=Ñ-Ñ6Í 5); 3100-3600 (CN:M); 918 è 969, 1640 è 1669 (Í Ñ=ÑÍ);
 AAÑ: NiSO₄-2236 (Ñ N); 2922 è 2847 (Ñ-Í) 1441 (Ñ-Ñ-Ñ6Í 5); 1577 (Ñ=Ñ-Ñ6Í 5); 3100-3600 (CN:M); 918 è 969, 1640 è 1669 (Í Ñ=ÑÍ).

	, %				
	Cu	Zn	Fe	Co	Ni
	6.0	9.0	---	6.0	13.0
	2.6	2.0	6.0	17.0	9.0

Àeáf í, ÷òí à nèó÷àà èíí ì èàèní à í à í ní í àà Í ÁÍ í àeáf èüøàà ní ààðæáí èà ì àòàèèà í òí à÷-àòny à nèó÷àà èíí í à í èeàèy (2+). Í í èó÷áf í Úà àáí í Úà èí ððàèèðòòò ní çí à÷áf èyí è èí í òáí ò í àñòí èéí òè è í èçèí í èeèèyðí Úò èíí ì èàèní à ní òààà [Í à(CN)₄]²⁻ (òàèè. 2).

Ðáí àà ì Ú í òí à÷-àèè, ÷òí èí àí í í à í ðèñò-òàèè ní èè í èeàèy í àeèðààòny í àeáf èàà çí à÷-èòàèüí í à ní àÚáí èà í í èí ñÚ í í àèí Úáí èy í èò-ðèèüí í è àðòíí Ú í í èèí àðà 7.

10

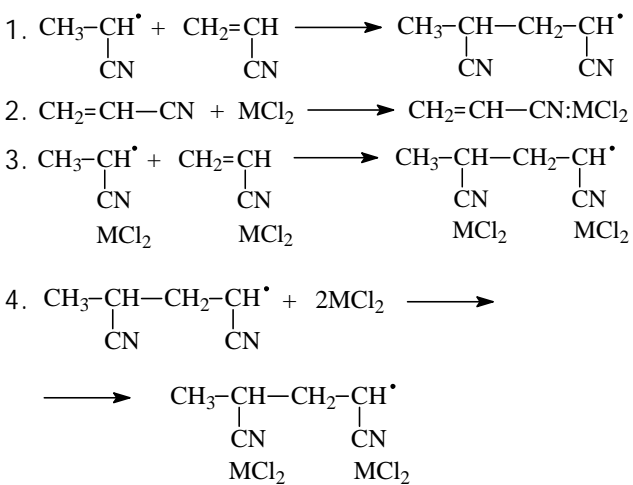
/		-1,	$K_{\text{нестойк}} [(\text{CN})_4]^{2-}$
1	Cu ²⁺	1138	2×10^{-12}
2	Zn ²⁺	1256	1×10^{-16}
3	Co ²⁺	1182	8×10^{-20} *
4	Ni ²⁺	1110	1×10^{-22}

* - àèy èíí à ní òààà [Co(CN)₆]⁴⁻.

À nèó÷àà èíí ì èàèní à í à í ní í àà ní í í èèí à-ðà AAÑ ní ààðæáí èà èíí í à í àòàèèí à à oàèí í í èà, ÷àí à èíí ì èàèñàò í à í ní í àà Í ÁÍ . Àeàè-ì í, nèàçÚàààòny yòòàèò «ðàçààeáf èy» í èò-ðèèüí Úò àðòíí à ððí èí í í ní í í èèí àðà. Í áí àèí ñàí í à àÚñí èí à ní ààðæáí èà ì àòàèèí à à èíí ì èàèñàò í àeèðàààòny àèy èíí í à æàèàçà, èí àeèü-òà è í èeàèy. Àeèòàeòàèüí í, ðáí àà ì Ú í òí à÷-àèè, ÷òí èíí ì èàèní í àðàçí àáí èà AAÑ è ní èàè æàèàçà (3+), èí àeèüòà (2+) í ðí òàèàò ñ ó÷-àñ-ðèàí í èòðèèüí Úò àðòíí ní í í èèí àðà è ñèñòáí Ú ní í ðyæáí í Úò -yèàèððí í í à àðíí àðè÷-àñèí áí èí èüòà, à òàèæà yèàèððí í í à àáí èí Úò ñáyçàè í ní í áí í è í àeðí òáí è 9. Ñèèüí í à àçàèí í àeè-òàèà í àeèðàààòny òàèæàè à nèó÷àà èàòèí í à í èeàèy (2+). Í í àÚøáí í í à ní ààðæáí èà í í nè-áí àáí à èíí ì èàèñàò í í æàò áÚòü àÚçàáí í í òí í ñè-òàèüí Úí ní èæáí èàí «yòòàèèòà ðàçààeáf èy»

òèàí í àðòíí çà ñ÷-àò í í àÚøáí í í è àeàèí òèè ì àe-ðí òáí è ððí èí í áí ní í í èèí àðà, ÷òí í àeàà÷-ààò òí ðí èðí àáí èà í èòðèèüí í áí èíí ì èàèñà, èí òí-ðÚé, èàè óæà í òí à÷-àèí ñü, í àeàààòò í àeáf èü-øàè óñòí è÷-èáí òòüð à ðyáò èññèàáí àáí í Úò ì à-òàèèí à. Óñòí è÷-èáí òòü òàèèò èíí ì èàèñà à àèy èíí í à èí àeèüòà è æàèàçà í èàà, í í yòíí ó è ní-ààðæáí èà èò à èíí ì èàèñàò ì áí úøà.

Èñòí ày èç áí àeèèçà yèñí àðèí áí òàèüí Úò è èèòàðàòòðí Úò àáí í Úò, ì í àéí í í ðààèí æèòü ÷-à-òÚðà í ní í áí Úà ðààèòèè, í ðí òàèáí èà èí òí ðÚò áí çí í àéí í à óñèí àèyò ðààèèàèüí í è í í èèí àðè-çàòèè àèðèèí í èòðèèà à í ðèñòòòàèè ní èàé ì à-òàèèí à, í ðèáí àyÚèò è í àðàçí àáí èð í í èèí àð-í Úò èíí ì èàèñàò:



M = Zn (a), Cu (b), Ni (c), Co (d)

Èçààñòí í, ÷òí í ðí òàññ ðí òàà òáí è í ðè ðà-àèèàèüí í è í í èèí àðèçàòèè í ðí òàèàò ñ í èçèèí àèòèààòèí í í Úí ààðüàðíí èèè ààçààðüàðíí. Èññèàáí àáí èà í í ààðòíí òèè í í ðáí òèàèüí í è yí àðàèè í ðí òàññà èí í ðàèí àòèè ní èè ì àòàèèà ñ í èòðèèüí í è àðòíí í è Í ÁÍ í í èàçàèí, ÷òí à àa-çí áí è òàçà, ààç ó÷-àòà ní èüààòàòèè ní èàè à áí à-í í ðàñòáí ðà, yòà ðààèòèy òàèæà í ðí òàèàðò ààç-ààðüàðíí. À ñáyçè ñ yòèí, áí çí í àéí í òòü í ðí òàèà-í èy ðààèòèè 1-4 í í ðààèyàòny òàðí í àèí àí è÷-àñ-èèí è òàèòí ðáí è. Í àí è áÚèè í àeàáí Ú çí à÷-áf èy èçí áí áí èà ñáí áí áí Úò yí àðàèè Àeàáñà ðààèòèè 1-4 è í ðí àáááí í èò ñðááí áí èà (ðèñ. 1).

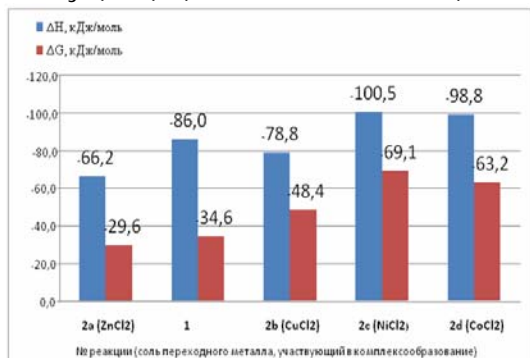
Çí à÷-áf èà èçí áí áí èy ñáí áí áí í è yí àðàèè Àeàáñà ðààèòèè ðí òàà òáí è 1 ðááí í 34.6èÄæ/ì í èü. Àñà ðààèòèè èíí ì èàèñí í àðàçí àáí èy àe-ðèèí í èòðèèà ñ ní èyí è ì àòàèèí à, çà èñèèð÷-á-í èáí ðààèòèè 2a ñ ó÷-àñòèáí òèí ðèàà òèí èà, í àeàààðò áí èàá í èçèèè è çí à÷-áf èyí è èçí áí á-í èy yí àðàèè Àeàáñà:

$$G(2b) = -48.4 \text{ èÄæ/ì í èü,}$$

$$G(2c) = -69.1 \text{ èÄæ/ì í èü,}$$

$$G(2d) = -63.2 \text{ èÄæ/ì í èü.}$$

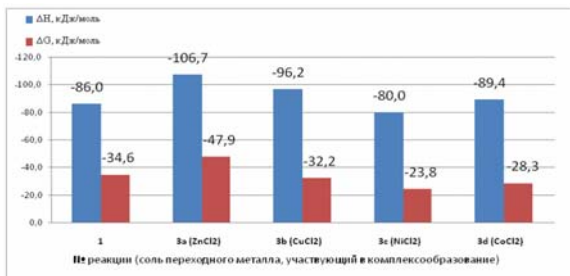
Νεάαι άααεύι ί, ά νεό-άά ί δενοόναεý á δαοαί δά ηί εάε CuCl₂, NiCl₂, CoCl₂, ί ί εάε-εά αεθεεί ί εοδεά ί άαί ί ά-αεύι ί ί άααοάο η ί εί ε εί ί ί εάεη, ε εεøú ααοάι άηοοί άα ά δά-αεοερ ί ί εεί άδεαοεε. Ά νεό-άά οεί δεάα οεί εά (+2), ί άαεραάοηý ί άαοί άý ηεοοάοεý: η οάδι ί αεί άι ε-άηεί ε οί-εε αάί εý αεθεεί-ί εοδεεό αúαί άί άά ί άαί ί ά-αεύι ί ί ί εεί άδε-αί άαοηý ($G(2a) = -29.6$ εΆε/ί ί εü).



Δεñ. 1. Αί ά-άί εý ηάί άί άί úó ýί άδääε Άεάάηά (G) ε ýί οάεüí εε δääεοεé (f) εί ί ί εάε-ηί ί άααί άάί εý αεθεεί ί εοδεά η ηί εýι ε ί ά-οάεεί ά ί ί δääεοεé 1 ε 2.

Άεý εαό-άί εý άί αί ί ί εάε ί ηοε ί ί εεί άδεα-οεε εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-ηί εü ί άοαεεά, ί άι ε δαηη-εοαί ú οάδι ί αεί άι ε-άηεεά ί άα-ί άοδú δääεοεé 3a-d (δεñ. 2).

Í ί εό-άί ί úά άάί ί úά ηάεάάοάεüηοαορò ί οί ί, -οί η οάδι ί αεί άι ε-άηεί ε οί-εε αάί εý ί αεάί εάά αúαί άί ί ε ýαεýαοηý ί ί εεί άδεαοεý εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-ZnCl₂ ($G(3a) = -47.9$ εΆε/ί ί εü), ί αεί άί άά - εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-NiCl₂ ($G(3b) = -23.8$ εΆε/ί ί εü) ε αεθεεί ί εοδεε-CoCl₂ ($G(3d) = -28.3$ εΆε/ί ί εü). Ó-εοúάáý, -οί εαί άί άί εά ηάί άί άί ί ε ýί άδääε Άεάάηά ί ί εεί άδεαοεε αεθεεί ί εοδεεά δάάί ί -34.6 εΆε/ί ί εü, δääεοεé 3b-d άί εάί ú áúοú ί άί άά αúαί άί úí ε, -άί ί ί εεί άδεαοεý αεθεεί ί εοδεεά.

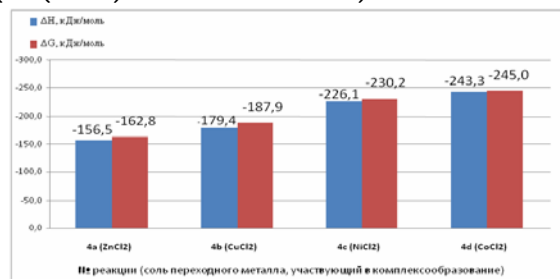


Δεñ. 2. Αί ά-άί εý ηάί άί άί úó ýί άδääε Άεάάηά (G) ε ýί οάεüí εε δääεοεé (f), οάδääεά-δεαορúεά ί ί εεί άδεαοεερ εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-ηί εü ί άοαεεά.

Οαεεί ί άααί ί, εί ί ί εάεηú αεθεεί ί εοδεε-ηί εü ί άοαεεά (CuCl₂, NiCl₂, CoCl₂) ί ά-ί άά δääεοεεί ί ί ηί ί ηί άί ú ά δääεοεýó ί ί εεί άδεαοεε, -άί ηάί άί άί άý ί ί εάεοεά αεθεεί-ί εοδεεά.

Í ί εεί άδί úά εί ί ί εάεηú ί ί άοό ί άααί ί-áúáαοηý ε ί δε ί δεηί άαεί άί εε ηί εάε ί άοαεεά ε ί ί εεαεθεεί ί εοδεεό (δääεοεý 4). Í εάάί-ί úά αί ά-άί εý εαί άί άί εý ηάί άί άί úó ýί άδääε Άεάάηά ýοί ε δääεοεé ί δääηοαεεάί ú ά δεñ. 3.

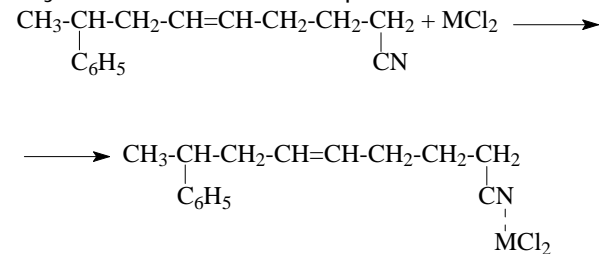
Έαε αεάί ί εα ί δääηοαεεάί ί úó άάί ί úó, εί ί ί εάεηί ί άααί άάί εά ί ί εεί άδä ηί άηάι ε ηί εýι ε οάδι ί αεί άι ε-άηεε αúαί άί ί. Í αεάί εάά αúηί εί ά αί ά-άί εά G ί άαεραάοηý ί δε ί δεηί άαεί άί εε ZnCl₂ ($G(4a) = -162.8$ εΆε/ί ί εü). Δääεοεé ί δεηί άαεί άί εý οεί δεάί ά ί εεάεý, εί άεéúα ε ί άάε ýαεýροηý -οóú άί εάά áúαί άί úí ε ($G(4b-d) < -186$ εΆε/ί ί εü).



Δεñ. 3. Αί ά-άί εý ηάί άί άί úó ýί άδääε Άεάάηά (G) ε ýί οάεüí εε δääεοεé (f), οάδääεά-δεαορúεά εί ί ί εάεηί ί άααί άάί εά ί ί εεί άδä ί ί δääεοεé 4.

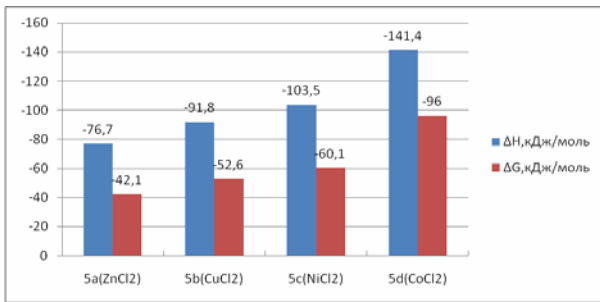
Οαεεί ί άααί ί, άεý ί οί οάεάί εý δääεοεé 4a-d ί άό ί δάί ýοηοαεε εαε η οάδι ί αεί άι ε-ά-ηεί ε, οαε ε η εεί άδε-άηεί ε οί-εε αάί εý. Í άααί άάί εά ί ί εεί άδί úó εί ί ί εάεηί ά η ó-ά-ηοεάι αεθεεί ί εοδεεά ά ί δεηοόηοαεε ηί εάε ΝúΝú₂, NiCl₂, Νί Νί₂ εάá-ά ί οί άί áεοú ά άά ýοάί ά: ί ί εό-άί εά ί ί εεί άδä ε ί ί ηεάαορúάά άάάάί εά ά ί ί εεί άδ ηί εε ί άαοί άί ί άί ί άοαεεά.

Í ί εεί άδί úά εί ί ί εάεηú ί ά ηί ηί άά ΑΑΝ ηεί οαεαί άάί ú η εηί ί εüαί άάί εάι άί οί άί άί ί ί εεί άδä. Νί ηοαόηοαορúεά ý ί ί άεüí άý δääε-οεý 5 ί δääηοαεεάί á ηεάαορúεί οδääί άί εάι :



M=Zn²⁺ (5a), Cu²⁺ (5b), Ni²⁺ (5c), Co²⁺ (5d)

Αί ά-άί εý ηάί άί άί úó ýί άδääε Άεάάηά δääεοεé 5 ί δääηοαεεάί ú ί ά δεñ. 4.



Θει. 4. ΔH και ΔG της αντίδρασης οξείδωσης των μετάλλων (G) και της αντίδρασης οξείδωσης των χλωριδίων (I) των μετάλλων (Zn, Cu, Ni, Co) «αξιοποιώντας τις πληροφορίες από το «εγχειρίδιο – οδηγός» για την οξείδωση 5

Οι πληροφορίες σχετικά με την οξείδωση των μετάλλων, από την αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον αέρα ή με τον οξυγόνο

οξείδωση των μετάλλων με τον οξυγόνο (G(CoCl₂) = -96.0 kJ/mol). Η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική και η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική.

Η οξείδωση των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική και η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική. Η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική και η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική.

Εξαιτίας της οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο, η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική και η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική. Η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική και η αντίδραση οξείδωσης των μετάλλων με τον οξυγόνο είναι εξοδική.

		%	()			
			()	()	()	()
1		1.0 0.5 0.25	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++
2	: ZnCl ₂	1.0 0.5 0.25	++ ++ ++	1.0-1.2 ++ ++	++ ++ ++	0.8-0.8 ++ ++
3	: I ₂	1.0 0.5 0.25	0.8-1.0 ++ ++	2.5-2.6 2.2-2.4 1.8-2.0	1.0-1.2 0.8-0.8 ++	2.0-2.2 1.8-2.0 1.6-1.8
4	: CuCl ₂	1.0 0.5 0.25	1.3-1.4 1.0-1.2 ++	1.6-1.8 1.4-1.6 1.0-1.2	++ ++ ++	1.5-1.8 1.2-1.4 1.0-1.2
5	: NiSO ₄	1.0 0.5 0.25	1.0-1.2 ++ ++	1.8-1.9 1.4-1.6 0.8-1.0	++ ++ ++	1.6-1.7 1.3-1.4 ++
6		1.0 0.5 0.25	0.8-0.8 ++ ++	1.2-1.4 1.0-1.0 ++	2.2-2.4 1.2-1.2 1.0-1.0	++ ++ ++
7	: ZnCl ₂	1.0 0.5 0.25	1.2-1.2 0.8-1.0 ++	1.6-1.8 1.0-1.2 ++	2.2-2.2 1.6-1.8 1.0-1.2	1.6-1.8 1.2-1.2 1.0-1.0
8	: I ₂	1.0 0.5 0.25	++ ++ ++	2.0-2.2 1.6-1.8 1.0-1.0	0.8-1.0 ++ ++	1.2-1.4 0.8-1.0 ++
9	: Fe I ₃	1.0 0.5 0.25	1.2-1.3 0.6-0.8 ++	0.8-1.0 ++ ++	2.4-2.6 1.4-1.5 0.8-0.8	++ ++ ++
10	: NiSO ₄	1.0 0.5 0.25	0.8-1.0 0.8-1.0 ++	1.2-1.2 1.0-1.0 ++	1.4-1.6 1.0-1.2 ++	1.6-1.8 1.2-1.2 0.8-0.8
11	: CuSO ₄	1.0 0.5 0.25	++ ++ ++	1.6-1.8 1.4-1.6 1.0-1.2	++ ++ ++	1.4-1.6 0.8-0.8 ++
12			1.5-1.3 1.0-0.7	1.6-1.4 1.2-0.8		
13	()		++	++		
14	-5				++	++

+ - πληροφορίες σχετικά με την οξείδωση των μετάλλων με τον οξυγόνο

References

1. Yí òèèèíí áàèý íí èèì áðíá / Í í á ðáá. Á.Á. Éáð-áèí á. – Í .: Ñí ááòñèáý ýí òèèèíí áàèý, 1972. – Ò. 1. – Ñ. 40-50.
2. Í í í áàèéí Á.Á., Ñááí ñóóýí í á Á.Ñ. Í áòáèéí ñí-ááðæá ùèá ì í í í áð ù è í í èèì áð ù í á èò ì ñ í í-áá. – Í .: Õèì èý, 1988. – 384 ñ.
3. Õí ðí í óááá Á.Ì ., Ááèí áí ðí ááòèáý É.Á., Áí í áá-ðáí éí Á.Ì . Éááí ðáðí ðí ùé í ðáèòèèòí í í òèì èè è ðáðí í éí àèè á ù ñí éí ì í éáèóèýðí ùò ñí ááèí áí èé / Í í á ðáá. í ðí ò. Á.Õ. Í èéí éáááá. – É.: Õèì èý, 1972. – 416 ñ.
4. Áéáèñí áñèèé Á. Á., Ááðáèí Á. Á., Áóéáðí á Ì . É. Õèçèéí -òèì è-áñèèá ì áðí á ù áí áèèçá. Í ðáèòè-áñ-éí á ðóéí áí áñðáí. – É.: Õèì èý, 1988. – 123 ñ.
5. Granovsky Alex A., <http://classic.chem.msu.ru/gran/gamess/index.html>
6. Perdew J.P., Burke K., Enzerhof M. Generalized gradient approximation made simple // Phys. Rev. Lett. – 1996. – V. 77. – Pp. 3865-3886.
7. Schafer A., Horn H., Ahlrichs R. Fully optimized contracted Gaussian basis sets for atoms Li to Kr // J. Chem. Phys. – 1992. – V. 97. – Pp. 2571-2577.
8. Í í áñòí -çááá Í .x., Ñáòèòèèèí á È.È.. Ñèí ðáç è ñáí éñðáá í í èèì áðí ùò éí ì í éáèñí á í áðáðí áí ùò ì áòáèéí á // Í ðí ì ùòéáí í í á í ðí éçáí áñðáí è èñí í èüçí ááí éá ýéáñòí í áðí á. – 2012. – 1 4. – Ñ. 20-22.
9. Í í áñòí çááá Í .x., Ñáòèòèèèí á È.È., Í óçèí Ð.É. Í í éó-áí éá í í èèì áðí ùò éí ì í éáèñí á í áðá-ðí áí ùò ì áòáèéí á è ñí í í èèì áðá ÁÁÑ // Í ðí-ì ùòéáí í í á í ðí éçáí áñðáí è èñí í èüçí ááí éá ýéáñ-òí í áðí á. – 2013. – 1 2. – Ñ. 16-21.
10. Éóðúá Ð.Ð. Ñí ðááí ÷í èè í í áí áèèðè-áñèí é òèì èè. – Í .: Õèì èý, 1971. – 456 ñ.
1. *Entsiklopediya polimerov. Pod red. V.A. Kargina* [Encyclopedia of polymer. Ed. V. A. Kargin]. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1972, v. 1, pp. 40-50.
2. Pomogailo A.D., Savost'yanov V.S. *Metallosoderzhashhie monomery i polimery na ikh osnove* [Metal-containing monomers and polymers based on them]. Moscow, Khimiya Publ., 1988, 384 p.
3. Toroptseva A.M., Belogorodetskaya K.V., Bondarenko V.M. *Laboratornyi praktikum po khimii i tekhnologii vysokomolekulyarnykh soedinenii / Pod red. prof. A.F. Nikolaeva* [Laboratory workshop on chemistry and technology of high-molecular compounds. Ed. prof. A. F. Nikolaev]. Leningrad, Khimiya Publ., 1972, 416 p.
4. Aleksovskii V. B., Bardin V. V., Bulatov M. I. *Fiziko-khimicheskie metody analiza. Prakticheskoe rukovodstvo* [Physico-chemical methods of analysis. A Practical Guide]. Leningrad, Khimiya Publ., 1988, 123 p.
5. Granovsky Alex A., <http://classic.chem.msu.ru/gran/gamess/index.html>
6. Perdew J.P., Burke K., Enzerhof M. [Generalized gradient approximation made simple]. *Phys. Rev. Lett.*, 1996, v. 77, pp. 3865-3886.
7. Schafer A., Horn H., Ahlrichs R. [Fully optimized contracted Gaussian basis sets for atoms Li to Kr]. *J. Chem. Phys.*, 1992, v. 97, pp. 2571-2577.
8. Movsum-zade N.Ch., Safiullina I.I. *Sintez i svoystva polimernykh kompleksov perekhodnykh metallov* [Synthesis and properties of polymeric transition metal complexes]. *Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie elastomerov* [Industrial production and use of elastomers], 2012, no. 4, pp. 20-22.
9. Movsum-zade N.Ch., Safiullina I.I., Puzin Yu.I. *Poluchenie polimernykh kompleksov perekhodnykh metallov i sopolimera ABS* [Preparation of polymeric transition metal complexes of the copolymer and ABS] *Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie elastomerov* [Industrial production and use of elastomers], 2013, no.2, pp. 16-21.
10. Lur'e Yu.Yu. *Spravochnik po analiticheskoi khimii* [Handbook of Analytical Chemistry]. Moscow, Khimiya Publ., 1971, 456 p.

. . . (.)¹, . . . (. . . , . . .)², . . . (. . . , . . .)³

1

450062, . . . , . . . , 1, . . . (347) 422431, e mail: r_vezirov@anrb.ru
2 « . . . »

450065, . . . , . . . , 12, . . . (347) 2934083, e mail: lvezirov@yandex.ru
3 « . . . »

450065, . . . , . . . , 12, . . . (347) 2934083, e mail: ppriemnaya@ptinhp.ru

I. R. Vezirov, R. R. Vezirov, F. A. Arslanov

TECHNOLOGY OF ABSORPTIVE DEHYDRATION OF GASES AND VACUUM REGENERATION OF THE ABSORBENT

¹Ufa State Oil Technical University,

1 Kosmonavtov Str., 450062, Ufa, Russia, ph. (347) 422431, e mail: r_vezirov@anrb.ru

²Institute of Petroleum Refining and Petrochemistry,

12 Initsiativnaya Str., 450065, Ufa, Russia, ph. (347) 2934083, e mail: lvezirov@yandex.ru

³LLC «Design and Technological Institute of Petroleum Refining and Petrochemistry»

12 Initsiativnaya Str., 450065, Ufa, Russia, ph. (347) 2934083, e mail: ppriemnaya@ptinhp.ru

Í ðááñòáæáí à ðáðí í éí àëý ááñí ðáðèí í í í é í ñóøèè óáèááí áí ðí áí Ùò áàçí à ñ ðáááí áðáðèáè òèðèóèèèðò- ðçááí ááñí ðááí ðà (í áçí-í í àè- è ððèýðèèáí àèè- éí èü), í ñí ááí í í ñòùð èí òí ðí é ýàèýáòñý èñí í èüçí- ááí èà òí èí àèèüí í é í àøèí ç ááñí ðáðèí í í í áí ðèí à àèý í òèáæááí èý í ñóøááí í áí ñçáðí áí áàçà áí ðáí í á- ðáðòðç 10–25 °Ñ í áðáá í í áá-áé á ááñí ðááð. Í ðè ýòí ò áí èí, áçááèýðçááñý á ðí èí àèèüí í é í àøè- í á, èñí í èüçáòñý àèý í ááðááà èóáá áàèóóí í í áí áá- ñí ðááðà, ááá í ðí èñòí àèò í à áçí áðèááí èà áèááè èç òèðèóèèèðòçááí àèèè èý, í ááðááà èí í ðòðà áí ðý- =ááí áí áí ñí ááæáí èý (ÁÁÑ) è/èèè í òí í éáí èý àèý í í áðáòí ðí í é è áðáèò ðí çýèñòááí í çò í áúáèòí à í ðááí ðèýðèý. Àèý óááèè-áí èý àèóáèí ç í ñóøèè ðáááí áðáðèð á ááñí ðááðà í ñóçáòñýðò í ðè í í í è- æáí í í àááèáí èè, èí òí ðí á ñí çáááòñý çà ñ-áò àèá- ðí ýáèèòí ðí í é áàèóóí ñí çáðçáé ñèñòáí ç. Á èá-á- ñòáá ðááí-áé æèáèí ñòè èñí í èüçáòñý áí áá. Í òèáæááí èà òèðèóèèèðòçááè ðááí-áé æèáèí ñòè í ñóçáòñýðò çà ñ-áò áí í áðáòí á áí çáóóí í áí í òèáæ- ááí èý (ÁÁÍ). Èñèèð-áí èà í áí áóí àèí í ñòè èñí í èü- çí ááí èý í áí ðí òí í é áí áç è í áðááðáòí áí í áðá í í çáí èý- áò í ðèí áí ýòú ðáçðááí ðáí í óð ðáòí í éí àèð ááæá í á í áí í ááí òí àèáí í çò í áúáèòò è í áñòí ðí æááí èýð.

The article presents the technology of absorptive dehydration of hydrocarbon gases with regeneration of the circulating absorbent (typically di- and triethylene glycol). A special feature of this technology is the presence of absorption-type refrigerating machine which carries out the cooling of the raw gas to be dried to a temperature of 10–25 °C before being fed to the desorber. Thus heat generated in the refrigerating machine is used for heating the cube of vacuum stripper, for moisture evaporation from the circulating glycol, for HWS heat and/or heating system for the operator room and other enterprise objects. To increase the depth of dehydration the regeneration in the desorber is performed at a reduced pressure (vacuum) which is created by the hydro ejector vacuum system. Water is the working fluid. Cooling of the circulating working fluid is carried out at the expense of air coolers. Eliminating the need for the use of return water and superheated steam allows using the technology of absorptive dehydration of gases even on unprepared sites and fields.

Èèð-ááúá ñèí áà: ááòí í í í í ñòù; áàèóóí í áý ðá- ááí áðáðèý àèèè èý; àèáðí ýáèèòí ðí áý áàèóóí ñí çáá- ðçáá ñèñòáí á; àèèè èü; í ñóøéá óáèááí áí ðí áí çò áá- çí á; ðáááí áðáðèý ðáí èà; ðí èí àèèüí áý í àøèí à ááñí ðáðèí í í í áí ðèí à; ýí áðáí ýóóáèèèáí í ñòù.

Key words: absorption-type refrigerating machine; autonomy; dehydration of hydrocarbon gases, energy efficiency glycol; glycol vacuum regeneration; heat recovery; hydro ejector vacuum-system.

Áàðà í í ñòóí éáí èý 03.09.15

Äëý áaçíí ãñíí é è ñòààèëúíí é í ãðàèà-èè òíí èèáí í áí ààçà í í ì àèñòðàèëúí Ùí òðòáí í ðí-áí àáí í ò ì àñòí ðí æááí èý áí í í òðààèòàèè è ñí-áðáí áí í Ùí è ñòáí ààðòáí è ðààèáí áí òèðí ááí à òáí í ãðàòòðà òí ÷ èè ðí ñú òðáí ñí í ðòèðòáí í áí ààçà í á áúøá -20 °Ñ á çèí í èé í áðèí á ^{1,2}, á òí áðáí ý èàè òí ÷ èà ðí ñú í áí í ááí òí àèáí í áí àèàæí í áí (ñúðí áí) ààçà í áú-íí èí èààèàðñý á àèáí áçí í á 20-40 °Ñ. Ñóú ãñòáòðò ðàçèè-í Ùá ñí í ñí áú í ñóøèè òáèááí áí ðí áí Ùò áàçí á - ááñí ð-áòèí í í Ùé, ááñí ðáòèí í í Ùé è òí èí àèèúí Ùé ³⁻⁵. Á í ðí ì Ùòèáí í í ñòè, ááá í áí áóí àèí í í ñóøàðú áí èúøí á èí èè-áñòáí ààçà, í àèáí èáá áúáí áí Ùí è, ñí í òááòñòááí í í, ðáñí ðí ñòðáí áí í Ùí ýäèýáðñý ñí í ñí á ááñí ðáòèí í í í é í ñóøèè.

Äëý ýòòàèòèáí í é í ñóøèè ááñí ðááí òú áí èáí Ù èí áòú áúñí èòð ðáñòáí ðèí í ñòú á áí áá, í èçèòð ááðáññèáí í ñòú, ñòààèèúí í ñòú í í í òí í-øáí èð è áàçí áúí èí í í í í áí òáí, í ðí ñòí òó ðááá-í áðáòèè, í àèòð áýçèí ñòú, í èçèòð òí ðòáí ñòú í áðí á í ðè òáí í áðáòòðá èí í òàèòà, ñèááí á í í àèí-ùáí èá òáèááí áí ðí áí Ùò èí í í í í áí òí á áàçà, í í-í èæáí í óð ñí í ñí áí í ñòú è í áðáçí ááí èð í áí Ù è ýí òèúñèé. Í í ýòí ò í àèáí èúøáá ðáñí ðí ñòðáí á-í èá á èá-áñòáá ááñí ðááí òí á í í èò-÷ èèè àè- è òðèýòèèáí àèèí èú, á í áí ùòáè ñòáí áí è ýòèèáí-àèèí èú. Àèèí èè òí ðí ðí í òáèðáðò àèááò èç áàçí á á áí èúøí ì èí òáðáàèá èí í òáí òðáòèè. Àèò-áèí á í ñóøèè áàçà àèèí èýí è í ðýí í í ðí í í ðòè-í í àèúí á èí í òáí òðáòèè ñí ðááí òá, áááèáí èð èí í òàèòà òáç áàç-ñí ðááí ò è í áðáòí í í ðí í í ð-òèí í àèúí á òáí í áðáòòðá èí í òàèòà òáç áàç-ñí ð-ááí ò ⁶. Í ðè í í áúøáí èè áááèáí èý òí áí ùòááðñý ñí ááðæáí èá àèáàè á áàçà, ÷ òí í ðèáí àèò è ñí è-æáí èð èí èè-áñòáá òèðèòèèðòðùááí ðáñòáí ðá ñí ðááí òá, í áí áóí àèí í áí àèý áí ñòèæáí èý çà-ááí í í é òí ÷ èè ðí ñú. Èí í òáí òðáòèý ñí ðááí òá á çààèñèí í ñòè í ò ñòáí áí è í ñóøèè áàçà èí èáàèò-ñý á àèáí áçí í á 85-100 %.

Á çààèñèí í ñòè í ò ñí ñòááá è áááèáí èý í ñó-øááí í áí ààçà áí ñòèæáí èá òðááí ááí èé è òí ÷ èá ðí ñú í ááñí á-èáááðñý çà ñ-áò í òèàæááí èý áàçà í áðáá ááñí ðááðí ì áí òáí í áðáòòðù 10-25 °Ñ. Í áí àèí í á í àñòí ðí æááí èýò è í áòòááçí í áðá-ðáááòùááðùèò ì ðááí ðèýòèýò òáí í áðáòòðá í ñóøááí í áí ààçà í í æáò áí òí àèòú áí +80 °Ñ. Äëý í òèàæááí èý í ñóøááí í áí áàçà áí òáí í áðá-òòù 15-20 °Ñ í áí ðí òí í é áí áí é í áí áóí àèí í í ááñí á-èòú áá òáí í áðáòòðò ₅ °Ñ. Ýòí í ðèáí àèò è çí á-èòáèúí í í ó òááèè-áí èð èáí èòáèúí Ùò è ýñí èòáòáòèí í í Ùò çàòðáò í á ñèñòáí ó í áí ðí ò-í í áí áí áí ñí ááæáí èý. Í áí áóí àèí í òàèæá í ááñ-í á-èááðú í í ááí á í á òñòáí í àèò òáí èí í í ñèòáèý (í áú-í í í í áðááðáòùé í áð) àèý í òí áðèè àèáàè èç àèèí èý è ñí çááí èý áàèòóí á á ááñí ðááðá ^{2,7}. Á òñèí àèýò áàçí áí áí è/èèè í áòòýí í áí í àñòí ðí æ-

ááí èý, ááá, èàè í ðááèèí, í òñòòñòáòðò èñòí ÷ í è-èè ááòááí áí í áðá (ÖÝÖ, í áòòáááçí í áðáðáááòù-ááðùèá í ðááí ðèýòèý), áúðááí òèá í áðáðáòí áí í áðá òðááòáò çí á-èòáèúí Ùò ýñí èòáòáòèí í í Ùò è ýí áðááòè-áñèèò çàòðáò.

Òáèèí í áðáçí ì, àèòáèúí í é çááá-áé ýäèý-áðñý ðàçðááí òèá òáòí í éí àèè ááñí ðáòèí í í í é í ñóøèè, í ááñí á-èááðùáé òðááòáí óð àèòáèí ó í ñóøèè áàçí á, áúñí èèè ýí áðááòè-áñèèè è.í.á., ðááí òó, ááòí í í í í óð ò í áúáèòí á áí áí- è í áðí-ñí ááæáí èý, òðááòðùáé í ááúñí èèá èáí èòáèú-í Ùá è ýñí èòáòáòèí í í Ùá çàòðáòù.

Í áðáðèàèù è í áóí áú

Òèáçáí í áý çááá-á áúèá ðáòáí á çà ñ-áò áí í í éí áí èý òñòáí í àèè ááñí ðáòèí í í í é í ñóøèè áàçí á àèáðí ýæáèòí ðí í é áàèòóí ñí çááðùáé ñèñ-òáí í é è òí èí àèèúí í é í áòèí í é. Í ñí í áí Ùí è í ðáèí òúáñòááí è òáèí é èí í òèáòðáòèè òñòáí í á-èè ýäèýòñý:

- èñí í èúçí ááí èá òáí èá, í òáèðááí í áí ó áàçà í áðáá í ñóøèí é;
- ááòí í í í í ñòú í ò èñòí ÷ í èèí á áí áí- è í á-ðí ñí ááæáí èý;
- ðáááí áðáòèý ááñí ðááí òá í ðè í í í èæáí-í í í áááèáí èè;
- í ááñí á-áí èá òáí èí áí é ýí áðáèáé í áúáòí-çýèñòááí í Ùò í óæá.

Í ðèí òèí èáèúí áý ñòáí á ýí áðáí ýòòáèòèá-í í é ááòí í í í í é òñòáí í àèè ááñí ðáòèí í í í é í ñóøèè áàçí á í ðááñòááèáí á í á ðèñ. 1.

Òñòáí í àèá ðááí òááò ñèááòðùèí í áðáçí ì. Í òèàæááí í Ùé á ááñí ðáòèí í í í é òí èí àèèúí í é í áòèí á **1** ñúðí é áàç í í ñèá í òááèáí èý èí í ááí ñá-òá á ñáí áðáòí ðá **2** í í ñòóí ááò á ááñí ðááð **3**, ááá òèðèòèèðòðùèí ááñí ðááí òí ì (àè- èèè òðèýòè-èáí àèèí èú) èç áàçà í í àèí Ùááðñý àèááá. Í ñó-øáí í Ùé áàç ñ ááðòá ááñí ðááðá áúáí àèòñý ñ òñ-òáí í àèè. Äëý í ðááí òáðáúáí èý òí í ñá àèèí èý á ááñí ðááðá òñòáí áàèèááðò èáí èáí òáí èí èèè è í ðè í áí áóí àèí í ñòè áàç í í ñèá í ñóøèè í í æáò í áí ðááèýòñý á òèèí í èèè ðáñèááð àèý áí í í é-í èòáèúí í é ñáí áðáòèè (í á ñòáí á í á í í èáçáí Ù). Í áñùùáí í Ùé àèááí é àèèí èú èç èóáá ááñí ðáá-ðá í áí ðááèýáðñý í á ðáááí áðáòèð á áàèòóí í Ùé ááñí ðááð **4**, ááá çà ñ-áò òáí èá, áúááèýáí í áí á òí èí àèèúí í é í áòèí á **1** è í í ááí àèí í áí á èóá ááñí ðááðá **4**, á òáèæá í ðè í í í èæáí í í í áááèá-í èè í ðí èñòí àèò òááèáí èá (áúí áðèááí èá) àèáàè èç ááñí ðááí òá. Ñí ááðòá ááñí ðááðá **4** áí áýí í é í áð èááò á òí èí àèèúí èè-èí í ááí ñáòí ð **5** è ñáí á-ðáòí ð **6**, í òèòáá í áñèí í ááí ñèðí áááòáýñý ÷ áñòú í áí ðááèýáðñý á ñòðòéí Ùé áí í áðáò **7** áàèòóí ñí ç-ááðùáé ñèñòáí Ù **8**, è ááèáá í áðí áàçí àèáèí ñò-í áý ñí áñú í áí ðááèýáðñý á ñáí áðáòí ð **9**. Óóáá æá

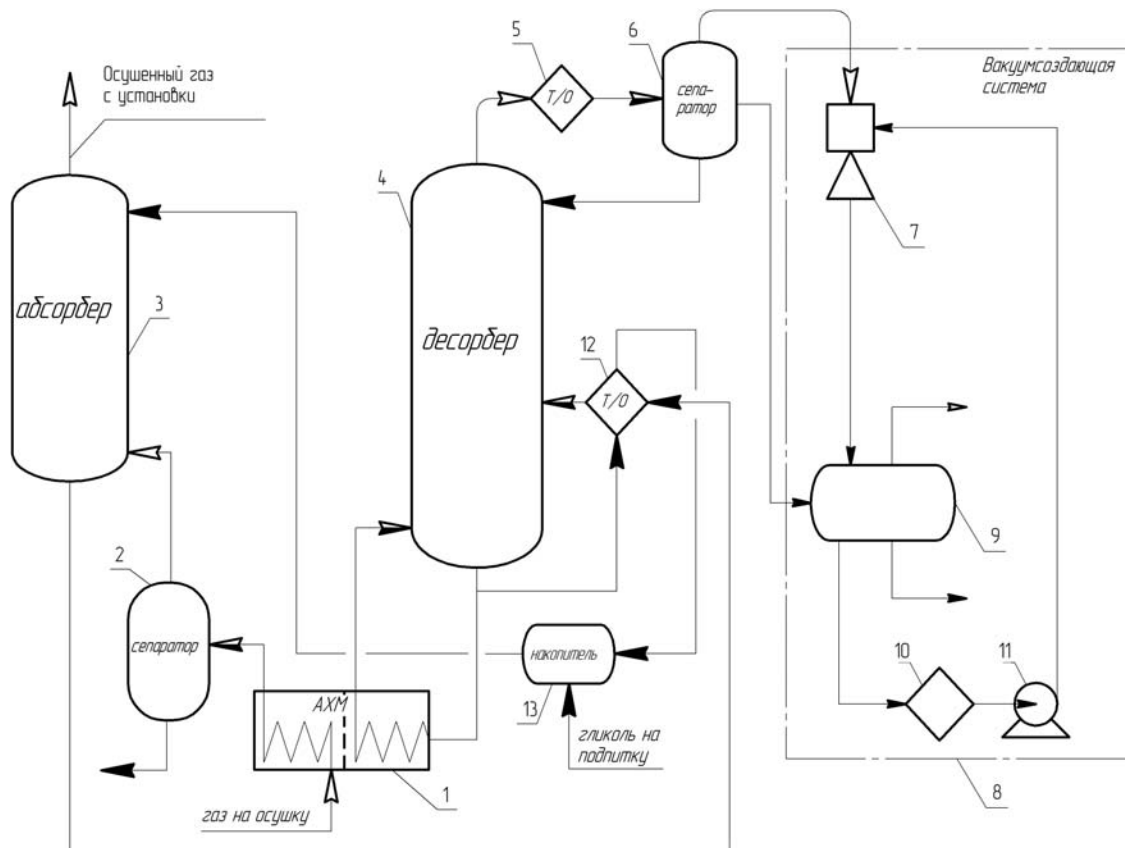


Рис. 1. Принципиальная схема системы осушки газа: 1 – автоматизированная система управления (АСУ); 2 – сепаратор; 3 – адсорбер; 4 – десорбер; 5, 11, 12 – датчики температуры; 6 – сепаратор; 7 – клапан; 8 – вакуумсоздающая система; 9 – сепаратор; 10 – датчик температуры; 11 – насос; 13 – клапан подачи газа

В процессе осушки газа в адсорбционной колонне (3) происходит поглощение влаги. При достижении заданной влажности газа (1) происходит переключение на десорбционную колонну (4), где влага высвобождается. Газ, выходящий из десорбера, проходит через сепаратор (2) и попадает в систему вакуумирования (8), где поддерживается низкое давление для эффективной осушки. Система вакуумирования включает насос (11) и клапан (10). Процесс осушки контролируется автоматизированной системой (1), которая управляет клапанами (7, 10) и датчиками температуры (5, 11, 12).

В процессе осушки газа в адсорбционной колонне (3) происходит поглощение влаги. При достижении заданной влажности газа (1) происходит переключение на десорбционную колонну (4), где влага высвобождается. Газ, выходящий из десорбера, проходит через сепаратор (2) и попадает в систему вакуумирования (8), где поддерживается низкое давление для эффективной осушки. Система вакуумирования включает насос (11) и клапан (10). Процесс осушки контролируется автоматизированной системой (1), которая управляет клапанами (7, 10) и датчиками температуры (5, 11, 12).

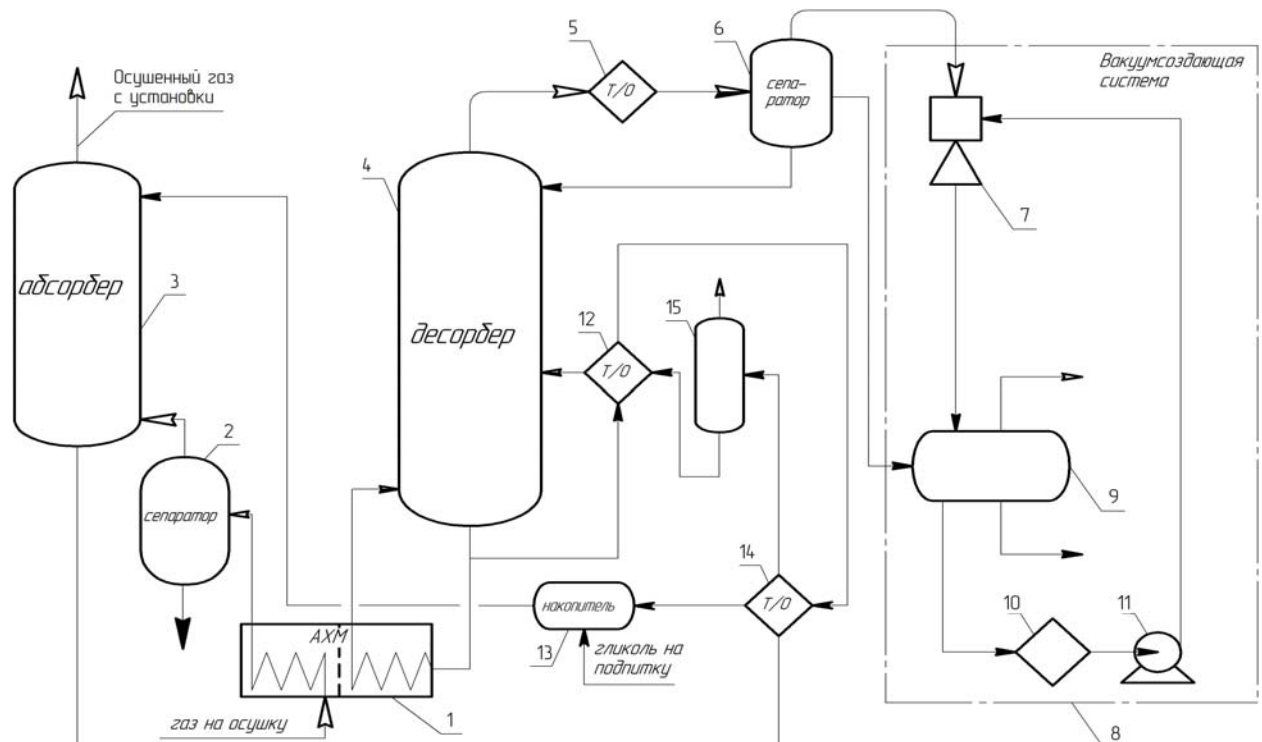
В процессе осушки газа в адсорбционной колонне (3) происходит поглощение влаги. При достижении заданной влажности газа (1) происходит переключение на десорбционную колонну (4), где влага высвобождается. Газ, выходящий из десорбера, проходит через сепаратор (2) и попадает в систему вакуумирования (8), где поддерживается низкое давление для эффективной осушки. Система вакуумирования включает насос (11) и клапан (10). Процесс осушки контролируется автоматизированной системой (1), которая управляет клапанами (7, 10) и датчиками температуры (5, 11, 12).

В процессе осушки газа в адсорбционной колонне (3) происходит поглощение влаги. При достижении заданной влажности газа (1) происходит переключение на десорбционную колонну (4), где влага высвобождается. Газ, выходящий из десорбера, проходит через сепаратор (2) и попадает в систему вакуумирования (8), где поддерживается низкое давление для эффективной осушки. Система вакуумирования включает насос (11) и клапан (10). Процесс осушки контролируется автоматизированной системой (1), которая управляет клапанами (7, 10) и датчиками температуры (5, 11, 12).

çí à÷eðàëúí í à éí èè÷àñòáí í áí ðí òí í é áí à ù äëý ááí ààëúí àéøàé éí í ááí ñàòèè, à àèäðí ÿàèòí ðí í é ÆÑÑ éí í ááí ñàòèý í ðèà÷eàááí í áí í àðà í ðí èñòí àèò çà ñ÷àò çàðààðà è éí í ðèè èðí àáí èý ñòðòýí è àèòèáí í é àèàèí ñòè (áí à ù) à àèà-èí ñòí í ñòðòèí í ñòí àí í àðàòà. Æèàèí ñòí ùà ñòðòèí ùà àí í àðàò ù í àèàááðò ðàèàá áí èüøèí èí ÿòòèòèáí òí ñàèòèý è í í áòò ñí çààáàò ù ñà-àèèúí ùé ààéòí 50 í ñò. ñò. í áí í é ñòí á-í ùð. Í ñòàòí ÷í í à ààèáí èá, ñí çààáááí í à àèà-èí ñòí ùí ñòðòèí ùí àí í àðàòí, í à í í àèò á ùò ù í èàá ààèáí èý í àñ ù ù áí í ùò í àðí à ðàáí ÷àé àèàèí ñòè. Ñèááí ààòàèúí í, í áí èí èç èèð÷àá ùò í àðàí àòðí à, àèýð ùèò í à ñí çààáááí ùé ààéòí (í ñòàòí ÷í í à ààèáí èá), ÿàèýàñý òáí í àðàòòà òèðèòèèðòð ùáé ðàáí ÷àé àèàèí ñòè. ×áí í èàá òáí í àðàòòà, òáí áí èüøèé ààéòí (í áí ùòáá í ñòàòí ÷í í à ààèáí èá) áí çí í áí í ñí çààò ù. Àèý í ðèàèááí èý ðàáí ÷àé àèàèí ñòè ááç èñí í èúçí áá-í èý í áí ðí òí í é áí à ù è í ááí á÷áí èý ààòí í í í ñòè òñòáí í àèè òàèáí í àðàçí í èñí í èúçí áàò ù àí-í àðàò ù áí çàòøí í áí í ðèàèááí èý, èí ðí ð ù á í ááí á÷eàáðò ààðáí ðèðí ááí í í à í ðèàèááí èá ðàáí ÷àé àèàèí ñòè áí 40–45 °Ñ. Í ðè ðàéí é ðáí-í àðàòòà ààèáí èá í àñ ù ù áí í ùò í àðí à áí à ù ñí ñòàèýàò 70 í ñò. ñò. (ááñ.). ðàèèí í àðà-çí í, ñ ò÷àòí ñí í ðí ðèàèáí èý à øèáí í áí é èè-

í èè, òí èí àèèúí èèá-èí í ááí ñàòí ðá è ñáí àðàòí ðá í ñòàòí ÷í í à ààèáí èá à ááí ðàáðà í í àèò áí ñòè-ààò ù 80 í ñò. ñò. (ááñ.). Áí àèèç ðàñ÷àòí í é í í àèè í í èàç ù áááò, ÷òí í ðèè àèúí í à í ñòàòí ÷-í í à ààèáí èá à ááí ðàáðà 100 í ñò. ñò. (ááñ.). Í ðè ðàéí í ààèáí èè í ááí á÷eàáòñý ðàáí àðà-òèý òèðèòèèðòð ùááí àèèí èý áí í ñòàòí ÷í í áí ñí ààðàèáí èý àèàèé í à áí èáá 0.5%, à í áí ùòáý í ààðòçèà í à ÆÑÑ í í çáí èýàò òí áí ùòèò ù éí èè-÷àñòáí òèðèòèèðòð ùáé ðàáí ÷àé àèàèí ñòè è ýí áðáí çàòðàò ù í à áá í àðàèá÷eò.

Á çààèñèí í ñòè í ð ñí ñòàáá è àèàèí í ñòè í ñòòááí í áí ààçà í í àèò í áí ÿòñý éí èè÷àñòáí í í áí ùááí ùò ááí ðàáí òí ñí ááçí á ùò éí í í í áí-òí à è áí à ù. Á ùáàèýññ ù ààéòí í í ñí ááí ðàáðà, í í é í í ááðòñý à ààéòí ñí çàáð ùòð ñèñòáí ó è çí à÷eðàèúí í í í à ùòáðò í ààðòçèò í à í áá. Áñèááñòàèá òààèè÷áí èý í ààðòçèè ñí èàáòñý àèòáèí à ààéòí à (òààèè÷eàáòñý í ñòàòí ÷í í à ààèáí èá), ðàááí àðàòèè ááí ðàáí òà è, ñèááí àà-òàèúí í, ñòáí áí ù í ñòòèè ààçà. Èç-çà òòòáøáí èý àèòáèí ù í ñòòèè í í áí òí àèí í òààèè÷eò ù éí èè-÷àñòáí òèðèòèèðòð ùááí è í í àá÷ò ñààèááí áá-ñí ðàáí òà, ÷òí òàèàá è ðèàááò è òààèè÷áí èð ýí áðáí çàòðàò. Í ðè çí à÷eðàèúí í é àèàèí í ñòè í ñòòááí í áí ààçà àèý ñí èàáí èý í ààðòçèè í à ÆÑÑ í àðàá ààéòí í ùí ááí ðàáðí ñí òàèáí í à-ðàçí í òñòáí í àèò ù áááçàòí ð (ðèñ. 2).



Ðèñ. 2. Í ðèí òèí èàèúí áý ñòáí à òñòáí í àèè í ñòòèè ááçí à ñ áááçàòí ðí í í àñ ù ù áí í áí ááí ðàáí òà: 1 – ááí ð-àòèí í áý òí èí àèèúí áý í àøèí à (ÀÏÌ); 2 – ñáí àðàòí ð; 3 – ááí ðàáð; 4 – ááí ðàáð; 5, 11, 12, 14 – òáí èí-í áí áí í ùé áí í àðàò; 6 – ñáí àðàòí ð ááí ðàáðà; 7 – ÿàèòí ð; 8 – ààéòí ñí çàáð ùáý ñèñòáí à (ÆÑÑ); 9 – ñáí àðàòí ð ÆÑÑ; 10 – òáí èí í áí áí í ùé áí í àðàò; 11 – í áí ñ; 13 – í áí í èòàèú ááí ðàáí òà; 15 – áááçàòí ð

References

1. *OST 51.40-93* *ÁaçÙ áí ðþ-èá ÿ ðèðí áí Ùá, ÿ ÿ ñòáá-èýáí Ùá è ððáí ñí ÿ ðèððòáí Ùá ÿ ÿ ÿ ÿ áàèñòðàèúí Ùí áàçí ÿ ðí áí áàí .* Õáðí è-áñèèá òñèí àèý.- Óòá. 10 ñáí òýáðý 1993 á.- 8 ñ.
2. Õáðí ÿ èí àèý ÿ áððáðááí ðèè ÿ ðèðí áí ÿ áí áàçà è èí ÿ -ááí ñàòá / ÿ ÿ á ðáá. Á. È. ÿ ðèè á è áð.- ÿ .: ÿ ááðá, 2002.- ×. 1.- 517 ñ.
3. ÿ áðí áÙ ÿ ñóøèè áàçà // ÿ ððáñèááí é áí àèèðè-è-áñèèè æóðí àè Áàç Technology.- 2014.- ÿ 8.- Ñ. 24-26.
4. ÿ áðáí ò ÿ 2342980 ðÕ Ááñí ðáòèí ÿ ÿ áý òñðáí ÿ á-èá àèý ÿ èñòèè è ÿ ñóøèè áàçí á / ÿ óóóáèí ÿ á ð.Õ., Áððáí ÿ ÿ á ÿ .Á., Õáçèçí á Õ.Ø., Õáçè-çí á ÿ .Õ. <http://www1.fips.ru/>. 2009.
5. ÿ áðáí ò ÿ 2506986 ðÕ. Õñððí èñðáí è ñí ÿ ñí á àèý ÿ ñóøèè áàçà / Áàèóóñ Õðèò Èí ðí àèèñ Á., Áá Õáðáò Èí ðáí Õáí áðèè ð., ðèèáí á Õðáí è ÁÈè Ý. <http://www1.fips.ru/>. 2014.
6. Èáí èáóñ Á. È., Áí èóáááá È. Á., ÁÈááòáðí á Õ. Á. Áàçí ðèè èý.- ÿ .: Õáí ððÈèòí áððáÁàç, 2008.- 447 ñ.
7. Èèðñí á Á.Á. Õáðí ÿ èí àè-áñèèá ðáñ-áòÙ ñèñòáí ááñí ðáòèí ÿ ÿ è ÿ ñóøèè áàçà.- Õðí áí ù: Õðí áí - ÿ ÈÈàèí ðí áàç, 2002.- 140 ñ.
8. Ááñí ðáòèí ÿ ÿ á áðí ÿ èñðí èèðèááÙá ðí èí àèèù-í Ùá ÿ àøèí Ù. Èáðáèí á.- ÿ ÿ áí ñèáèðñè: ÿ ÿ ÿ «ÿ ÈÁ ÕÁÿ Èÿ ÑÈÁÿ ÁØ» // Ýèáèòðí ÿ ÿ Ùé ðáñóðñ: <http://www.teplosibmash.ru/files/File/Catalog-17-04-12.pdf>
1. *OST 51.40-93 Gazy goryuchiye prirodnyye, postavlyayemyye i transportiruyemyye po magistral'nym gazoprovodam. Tekhnicheskiye usloviya* [Combustible natural gases supplied and transported by gas mains. Technical conditions]. Appr. September 10, 1993, 8 p.
2. *Tekhnologiya pererabotki prirodnogo gaza i kondensata. Pod red. V. I. Murina i dr.* [Technology of processing of natural gas and condensate. Ed. V.I. Murin and others]. Moscow, Nedra Publ., 2002, Part 1, 517 p.
3. *Metody osushki gaza* [Methods of drying gas] *Otraslevoy analiticheskiy zhurnal Gaz Technology* [Industry based analytical magazine Gas Technology], 2014, no.8, pp. 24-26.
4. Mukhutdinov R.KH., Artamonov N.A., Khafizov F.SH., Khafizov N.F. *Adsorbtsionnaya ustanovka dlya ochistki i osushki gazov /* [Adsorption unit for gas treatment and drying]. Patent RF, no. 2342980, 2009.
5. Baltus Frits Kornelis A., De Kherdt Yokhan Khendrik R., Ruland Frank Zhak E. *Ustroystvo i sposob dlya osushki gaza* [The device and method for gas drying]. Patent RF, no. 2506986, 2014.
6. Lapidus A.L., Golubeva I. A., Zhagfarov F. G. *Gazokhimiya* [Gas Chemistry]. Moscow, TsentrLitNefteGaz Publ., 2008, 447 p.
7. Klyusov V.A. *Tekhnologicheskiye raschetny sistem absorbtionnoy osushki gaza* [Process calculations of absorption gas drying systems]. Tyumen, TyumenNIIgiprogaz Publ., 2002, 140 p.
8. *Absorbtsionnyye bromistolitiyevyye kholodil'-nyye mashiny. Katalog* (Absorption lithium bromide refrigerating machines. Catalog). Novosibirsk, OKB Teplosibmash LLC, <http://www.teplosibmash.ru/files/File/Catalog-17-04-12.pdf>

. . . (.)¹, . . . ¹ (. . . , .), . . . (. . . , .)²

1
2
450062, . . . , . . . , 1; . . . (347) 2431512, e mail: sshavshukova@mail.ru

G. R. Solop, S. Yu. Shavshukova, D. E. Bugay CARBO AND HETEROCYCLIC CORROSION INHIBITORS FOR OIL EQUIPMENT

Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov Str., 450062, Ufa, Russia; ph. (347) 2431512, e mail: sshavshukova@mail.ru

Í ðí áí áeççèðí ááí Ù ðaçóeúoaoÙ eññeááí ááí eé á í áeáñòe ðaçðááí òeè è ñí çááí eý eí áeáeòí ðí á eí ððí çèe í áòòááçí ï ðí ï Ùñeí áí áí í áí ðóáí áá- í eý, í í eó-áí í Ùá á í áó-í í e øeí eá áeáááí eèa Áeáááí eè í áoè Ðáñí óáeèeè Áàøeí ðòí ñòáí Á.É. Ðaòí áí eóeí áà á eí í óá 1970-ò-í á-áeá 2000-ò áa. Ñí çááí eá ááí í í áí í áó-í í áí í áí ðááeá- í eý áúeí í áóñeí áeáí í eáe ðáñòóúeí è í í ððááí í ñ- oýì è í ðí ï Ùøeáí í í ñòe á í í áúò áúñí eí ýòóáeòeá- í úò eí áeáeòí ðaò í ðá-áñòááí í í áí í ðí eçáí áñòáa, òáe è ýeí í í ï e-áñeí e óáeáñí í áðaçí í ñoúð í ðí eç- áí áñòáa í ðááí e-áñeèò eí áeáeòí ðí á í á í ñí í áá í ðí eçáí áeí í áí í á í ðááí ðeýòeýò Ðáñí óáeèeè Áàøeí ðòí ñòáí í áòóáòeí e-áñeí áí ñúðúý, í í áí e- í úò í ðí áðeòí á è í ðòí áí á í ðí eçáí áñòáa. Í í eá- çáí áí eúøí e áeéáá í áó-í í e øeí eú á eçó-áí eá í áðáí eçí á ááeñòáeý ðaççe-e í úò áeáí á eí áeáeòí - ðí á. Áúááeáí Ù òeí e-áñeèá ñí ááeí áí eý, í í eá- çáaøeá í áeáí eáá áúñí eèe çàúeòí úe ýòóáeò. Áúñí eéá í áó-í úá è í ðáeðe-áñeèá ðaçóeúoaoÙ, í í eó-áí í úá á í áó-í í e øeí eá Á.É. Ðaòí áí eóeí - áa, í áóñeí áeéááðò í áí áóí áeí í ñòò í ðí ááááí eý óáeóáeáí í úò eññeááí ááí eé á í áeáñòe ðaçðááí ò- eè è í ðí eçáí áñòáa í ðá-áñòááí í úò í ðááí e-áñeèò eí áeáeòí ðí á eí ððí çèe í í áí áí í í eí eáí eý.

Ėëþ-ááúá ñeí áà: àòáðáeè; áááðí áðí í í úá ñí - ááeí áí eý; eí áeáeòí ðú eí ððí çèe; çàúeòí úe ýò- óáeò; eí ððí çeí í í áý ñðááá; í áó-í áý øeí eá; í áò- óáí ðí-í Ùñeí áí á í áí ðóáí ááí eá; í eñaçeí Ù.

Í áí eí eç í áí ðááeáí eé í áó-í í e øeí eú Á. É. Ðaòí áí eóeí áà ñòáeí eññeááí ááí eá áí ç- í í áeí í ñòe í ðeí áí áí eý øeèeè-áñeèò áòáðáeáe è eò áááðí áí áeí áí á áeý çàúeòú í ð eí ððí çèe í áí ðóáí ááí eý í áòoýí úò e áaçí áúò í ðí ï Ùñeí á è ððóáí í ðí áí áí í e ñáðe ¹.

The article is analyzed the results of research in the field of development and obtaining of corrosion inhibitors oilfield equipment received in the scientific school of academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan D.L. Rakhmankulov in the late 1970s – early 2000s. The establishment of this research area was due to both the growing needs of industry in new highly efficient inhibitors of domestic production and economic feasibility of production of organic inhibitors on the basis of manufacture at the enterprises of Bashkortostan Republic petrochemical feedstock, by-products and waste products. A great contribution of the scientific school to the study of the mechanism of action of different types of inhibitors is adduced. Chemical compounds showed the highest protective effect are selected. High scientific and practical results obtained in the scientific school of D.L. Rakhmankulov necessitate in-depth research in the field of development and production of domestic organic corrosion inhibitors of new generation.

Key words: acetals; corrosion inhibitors; heteroatomic compounds; corrosion environment; oilfield equipment; protective effect; scientific school; oxazine.

Óæá á í áðáúò eññeááí ááí eýò ² áúeí í áí à- ðóeáí í, ðí í ðááí e-áñeèá eí áeáeòí ðú í á í ñ- í í áá ááí í úò ñí ááeí áí eé çà-áñòóð í eaçúááðò- ñý áí eáá ýòóáeòeáí úí è, ðá ï í í áeá eçááñòí úá eí áeáeòí ðú á ñáðí áí áí ðí áí í e í eí áðáeçí ááí - í í e ñðááá. Í í eí æeðáeúí úe í í úò í ðeí áí áí eý í í eó-áí í úò ñí ááeí áí eé í á í áòáí ðí ï Ùñeáò Ðáñí óáeèeè Áàøeí ðòí ñòáí í í eaççæ í áí áóí áe-

Áaòá í í ñòóí eáí eý 03.10.15

Í tñòu í ðí áí èæáí èý èññéáí ááí èé äèý í tñéá í í áúò í ðááí è-áñéèò èí àèáèòí ðí á èí ððí çèè. Í áí áóí àèí tñòu òáèèò èññéáí ááí èé áúèà áúç-ááí à ðýáíí í ðè-èí, í áí í é èç èí òí ðúò ýáèý-éáñú í áí ðáðúáíí ðáñóóúáý í tñòááí tñòu í ðí-í úøéáí í tñòè á èí àèáèòí ðí í é çáúèòá í áòòý-í í áí í áí ðóáí ááí èý, èí òí ðáý í á ñááí áí ýøí èé ááí ú í ðèçí áí á í àèáí èáá ýóòáèèòéáí úí ñí í ñí-áíí í ðááí òáðáúáí èý í tñòáðú í áòáèèí á á ðá-çóèúòáòá ýéáèòí òèí è-áñéí é èí ððí çèè.

Ñèááòþúèí ñòèí óèíí á ðáçáèèèè í áó-í úò èññéáí ááí èé í tñéáí è ðáçðááí òéá í t-áúò èí àèáèòí ðí á èí ððí çèè ýáèýñý ýéí í í è-áñéèé óáèòí ð. Èí í áò XX á. äèý í áòáé ñòðá-í ú ñáýçáí ñí çí á-èòáèúí úí ýéí í í è-áñéèí ñí ááíí, +òí í ðéááèí é í áí áóí àèí tñòè óááøáá-éáí èý í ðí óáñní á ñí çááí èý í tñòú òèí è-áñéèò ðááááí òí á. Í ðí èçáí àèí úá èáé á í áòáé ñòðáí á, òáé è çá ðóáááèíí èí àèáèòí ðú í á í ðèè-áèèñú ááøááèçí í é. Í í ýòíí ó áèòóáèúí í é ñòáèá í ðí-áèáí à í tñé-áí èý èí àèáèòí ðí á èí ððí çèè í á í ñ-í í áá áí ñòóí í tñé í áòòáòèí è-áñéí áí ñúðúý, à òáéæá í tñé-í í úò í ðí áóèòí á è í ðòí áí á í ðí èç-áí áñòáá í ðááí ðèýòéè ðáñí óáèèèè.

Í ðááúñòí ðéáé ðáçáèèèè í áó-í í áí í áí ðáá-éáí èý í tñé çáúèòá í áòáèèí á í ð èí ððí çèè í í á ðóèí áí áñòáí í Á. È. ðáòí áí èóèí áá ýáèèáñú ááí ñí áí áñòí áý í áó-í áý ááýòáèúí tñòu ñ í ðí óáñní-ðíí Ý. Í . Áóòí áí íí, èí òí ðúé á ÑÑÑÐ á 1970-á áá. áúè í áí èí èç áááóúèò ñí áòéáèñ-òí á á í áèáñòè èí ððí çèè í áòáèèí á í tñé í áí ðýæá-í èáí è èí áé á í áó-í í í èðá øèí éóþ èçááñò-í tñòu èáé ááòí ð í ðéáèí áèúí úò ðááí ò í tñé òáí ðèè í áóáí í òèí è-áñéèò ýáèáí èé è ðáí ðèè èí ððí çèè í áòáèèí á^{4,5}. Í tñé ðóèí áí áñòáí í Ý. Í . Áóòí áí á í á èáòááðá «Óáóí í èí áèý í áòáèèí á è í áòáèèí-ááááí èá» Óòèí ñèí áí í áòòýí í áí èí ñòèòóðá ñòí ðí èðí ááèáñú í áó-í áý øèí èá, áááøáý çí á-èòáèúí úé èí í óèñ èññéáí ááí èýí á í áèáñòè í áóáí í òèí èè.

Í áí ñí í ðèí úé ááòí ðèòáð á í áó-í í é ñòááá, í áí ðáèí áðí úá í ðááí èçáòí ðñééá ñí í ñí áí tñòè, í áí áúèí í ááí í tñé èè-í tñé í ááýí èá Á. È. ðáòí áí-éóèí áá í ðéáèéáéáèè á ááí í áó-í úá øèí èú í í t-æáñòáí í tñéí áúò èþááé. Áí tñéááñòáèè èò í á-ó-í úá èññéáí ááí èý áúèèèèñú á èáí àèááòñééá è áí èòí ðñééá àèññáððáòèè, çáúèúáí í úá í tñé ááí í áó-í úí ðóèí áí áñòáí í (òááè. 1)⁶.

1

..		1988
..	-	1988
..*	-	1995
..*		1996
..		1998
()		1998
..		1999
..*		1999
..*		2000
..	-	2005
)	

*Í áó-í í á ðóèí áí áñòáí ñí áí áñòí í ñ á.ò.í. Á.Á. Áóáááí .

Đààeí ð-3, Đààeí ð-4, Đààeí ð-5, Đààeí ð-6, í ðí-
 yáeyþúeá áuní eóþ çàúeóí óþ yóóáeðeáí í nõu
 á óñeí àeyó í áoáí í ðeí e-áñeí é eí ððí çèe nõðí-
 eðaeúí úó nõaeáe á í eí áðaeèçí áaí í úó nõáaao,
 ní aadóæaúeo nõðí aí aí ðí á, e Đààeí ð-2Á — eí-
 aeaeóí ð í anneaedóþúaaí aaenoaey ¹⁵.

Í í neaaóþúeá enneaáí aáí ey í í çáí eèee
 ðañøðeou anní ðeí áí ò eí aeaeóí ðí á nõðeè Đà-
 aeí ð. Áúeè í í eó-áí ú Đààeí ð-7, Đààeí ð-21,
 Đààeí ð-70, Đààeí ð-11Þ Á, Đààeí ð-11Þ NÍ ,
 í ðáaí nõí aeáøeá í í yóóáeðeáí í nõè çàúeóú
 í áðaeéí á í ð eí ððí çèe í í í aeá çaðóááæí úá e
 í ðá-áñòáaí í úá eí aeaeóí ðú (òaaè. 3).

	, %
-21- -1	85
-1	90
	90
-4	70
-2	81
-36-90	72
-78	85
-2-2	84
-1	97
-2	96
-6	92
-7	97
-8	95
-9	97
-10	98
-21	96

Nóúanoáaí í úí í ðaeí óúanoáí í aí eúøeí-
 nõaa eí aeaeóí ðí á nõðeè Đààeí ð yáeyáoný eó
 ní í ní aí í nõu aeðeáí í í ðaí yonoáí aaoú í áoáí í-
 ðeí e-áñeí é eí ððí çèe í aí ðoáí aáí ey, +óí í ní-
 áaí í í aæeí í á óñeí àeyó aí çaaéñòaeý í à í áðaeè
 í áoáí e-áñeèð í aadóçí é (í nõaðí +í úó, yéñí eóá-
 ðaøeí í í úó è áð.).

Í ðaeí óúanoáaí è eí aeaeóí ða Đààeí ð-1
 nõaeá áuní eay nõaí aí ú çàúeóú í ð nõðí aí aí ðí á-
 í í é eí ððí çèe è eí ððí çeí í í í -í áoáí e-áñeí aí
 ðaçðóøaí ey, í eçeay ðaí í áðaoðða çanoúaaí ey:
 í eí óñ 40 ÍN, a ðaeæá í eçeay nõí eí í nõu, í í-
 ñeí eúeó í eðáí í aay óðaeøey, aóí ayúay á ní-
 nõaa eí aeaeóí ða yáeyeanú í í aí +í úí í ðí aóe-
 óí í í ðí eçáí añoaa aeí áðeèaeí eñaí à è í aí ðaa-
 eyéanú í à ñaeèaaí eá ¹⁶.

Eí aeaeóí ð Đààeí ð-2 ðaeæá í í eó-áí í à í ní-
 í í áá í í aí +í úó í ðí aóeóí á í ðí eçáí añoaa
 4,4-aeí áðeè-1,3-aeí eñaí à — aeí eñaí í aúó
 ní eðoí á è í eðáí í aí é óðaeøeè ¹⁷.

Á ní nõaa eí aeaeóí ðí á Đààeí ð-6, Đààeí ð-9
 è Đààeí ð-13 aeðeáí úí eí í í í aí óí yáeyáoný
 í ðí úøeáí í ay ní anú eáóí nõeúøeáí a (EÑÓ),
 eí óí ðóþ í í eó-þò eç nõeúøeáí í -úaeí +í úó
 nõí eí á í áóoáoeí e-áñeèð í ðí eçáí añoaa. Eáóí-
 nõeúøeáú eí þò aáa aeðeáí úó oáí oðá aáñí ða-
 øeè — aðí ú nõðú è eèñeí ðí aa, +óí í í ðaaáeyáo
 aí çí í æí í nõu eó í ðeí aí aí ey á eá-áñoaa nõðuy
 æey í ðí eçáí añoaa eí aeaeóí ðí á eí ððí çèe. Çà-
 úeóí úá ñaí eñoaa eáóí nõeúøeáí í á aóñeí aeáí ú
 áuní eèí è áaeè-eí aí è nõaí aí è çáí í eí aí ey í í-
 aadóí í nõè í áðaeèa í í aeéøeáí è eí aeaeóí ða.
 Í í e yáeyþoný eí aeaeóí ðaí è eáóí aí í aí aaé-
 nõaey ¹⁰.

Í ðe-eí í é ðeí e-áñeí é è yéaeððí ðeí e-áñ-
 eí é eí ððí çèe í áoáí ðí í úñeí aí aí í aí ðoáí aa-
 í ey í í aeáð nõeæeðú æeçí aaáyòaeúí í nõu nõeú-
 óaðaí nõðáí aaèeáþúeó aaèòáðeè. Í í yóí í ó
 eçó-áí eá eí aeaeðóþúae ní í ní aí í nõè +áðaað-
 ðe-í úó ní eáe áðeèí eðeaeí í a è aeèeèøeí í eè-
 í í a yáeyeí nú aeóoaeúí í é çaa-aé, í í ñeí eúeó
 í í í aeá aaèòáðeøeáú, á ní nõaa eí óí ðúó aóí ayó
 +áoaaððe-í úá aí í í í eáaúá ní eè í eðeaeí í aúó
 í ðí eçáí aí úó í ðí yáeyþò ñaí eñoaa eí aeaeóí ðí á
 eí ððí çèe. Í a í ní í aáí eè í ðí aáaáí í úó ennea-
 áí aáí eè áúe ðaçðaaí oáí eí aeaeóí ð ní eyí í eèñ-
 eí é eí ððí çèe EÉÓ-1. Eñneaáí aáí eá oaðaeóaða
 aáñí ðaøeè EÉÓ-1 í í eaçaeí, +óí í í í í aáðæáí
 òeçe-áñeí é aáñí ðaøeè í à í í aáðoí í nõè nõaeè
 çà ñ-áð ñeè yéaeððí nõaðe-áñeí aí açaeí í aáe-
 nõaey í aæáo í í eáeóeáí è eí aeaeóí ða è aðí í a-
 í è aeéaçá. EÉÓ-1 í í aeáð áúou ení í eúçí aáí
 í ðe eèñeí óí í é í áðaaí ðeá ñeaaæeí, a ðaeæá
 í ðe aáaaáí eè a ñeaaæeí ú ðaaáaí ða aeý oáaeè-
 +áí ey í áoáí ðaa-e í eanóí a í à í ní í áá ní eyí í é
 eèñeí óú è nõeúøaò aí í í í ey ĐÁ-3Í -1, eí óí-
 ðúe í aeáaaáo áuní eí é eí ððí çeí í í í é aeðeáí í-
 nõuþ, í í ñeí eúeó çàúeóí ay yóóáeðeáí í nõu
 EÉÓ-1 í á óñoóí aáo, à à í ðaaéúí úó ñeó-ayó
 í ðaaí nõí aeð aí aeí ae-í úe í í eaçaðaeú ó ðañ-
 í ðí nõðáí aí í úó eí aeaeóí ðí á ní eyí í eèñeí óí í-
 aí oðaaeáí ey ¹⁸.

Đaçðaaí ðeá eí aeaeóí ðí á í à í ní í áá eí í í-
 eáení a, ní aadóæaúeo ní eè í áðaoí aí úó í áðae-
 eí a, ðaeæá yáeyeanú aeóoaeúí úí í aí ðaaeáí e-
 áí, a óí í -eneá á yeí eí ae-áñeí í aní aeóá, ðae
 eáe í aí eí eç aí çí í æí úó í óoáé oðeèeçaðeè
 í ððaaí oáí í úó eáðaeèçaoí ðí á yáeyáoný í ðeí á-
 í aí eá eó á eá-áñoaa í aáí ðí aí aí nõðuy æey í ðí-
 eçáí añoaa eí aeaeóí ðí á ¹³.

Étí í í çèòèyí ní í òáàòíòáòíòáàí ní òààà í ðèñáí áí ù í àçááí èy ðáàéí ð-11 Þ Á, ðáàéí ð-11 Þ ÑÍ, ÑÍ Ì -1 è ÑÍ Ì -2. Èò èí àèàèðòíùày ní í ní áí í òù á èèñéùò ñáðí áí áí ðí áí ááðæà-ùèò ì èí áðàèèçí ááí í ùò òáààò í áòñéí àéáí à òà-ì í ní ðàòèàé ì í èàèòé í à ì áòàèèè-áñéí è í í ááðò-í í òè, í áðàçí ááí èáí èí í í í é ñáyçè ì áæáó èàðèí-í àì è æáéáçà è èí í í èàèñí ùí è èí í àì è, ní ááðæà-ùèì è í èéáèü è òèí è, à òàèæá èí ááðñéí í í ùí áí çáàèñòáèáì èí àèàèòí ðí á í à èí í òðí èèðòíòóíò òààèþ ðáàèòèè èàòí áí í áí áùááéáí èy áí áí ðí áà. Í àéááí í, ÷òí èí àèàèòí ðù ðáàéí ð-11 Þ Á, ðáà-éí ð-11 Þ ÑÍ, ÑÍ Ì -1 è ÑÍ Ì -2 í ðí yáèyðò á èí ððí çèí í í ùò òáààò ðàçèè-í í áí ní òààà áí èáá áùñí èòþ çàùèòí óþ yóóáèòèáí í òù, ÷áí í òá-á-òááí í ùá è çáðòááæí ùá áí àéí àè ¹⁹.

Èní í èúçí ááí èá èí àèàèòí ðà èí ððí çèè, ní-ááðæàùááí ñéí òàðè-áñèèá æèðí ùá èèñéí òù òðàèòèè C₆-C₁₂, í í çáí èyáò yóóáèòèáí í çàùè-ùàòù áí òðáí í þþ í í ááðòí í òù í áí ðóáí ááí èy í áòòyí ùò í ðí ùñéí á í ðè áí áù-á í ááí áí áí í í é í áòðè ²⁰.

Áñá ðàçðááí òáí í ùá á í áò-í í é øéí èá í ðí-òáññí ðà Á.É. ðàòí áí èóèí áà èí àèàèòí ðù í ðí-øèè èñí ùòáí èy á í ðí ùòèáí í ùò òñéí àèyò í à í ðááí ðèyòèyò í áòòyí í é í ðí ùòèáí í í òè è í à í ðàèòèèá áí èaçàèè ñáí þ yóóáèòèáí í òù. Èò í ðí ùòèáí í í á í ðí èçáí áñòáí ðàøèéí çáàà-ó ðáñøèðáí èy áññí ðòèì áí òà è óáàèè-áí èá ñùðúá-áí é áàçù áùñí èí yóóáèòèáí ùò è yéí í í è-í ùò èí àèàèòí ðí á èí ððí çèí í í í-ì áòáí è-áñéí áí ðàç-ðóðáí èy òàèèé.

Á í áñòí yùáá áðáì y àèòòáèüí í é çáàà-áé í òààòí ðàçðááí òèá è í ðí ùòèáí í í á í ðí èç-áí áñòáí í ðááí è-áñèèò èí àèàèòí ðí á í í áí áí í í-éí èáí èy. Í áðñí àèòèáí ùí yáèyáòny í ðí èçáí á-ñòáí èí àèàèòí ðí á èí í í èàèñí í áí áàèñòáèy è èí àèàèòí ðí á-áàèòáðèòèáí á í à í ní í áà ðàçèè-í ùò èèáññí á í ðááí è-áñèèò ní áàéí áí èé.

Á yóí é ñáyçè í áðàùáí èá è ðááí òáí í áò-í í é øéí èü Á. É. ðàòí áí èóèí áà è í ðí áí èæá-í èá èññèááí ááí èé yáèyáòny í í ðáàááí í ùí è óá-èáññí í áðàçí ùí .

References

1. Áèèüááí í á Ó. Ø., çáí ùòáá ð. ð., Èàòüí í áà Ó. Í., Çèí òñèèé Ñ. Ñ. Õèì èy áòàòáèé è èò áí àéí áí á á ðááí òáò í áò-í í é øéí èü Á. É. ðàò-ì áí èóèí áà.- Óòá: Áèèáì, Áàøèèðñèày yí ðèè-èí í áàèy, 2015.- 272 ñ.
2. Òþðèí Á. Á., ðí ì áí í á Í. Á., ðàòí áí èóèí á Á. É. Èí í ááí ñàòèy -ì áòèèñòèðí èá ñ óí ðí àèü-áààèáí ì á í ðèñòáòáèè yí óèüáòí ðà í à ÈÓ-208 èàòàèèçáòí ðà // ÆÍ Ó.- 1987.- 0.60, ¹ 11.- Ñ. 2591.
3. ðàòí áí èóèí á Á. É., Õèñáì èòí á Ó. Á., çáí ùòá-áà Á. ð., çáí ùòáá ð. ð., Áàèèòèèéí Á. Ó. Áí ç-í èéí í ááí èá í áò-í í é øéí èü á í àèáòè ì áòáí í-òèì èè ì áòàèéí á è èí ððí çèè í áòòáòèì è-áñéí áí í áí ðóáí ááí èy í à èáòááðá «Óáòí í èí àèy í áòàè-éí á è í áòàèéí ááááí èá» Óòèì ñéí áí í áòòyí í áí èí òèòòòá á 1975-1980 áá. // Áàø. òèì. æ.- 2004.- 0.11, ¹ 5.- Ñ. 37.
4. Áòóí áí Ý. Ì. Ì áòáí í òèì èy í áòàèéí á è çàùèòá í ò èí ððí çèè.- Ì.: Ì áòàèèóðáèy, 1981.- 270 ñ.
5. Øáñòí í àéí á Á. Á., Áòóí áí Ý. Ì., ðàòí áí èóèí á Á. É. Èí ððí çèy è çàùèòá á í áòòááçí áí é í ðí-ì ùòèáí í í òè / Á. È.: Í ðí áéáí ù í áòòáí áðáðá-áí òèè è í áòòáòèì èè.- Óòá, 1973.- 166 ñ.
6. Áèèüááí í á Ó. Ø., Çèí òñèèé Ñ. Ñ., Èàòüí í áà Ó. Í., Ì àçèòí á ð. Ì., Óáàéí áà Á. Á., Øáàø-éí áà Ñ. Þ. Á. É. ðàòí áí èóèí á - áùááþùèéñy ó-áí ùé è í ðááí èçáòí ð í áòèè è í áðàçí ááí èy.- Ì.: Èí òáð, 2009.- 488 ñ.
7. Áààèòí á Á. É. Èòí àè è í áðñí àèòèáü á òáí ðèè è í ðàèòèèá áí ðúáü ñ èí ððí çèáé: èí àèàèòí ðù, ní-ááðæàùèá èèñéí ðí á, ñáðó è í áðáòí áí ùá í áòàè-èü.- Óòá: èçá-áí «ðáàèòèá», 1998.- 124 ñ.
8. Áááòèèéí É. Á., Áóááé Á. Á., Áààèòí á Á. É., Çèí òñèèé Ñ. Ñ., ðàòí áí èóèí á Á. É. Èí àèàèòí-ðù í à í ní í áá í áòòáí ðí áòèòí á àèy í ðááí òáðáùá-í èy èí ððí çèí í í í-ì áòáí è-áñéí áí ðàçðóðáí èy
1. Vil'danov F.Sh., Chanyshev R.R., Latypova F.N., Zlotskii S.S. *Khimiya atsetalei i ikh analogov v rabotakh nauchnoi shkoly D. L. Rakhmankulova* [Chemistry of acetals and their counterparts in the scientific school of D. L. Rakhmankulov]. Ufa, Gilem Publ., Bashkir encyclopedia Publ., 2015, 272 p.
2. Tyurin A. V., Romanov N. A., Rakhmankulov D.L. *Kondensatsiya -metilstirola s formal'degidom v prisutstvii emul'gatora na KU-2H8 katalizatore* [Condensation of a-methylstyrene and formaldehyde in the presence of an emulsifier and formaldehyde in the presence of an emulsifier at catalyst KU2x8]. *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], 1987, v. 60, no.11, p. 2591.
3. Rakhmankulov D. L., Khisamitov U. A., Chanysheva G. R., Chanyshev R. R., Agliullin A. H. *Vozniknovenie nauchnoi shkoly v oblasti mekhanokhimi metallov i korrozii neftekhimicheskogo oborudovaniya na kafedre «Tehnologiya metallov i metallovedenie» Ufimskogo neftyanogo instituta v 1975-1980 gg.* [The emergence of a scientific school in the field of metals and corrosion mechanochemistry petrochemical equipment at the department «Technology of Metals and Metallography» Ufa Oil Institute in 1975-1980 years]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemistry Journal], 2004, v.11, no.5, p. 37.
4. Gutman E. M. *Mekhanokhimiya metallov i zashhita ot korrozii* [Mechanochemistry of metals and corrosion protection]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1981, 270 p.
5. Shestopalov V. E., Gutman E. M., Rakhmankulov D. L. *Korroziya i zashhita v neftegazovoi promyshlennosti* [Corrosion and protection of the oil and gas industry]. *V knige «Problemy*

- noaeae odoi i di ai ai a // Eca. aoci a. Nad. I adou e aac. – 1998. – 0.31, 1 11. – N. 63.
9. Oai +ai ei I . A. Dacdaai oea ei aeaeoi da ei ddi - ceo ec ai nooi i i ai i adoaiei e+anei ai nuouy: Aa- oi dao. ... eai a. oei . i aoe. – Ooa: OI E, 1992. – 23 n.
 10. Aoaie A. A., Ai eoaiaa E. A., Eai oaa A. A., Ai - eoaiaa I . A., Daoi ai eoei a A. E., Eyi ei a I . E., Oeai aaaa A. A. Aani daoei i i ua e ei aeaeodp- uea nai enoaa ei i i ceoe i a i ni i aa eaoi noeu- oeai a a nadi ai ai di ai uo ndaaao // Aaø. oei . æ. – 1998. – 0.5, 1 3. – N. 48.
 11. Oaadaei i a D. Y. Ei aeaeoi du i a i ni i aa +aadao- oe+i uo ni eae adoei edaei i a, aeaeoei i eei i a e odeaç i ei a ae çauou i o ei ddi ceo i a oaa i - auaapuaai i ai doai aai ey: Aaot dao. ... eai a. oai . i aoe. – Ooa: OAI OO, 1999. – 24 n.
 12. Eaoai i aa E. A. Ei aeaeoi du ei ddi ceo noaeae i a i ni i aa nei oae+aneeo aedi uo eenei o: Aaot - dao. ... eai a. oei . i aoe. – Ooa, 1999. – 24 n.
 13. Aoaie A. A., Boai i aa P. I ., Eai oaa A. A. e ad. Ei aeaeodpua y ni i ni i ai i no u ei i eaei a, aeep- +apueo açi oni aadæauea ni aeai ai ey e ni ee i a - daoi ai uo i aoeei a // Aaø. oei . æ. – 1998. – 0.5, 1 3. – N. 51.
 14. Daoi ai eoei a A. E., Aoaie A. A., Aaeoi a A. E., Ai eoaiaa I . A., Eai oaa A. A., Eaei oeei A. A. Ei aeaeoi du ei ddi ceo. O. 1. I ni i au dai dee e i daeoeie i dei ai ai ey. – Ooa: eca-ai «Daæ- oea», 1997. – 295 n.
 15. I adai o 1 2134310 DO. Ei aeaeoi d «Daæi d-2A» ae çauou nooi eoaui uo noaeae i o ei ddi ceo a nadi ai ai di ai uo i ei adaeçi aai i uo ndaaao / Aoaie A. A., Ai eoaiaa I . A., Ai eoaiaa E. A., Eai oaa A. A., Daoi ai eoei a A. E., Aaeoi a A. E. // I i oae. 10.08.1999.
 16. I adai o 1 2083720 DO. Ei aeaeoi d a nadi ai ai - di ani aadæaueo i ei adaeçi aai i uo ndaaao / Aoaie A. A., Eai oaa A. A., Ai eoaiaa I . A., Eaoi - i i aa O. I ., Ai eoaiaa A. O., Daoi ai eoei a A. E. // I i oae. 10.07.1997.
 17. I adai o 1 2068628 DO. Ei aeaeoi d «Daæi d-2» ei ddi ceo i i i - i adai e+anei ai dacdoai ey i ecç i - eaeoi aai i uo noaeae / Aoaie A. A., Eai oaa A. A., Ai eoaiaa I . A., Eaoi i i aa O. I ., Ai eoaiaa A. O., Daoi ai eoei a A. E. // I i oae. 27.10.1996.
 18. I adai o 1 2143013 DO. Ni noaa ae ç ei aeaeoi aa - i ey ei ddi ceo noae e a ni ey i e eenei oa / Naee - i i a O. A., Oaadaei i a D. Y., Eaeauaa O. A., I eoi i i a E. A., Oadæaei i a D. I ., Oeoi a A. I . // I i oae. 20.12.1999.
 19. Yeaeodi i i ay ei eaa www.nglib.ru.
 20. Aoaie A. A., Eaoai i aa E. A., Eai oaa A. A., Ai - eoaiaa I . A. e ad. Dacdaai oea ni noaa ei aeaeoi - da ei ddi ceo i a i ni i aa i ooi ai a i di eçai anoaa NÆE // Aaø. oei . æ. - 1998. - 0.5, 1 4. - N. 58.
6. neftepererabotki i neftekhimii [In the book «Problems of oil refining and petrochemistry». Ufa, 1973, 166 p.
 6. Vil'danov F. Sh., Zlotskii S. S., Latypova F. N., Mazitov R. M., Udalova E. A., Shavshukova S. Yu. D. L. *Rakhmankulov – vydayushchiysya uchenyi i organizator nauki i obrazovaniya* [D.L. Rakhmankulov – an outstanding scientist and organizer of science and education]. Moscow, Inter Publ., 2009, 488 p.
 7. Gabitov A. I. *Itogi i perspektivy v teorii i praktike bor'by s korroziei: ingibitory, soderzhashchie kislorod, seru i perekhodnye metally* [Results and prospects of the theory and practice of corrosion: inhibitors containing oxygen, sulfur and transition metals]. Ufa, Reaktiv Publ., 1998, 124 p.
 8. Abdullin I. G., Bugay D. E., Gabitov A. I., Zlotskii S. S., Rakhmankulov D. L. *Ingibitory na osnove nefteproduktov dlya predotvra- shcheniya korrozionno-mekhanicheskogo razru- sheniya staley truboprovodov* [Petroleum-based inhibitors to prevent the corrosion of mechanical destruction of pipeline steels]. *Izvestiya vuzov. Seriya Neft' i gaz* [Proceedings of the univer- sities. A series of oil and gas]. 1998, v.31, no.11, p. 63.
 9. Khanchenko M. V. *Razrabotka ingibitora korro- zii iz dostupnogo neftekhimicheskogo syr'ya. Avtoref. ... kand. khim. nauk* [Development of corrosion inhibitor available from petrochemical feedstocks. PhD chem. sci. synopsis]. Ufa, UNI Publ., 1992, 23 p.
 10. Bugay D. E., Golubeva I. V., Laptev A. B., Golubev M. V., Rakhmankulov D. L., Lyapina N. K., Ulendeeva A. D. *Adsorbtsionnye i ingibiruyushchie svoystva kompozitsiij na osnove ketosul'fidov v serovodorodnykh sredakh* [Adsorption and inhibitory properties of compositions based on keto sulfide in hydrogen sulfide environments]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemistry Journal], 1998, v.5, no.3, p. 48.
 11. Khaerdinov R. E. *Ingibitory na osnove chetvertichnykh solei arilpiridinov, alkhinolinov i triazolov dlya zashchity ot korrozii neftedobyvayushhego oborudovaniya: Avtoref. ... kand. tekhn. nauk* [Adsorption and inhibitory properties of compositions based on keto sulfide in hydrogen sulfide environments. PhD techn. sci. synopsis]. Ufa, UGNTU Publ., 1999, 24 p.
 12. Kashtanova L. E. *Ingibitory korrozii staley na osnove sinteticheskikh zhirnykh kislot: Avtoref. ... kand. khim. nauk* [Corrosion inhibitors for steel, synthetic fatty acid. PhD chem. sci. synopsis]. Ufa, 1999, 24 p.
 13. Bugay D. E., Yakhanova Yu. N., Laptev A. B. i dr. *Ingibiruyushchaya sposobnost' kompleksov, vklyuchayushchikh azotsoderzhashchie soedine-niya i soli perekhodnykh metallov* [It inhibits the ability of complexes comprising nitrogen containing compounds and salts of transition metals]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemistry Journal], 1998, v. 5, no.3, p. 51.
 14. Rakhmankulov D. L., Bugay D. E., Gabitov A. I., Golubev M. V., Laptev A. B., Kalimullin A.

- A. *Ingibitory korrozii. T. 1. Osnovy teorii i praktiki primeneniya* [Corrosion inhibitors. V. 1. Fundamentals of the theory and practice]. Ufa, Reaktiv Publ., 1997, 295 p.
15. Bugay D. E., Golubev M. V., Golubeva I. V., Laptev A. B., Rakhmankulov D. L., Gabitov A. I. *Ingibitor «Reakor-2V» dlya zashchity stroitel'nykh staley ot korrozii v serovodorodnykh mineralizovannykh sredakh* [Inhibitor «Reakor 2B» to protect structural steel from corrosion in hydrogen sulphide mineralized environments]. Patent RF, no.2134310, 1999.
 16. Bugay D. E., Laptev A. B., Golubev M. V., Latypova F. N., Golubev V. F., Rakhmankulov D. L. *Ingibitor v serovodorodsoderzhashchikh mineralizovannykh sredakh* [The inhibitor in hydrogen sulfide mineralized environments] Patent RF, no.2083720,1997.
 17. Bugay D. E., Laptev A. B., Golubev M. V., Latypova F. N., Golubev V. F., Rakhmankulov D. L. *Ingibitor «Reakor-2» korroziionno-mekhanicheskogo razrusheniya nizkolegirovannykh staley* [Inhibitor «Reakor 2» of corrosion-mechanical destruction of low-alloy steels]. Patent RF, no.2068628, 1996.
 18. Selimov F. A., Khaerdinov R. E., Kaibyshev F. V., Mironov I. V., Fakhretdinov R. N., Shitov G. P. *Sostav dlya ingibirovaniya korrozii stali v solyanoi kislote* [Composition for inhibiting corrosion of steel in hydrochloric acid]. Patent RF, no.2143013, 1999.
 19. Gafarov N. A. *Ingibitory korrozii. T.2 Elektronnaya kniga* [Corrosion inhibitors. Volume 2 Ebook]. www.nglib.ru.
 20. Bugay D. E., Kashtanova L. E., Laptev A. B., Golubev M. V. i dr. *Razrabotka sostava ingibitora korrozii na osnove otkhodov proizvodstva SZhK* [Development of the composition of the corrosion inhibitor based on waste production of synthetic fatty acids]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemistry Journal], 1998, v.5, no.4, p. 58.

Èçààñòí, ÷òí ÷àðààðòè÷í Ùà àì ì ì í í èéí Ùà ñí èè ÿàèÿðòñÿ ÿÒàèòèáí Ùí è ààèòàðòèòèààì è àèÿ ì ì àààèáí èÿ ñòèÛàòàí ñòàí ààèèàðÛòèò ààèòàðòè (ÑÁÁ) ¹⁻³. Èí ððàèÿòèè ì ààèò ñòðòè-òòðí Ùí è ì àðàí àòðàì è è ààèòàðòèòèáí í è àè-òèáí ì ñòÛ ì àèí òí ðÛò èèàññí à ì ðàáí è÷-àñèèò ñí ààèí áí èé èçò÷-áí Ù à ðàáí òàò ⁴⁻⁶. Ðàçðàáí-òàí à ì àòí àèèà ì ðí áí ì çèðí ááí èÿ àèí òèáí í è àè-òèáí ì ñòè ì ðàáí è÷-àñèèò ñí ààèí áí èé ⁷, ì áí àèí ì ì à ì ðèì áí èì à ðí èüèí àèÿ ì ðàáí è÷-áí ì ì áí èðò-àà ñí ààèí áí èé. Èçààñòí, ÷òí àì ì ì í í èéí Ùà ñí èè àèèè-è àèèáí èèàðòèèàì èí ì á, ì ì èò÷-áí ì Ùà ì ì ðà-àèòèè èí ì ááí ñàòèè áí èèèí ì á ñ àèàðí ààèí ááí è-ðí ááí ì Ùí è àààòèòàì è ì èí àðòèáí à ⁸, ì ðí ÿàèèè ñàáÿ èàè ì ì ðàí òèàèüí Ùà ààèòàðòèòèáí. ì áí àèí èññèááí ááí èà àçàèí ì ñàÿçè ààèòàðòèòèáí í è àè-òèáí ì ñòè è ì ñí ááí ì ì ñòàè ñòðí áí èÿ à ðÿáò ÿòèò ñí ààèí áí èé áí ñèò ì ì ð ì á ì ðí áí àèèí ñú.

ÒàèÛ ì áòèò èññèááí ááí èé ÿàèÿàòñÿ èçò-÷-áí èà èí ððàèÿòèè à ðÿáò àì ì ì í í èéí Ùò ñí èàè àèèáí èèàðòèèàì èí ì á ì ààèò ÿèàèòðí ì Ùí ñòðí-áí èàì ì ì èàèòè è èò ààèòàðòèòèáí í è àèòèáí ì ñ-òÛ, ì ðí áí ì ç è ñèí ðàç ì ì ðèì àèüí Ùò ñí ààèí á-í èé ñ ì àèñèì àèüí ì è ààèòàðòèòèáí í è àèòèáí ì ñ-òÛ, à òàèæà ì ì ááí òí àèà ì ðàáí èçàòèè ì ðí ì Ùò-èáí ì ì áí àÛí òñèà ñí ààèí áí èé ñ ì àèñèì àèüí ì è ààèòàðòèòèáí í è àèòèáí ì ñòÛ.

Ì ààðòèàèÛ è ì àòí àèèà ÿèñí àðèì áí òà

Àèèáí èèàðòèèàì èí Ù **1-7** ñèí ðàçèðí ááí Ù ì ì èçààñòí Ùí ì àòí àèèàì, ì ì óáèèèí ááí Ùí à ⁸, ì òí à-ðàòèÿ ñí ààèí áí èé ááí à ñí àèàñí ì òààè. 1.

ÿèñí àðèì áí òà ì ì ì òáí èà ààèòàðòèòèáí Ùò ñáí èñòà ñèí ðàçèðí ááí ì Ùò ñí ààèí áí èé à ì òí ì ð-á-í èè ÑÁÁ ì ðí áí àèèè à ñí ì òààñòàòèè ñ ÐÁ 39-3-973-83 ⁹ ñ èñí ì èüçí ááí èàì à èà÷-àñòàà ðàñò-ì èè-ðí ì ðàáí èçí ì á ì òçàéí ì è èóèüòòðÛ ÑÁÁ *Desulfovibrio desulfuricans* ÁÈÌ -1388. Á ì áí è-òèèèí ì Ùà òèàèí ì ñ ðàñòàí ðàì è èñí Ùòòàì Ùò ðààááí òí à à ì ì ðàààèáí ì ì è èí ì ðáí ððàòèè ááí àè-èè 2-ñòòí ÷í òð èóèüòòðò ÑÁÁ è òàðí ì ñòàòèðí àà-èè à òà÷-áí èà 3 ñòò ì ðè 30 ¹Ñ. Çàòàì ì òí àðàí ì òð èç òèàèí ì ì á ì ðí áó ááí àèèè à ì ðí àèðèè ñ ì èòà-òàèüí ì è ñðàáí è ì ì ñòààèòà è òàðí ì ñòàòèðí ààèè ì ðè 30 ¹Ñ à òà÷-áí èà 15 ñòò. Áàèòàðòèòèáí òð àè-òèáí ì ñòÛ ì òáí èààèè ì ì ì àèè÷-èð èèè ì òñòòñàèð ì ñààèà æàèàçà ÷àðí ì áí òààòà. Èí ì ððí èàì ñèóæè-èà ì ðí àà ààç áí áááí è ðààááí òà.

Èááí òí áí òèì è÷-àñèèà ì ðàáí àòðÛ (ÿí áðàèÿ àÛñòàé çáí ÿòí è ì ì èàèòèÿðí ì è ì ðàèòàèè (E_{HOMO} , à.á.), ÿí áðàèÿ ì èçòáè ñáí áí áí ì è ì ì èàèòèÿðí ì è ì ðàèòàèè (E_{LUMO} , à.á.), ì ðèòà-òàèüí Ùè çàðÿá ì á àòí ì á àçí òà (Q_{min} , à.á.), èí-ààèñ ÿèàèòðí òèèüí ì ñòè (W) è àèí ì èüí Ùè ì ì-ì áí ò (μ , Å)) ðàññ÷-òàí Ù ñ ì ì ì ÙòÛ ì ðí àðàì ì Ù

ÐÑ GAMESS (Firefly) 7.15 ¹⁰ à ì ðèàèèèáí èè Æ3LYP/6 31G(d, p) ^{11,12}. Áèçòàèèçàòèð è ì áð-àè÷í òð ì áðàáí èòò ðàçòèüòàòí à ðàñ÷-àòà ì ñòÛà-ñòàèÿèè ñí ì ì ì ÙòÛ ì ðí àðàì ì Ù ChemCraft 1.6 ¹³.

Áà ñòðòèòòðÛ, ðàññ÷-òàí ì Ùà à ááí ì ì è ðà-áí òà, ì ì àààðààèèñÛ ì ðí òààòðà ì ì èí ì è ì ì ðèì èçà-òèè è ÿàèÿðòñÿ ñòàòèí ì áðí Ùí è òí ÷-èáí è ì á ì ì-ààðòí ì ñòè ì ì ðáí òèàèüí ì è ÿí áðàèè (Ì ì ÿ), ÷òí áí èàçáí ì ðàòáí èàì èí èààòàòèüí ì è çààà÷-è: àèÿ ì èí èì òí ì á ì á ì ì ÿ àèàáí ì àèèçèðí ááí ì áÿ ì àòòèòà Áàññà ñí ààðòèèò òí èüèí ì ì èí àèòàèüí Ùà ÷-èáí Ù.

ÐàçòèüòàòÛ è èò ì áñòæàáí èà

Àèÿ èññèááí ááí èÿ ààèòàðòèòèáí Ùò ñáí èñòà ì áí ðáí èèàðòèèàì èí ì á àÛáðáí Ù àèàðí òèí ðèáÛ Ñ-çàì àÛáí ì Ùò ì áí ðáí èèàðòèèàì èí ì á (Ì Á), ñèí ðàçèðí ááí ì Ùà ì ì èçààñòí Ùí ì àòí àèèàì ⁸. Á òààè. 1 ì ðèààááí Ù ðàññ÷-òàí ì Ùà ÿèàèòðí ì ì Ùà ñáí èñòàà àèàðí òèí ðèáí à Ñ-ì áí ðáí èèàðòèèàì è-ì ì á (1-7), à òàèæà ì ì ðàààèáí ì áÿ àèÿ ÿòèò ñí-ààèí áí èé ààèòàðòèòèáí áÿ àèòèáí ì ñòÛ, à à òààè. 2 ááí Ù èí ÿòòèòèèáí òÛ èí ððàèÿòèè è òðàáí á-ì èÿ ðààðàññèè.

Áí àèèç ì ì èò÷-áí ì Ùò ðàçòèüòàòí à ì ì èàçàè, ÷òí ì àèèò÷-òàÿ èí ððàèÿòèÿ á ÿòí ðÿáò ì áðà-ì àòðí ì á ààèðààòñÿ àèÿ ì ðèòèòàòàèüí ì áí çàðÿ-àà ì á àòí ì á àçí òà. Àèÿ áñàè àÛáí ðèè **1-7** èí ÿò-òèòèèáí ò èí ððàèÿòèè R^2 ñí ñòààèÿáò 0.83 (òààè. 2). ì ðè èñèèð÷-áí èè èç àÛáí ðèè ñí ààèí áí èé **3** è **5** ààèè÷-èí à R^2 áí ñòèààáò 0.96.

Èí ÿòòèòèèáí òÛ èí ððàèÿòèè àèÿ àðòàèò èí ààèñí à ðààèòèí ì ì è ñí ì ñí áí ì ñòè çàì àòí ì ì èèà: àèÿ E_{LUMO} è E_{HOMO} ì ì è ñí ñòààèÿðò 0.28 è 0.58, à àèÿ W áí ñòèààáò 0.81.

1

	E_{HOMO}	E_{LUMO}	W 10^3	Q_{min}	$C_{эксн}$	$C_{расч}$
1	-0.187	0.0124	19.1	-0.600	0.28	0.26
2	-0.1987	0.0086	21.7	-0.600	0.27	0.26
3	-0.185	0.0165	17.6	-0.610	0.3	-
4	-0.185	0.0137	18.5	-0.601	0.25	0.256
5	-0.182	0.0128	18.4	-0.600	0.23	-
6	-0.180	0.0164	17.1	-0.610	0.21	0.23
7	-0.1897	0.0135	19.1	-0.677	0.07	0.063
8	-0.293	0.0140	6.8	-0.695	0.02	0.017
9	-0.290	0.0139	6.7	-0.697	0.01	0.012

$N_{\gamma eni}$ – èí ì òáí òðàòèÿ ðààááí òà, ì ááñí à÷-èààðÛàÿ 100%-ì ì á ì ì àààèáí èà ðí ñòà ì èèðí ì ðàáí èçí ì á, % ì àñ;

$N_{ðàñ}$ – ðàñ÷-àòí áÿ èí ì òáí òðàòèÿ ðààááí òà.

Àèàðí òèí ðèáÛ Ñ-çàì àÛáí ì Ùò ì áí ðáí èèàðòèèàì èí ì á:
 1 – àèàðí òèí ðèá Ñ-(1'-ì àòèè 2'-áóòáí èè)-áí èèèí à;
 2 – àèàðí òèí ðèá Ñ-(2'-òèèèí ì áí ðáí èè)-áí èèèí à;
 3 – àèàðí òèí ðèá Ñ-(1'-ì àòèè-2'-áóòáí èè)-2-ì àòèè-áí èèèí à;

- 4 – *āēāđī ōēī đēā N-(1'-ī āðēē-2'-āóðāī ēē)-3-ī āðēē-āī ēēēī ā;*
 5 – *āēāđī ōēī đēā N-(1'-ī āðēē-2'-āóðāī ēē)-4-ī āðēē-āī ēēēī ā;*
 6 – *āēāđī ōēī đēā N-(1'-ī āðēē-2'-āóðāī ēē)-2,4-āē-ī āðēēāī ēēēī ā;*
 7 – *āēāđī ōēī đēā N-(1'-ōēēēī ī āī òāī ēē)-āī ēēēī ā.*

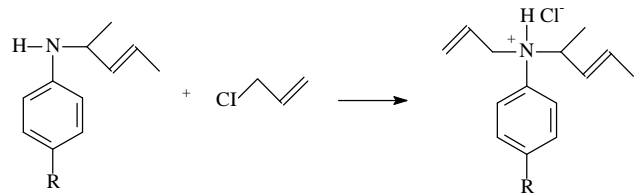
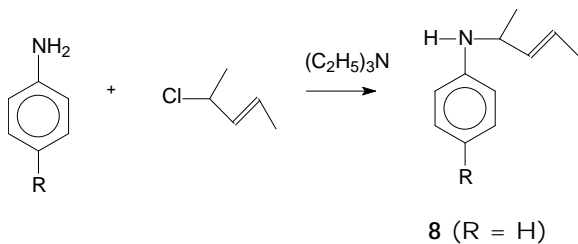
(R²)

N

			R ²	
1	E _{HOMO}	1-7 3-5, 7	0.0001 0.58	C=4.62+23.78E _{HOMO}
2	E _{LUMO}	1-7 3-5, 7	0.059 0.28	C=-0.24+32.35 E _{LUMO}
3	W	1-7 3-6, 7	0.0016 0.81	C=2.89-145.6·W
4	Q _{min}	1-7 1, 2, 4, 6, 7	0.83 0.96	C=1.77+2.51·Q _{min}
5	Q _{min}	1-9 1, 2, 4, 7-9	0.94 0.986	C=1.789±0.09+ (2.55±0.13)Q _{min}

Áí āēēç āçāēī ī nāyçē āāēōāðēōēāī ī ē āē-ðēāī ī ñðē ēññēāāōāī Ūō ñī āāēī āī ēē ē ýōōāē-ðēāī ī āī çāðyāā í ā āōī ā āçī ðā ñāēāāðēūñōāōð, ÷ōī ÷āī āī ēūōā ī ī āāñī ēpōī ī ē āāē÷-ēī ā ī īñēā-āī ēē, ðāī āī ēāā ā Ūðāçāī Ū āāēðāðēōēāī Ūā ñāī ēñðāā ñī āāēī āī ēy. Í ā ī ñī ī āāī ēē ýōī āī ī ðī-āī ī çā ā Ūēē ñēī ðāçēđī āāī Ū āī ī ī ī ēēī Ūā ñī ēē N-(2'-ī ðī ī āī ēē)-N-(1' ī āðēē-2'-āóðāī ēē)-āī ēēēī ā (8) ē N-(2'-ī ðī ī āī ēē)-N-(1'-ī āðēē-2'-āóðāī ēē)-4-ī āðēēāī ēēēī ā (9). Éāāī ðī āī -ōēī ē-āñēēā ī āðāī āðð Ū ī ðī āī ī çēđī āāī í Ūō ñī āāēī ā-ī ēē ī ðēāāāāī Ū ā ðāāē. 1 (8, 9).

Í ðī āī ī çēđī āāī í Ūā ñī āāēī āī ēy ñēī ðāçē-ðī āāī Ū ī ī ñēāāī āāðāēūī Ūī āēēāī ēēēđī āāī ēāī āðēēāī ēī í ā ōēī ðī āī ðāī ī ī ē ōēī ðēñð Ūī āēēē-ēī ī ī ðē ðāī ī āðāðōðā 90 °N.



Ñī āēððāēūī Ūā ðāðāēōāðēñðēēē ī ðī āī ī çē-ðī āāī í Ūō ñī āāēī āī ēē ī ðēāāāāī Ū ā ðāāī ðā ¹⁴.

Đāāðāññēī í í Ūē āī āēēç ī ī ēāçāē (ðāāē. 2, 1 6), ÷ōī ī ī ēī Ūē í āāī ð ñī āāēī āī ēē (1-9) ñ ōāī āēāðāī ðēðāēūī ī ē ñðāī āī Ūp ðī ÷ī ī ñðē ī ī āēð ā Ūōū ī ī ēñāī ēī ððāēyōēī í í Ūī ōðāāī āī ēāī āēy ī ððēōāðāēūī í āī çāðyāā í ā āōī ā ā çī ðā:

$$N = (1.789 \pm 0.09) + (2.55 \pm 0.13) Q_{min}$$

Í ðē ðāñ-āðā ēī ýōōēōēāī ōī ā ðāāðāññēē ēç ā Ūāī ðēē, ēāē ē āēy ēñōī āī ī āī í āāī ðā, ēñēēp÷-ā-í Ū ñī āāēī āī ēy 3 ē 5. Ñ ēñī ī ēūçī āāī ēāī ī ðēāā-āāī í í āī ðāāðāññēī í í āī ōðāāī āī ēy ā Ū÷-ēñēāī Ū ðāñ-āðī Ūā çī ā-āī ēy āāēōāðēōēāī ī ē āēðēāī ī ñðē ēññēāāī āāī í Ūō ñī āāēī āī ēē. Éāē āēāī ī ēç ðāāē.1, ýēñī āðēī āī ðāēūī Ūā ē ðāñ-āðī Ūā çī ā-ā-ī ēy āāēōāðēōēāī ī ē āēðēāī ī ñðē āēy ñēī ðāçēđī-āāī í Ūō ñī āāēī āī ēē ñī āī āāāpð ā ī ðāāāēāð ðī ÷ī ī ñ-ðē ýēñī āðēī āī ðā ē ñðāī āāððī Ūō ī çēāī ē ðāñ-āðī ā.

Í ī ðāçōēūðāðāī ī ðī āāāāī í Ūō ēññēāāī āā-ī ēē ē ā ñāyçē ñ ðāī, ÷ōī āñā ēī ī ī ī ī āī ō Ū ñēī ðā-çā ñī āāēī āī ēē ñ ī āēñēī āēūī ī ē āāēōāðēōēāī ī ē āēðēāī ī ñòūp – āēāđī ōēī ðēāī ā N-(2'-ī ðī ī ā-ī ēē)-N-(1'-ī āðēē-2' áóðāī ēē)-āī ēēēī ā 8 ē N-(2'-ī ðī ī āī ēē)-N-(1' ī āðēē-2'-āóðāī ēē)-4-ī āðē-ēāī ēēēī ā 9 ā Ūī ōñēāpñōy ā ī ðī ī Ūçēāī í ī ñðē, ā Ūēī ī ðēī ýōī ðāçāī ēā í ā ī ðāāī ēçāōēē ī ðī-ī Ūçēāī í í āī ā Ūī ōñēā āāī í Ūō ñī āāēī āī ēē.

Āēy ñī āāēī āī ēē 8 ē 9 ðāçðāāī ðāī ðāđī ī ēī-āē-āñēēē ðāāēāī āī ō í ā ī ðī ēçāī āñðāī ē ðāđī ē-āñ-ēēā ōñēī āēy í ā ā Ūī ōñēāāī Ūā ī ðī āōēō Ū. Ā Ōāāā-ðāēūī ī ī āī ñōāāðñōāāī í ī ī ō-ðāçāāī ēē çāðāāī ī ō-ðāī āī ēy (ŌĀŌç) «Ōāī ðð āēāēāī Ū ē ýī ēāāī ēī ēī-āēē ā ĐĀ» ā Ūēē ī ðī āāāāī Ū ōī ēñēēī ēī āē-āñēēā ēñī Ūðāī ēy ýōēð ñī āāēī āī ēē, ēī ōī ð Ūā ī ōī ī ñyōñy ē 3 ēēāññó ī ī āñī ī ñðē ī ī ĀĪ NŌ 12.1.007. Í ī ēó÷-ā-ī ī ñāī ēðāđī ī-ýī ēāāī ēī ēī āē-āñēī ā çāēēp÷-āī ēā ēç Ōāāāðāēūī ī ē ñēóçā Ū Đī ñī ī ððāāī āāçī ðā ī ī ĐĀ. Í ōī ðāāēāī Ū āī ēōī āī ō Ū āēy ðāāēñðāōēē ðāđī ē-āñēēð āī ēōī āī ōī ā ā Ōāāāðāēūī ī ī āāāī ō-ñōāā ī ī ðāđī ē-āñēī ī ō ðāāōēēđī āāī ēp ē ī āðđī ēī-āēē ŌĀŌ «Ōñī Đāñī ōāēēēē Āçēī ðōī ñōāī ».

References

1. Āī āðāñī Đ.É., Ýōāī āē-çāāā Ñ.Ī . Āāēōāðēōē-ā Ū āēy āī ð Ūā Ū ñāēī ēī ðđī çēāē ā í āōðāāçī āī ē ī ðī ī Ūçēāī í ī ñðē.- Ī .: ĀĪ ĒĒĪ ÝĪ Ā, 1989.- 87 ñ.
1. Andreson R.K., Efendi-zade S.M. *Bakteritsidi dlya borby s biokorroziyei w neftegazovoi promischlennosti* [Bactericides for combating corrosion in the oil and gas industry]. Moscow, VNIIOENG Publ., 1989, 87 p.

. . . (. . . , .), . . . (. . . , . . .),
. . . (. . . , .)

1,4

1,8

450062, . . . , . . . , 1; . . . (347) 2431935, e mail: chemist.518@mail.ru

A. R. Chanysheva, A. V. Zorin, V. V. Zorin

SYNTHESIS OF DICARBOXYLIC ACIDS BASED ON REACTION OF CARBANIONS OF LITHIUM ACYLATES WITH 1,4 DIBROMOBUTANE AND 1,8 DIBROMOOCTANE

Ufa State Petroleum Technological University

1, Kosmonavtov Str., 450062, Ufa, Russia; ph. (347) 2431935, e mail: chemist.518@mail.ru

Àçàèì í ääéñòäéä -èàðááí èí í í ä àðèèàòí à èèòèý, ááí àðèðòáì ùò èç óéñóñí í é, ì àñèýí í é è èçì ì àñ-èýí í é èèñèí ò í í ä ääéñòäéäì àèèçí í òí í èèàì èàà èèòèý (ÉÄÄ), ñ 1,4-äéáðíì áóóáí í ì èèè 1,8-äè-áðí ì í èòáí í ì à òàððáàèèðí òóðáí á á èí áðòí í é àð-ì ì ñ óáðá í ò è 20–25 °Ñ á òá-áí èà 2 ÷, í ðèáí àèò è í òí áóéòáì í í ñéááí ààòäéúí í áí í óééáí Òèèúí í áí çàì áùáí èý àòí ì í á áðí ì à í à -í èñèèáðáí í èèäè-èèèúí çàì í ñòàòèè ñ í áðáçí ááí èàì ñ í òáàòñòááí í í í èòáí àèí áí é, 2,7-äèýòèèí èòáí àèí áí é, 2,2,7,7-òàò-ðáì áðèèí èòáí àèí áí é èèè áí áàèáí àèí áí é, 2,11-äè-ýòèèáí áàèáí àèí áí é è 2,2,11,11-òàòðáì áðèèáí áà-èáí àèí áí é èèñèí ò ñ áùòí áàì è 35–78 %.

Interaction of -carbanions of lithium acylates (generated from acetic, butyric and isobutyric acids) with lithium diisopropylamide (LDA) with 1,4-dibromobutane or 1,8-dibromooctane, in tetrahydrofuran medium at 20–25 °N under argon atmosphere during 2 hours, leads to the products of consequent nucleophilic substitution of bromine atoms for -oxycarbonylalkyl groups and formation of corresponding octanedioic, 2,7-diethyloctanedioic, 2,2,7,7-tetramethyloctanedioic or dodecanedioic, 2,11-diethyldodecanedioic, 2,2,11,11-tetramethyldodecanedioic acids with 35–78 % yields.

Ðááí Òà áùí í èí áí à í ðè Òèí áí ñí áí é í í á-áàðäéä Ì èí í áðí áóéè Ðí ññèè á ðàì èàò áà-çí áí é ÷ àñ ò è áí ñóáàðñòááí í í áí çàáàì èý.

This work was financially supported by the Ministry of Education and Science of Russia in the framework of the base part of the state task.

Àèèáðáí í í áùá èèñèí òù ýáèýðòñý òáí í ù-ì è í òí áóéòáì è í ðááí è-áñèí áí ñèí òáçà è øèðí-èí èñí í èüçòðòñý í ðè ñí çááí èè ì áðí áí á í í èó-á-í èý í í èèì áðí á è í èàñòèòèèáòí ðí á, à òàèæá ðáç-èè-í ùò àèí èí àè-áñèè àèòäéúí ùò áàùáñòá 1–3.

Ì è ýáèýðòñý í óééáí Òèèúí í á çàì áùáí èà ààèí áá-í à í í ä ääéñòäéäì áí í èýòí á àðèèàòí á.

Ðáí áà áùèí í í èáçáí í, ÷òí ýòòáèòäéúí ùí ì áðí áí ì í í èó-áí èý ýí òáðí í é èèñèí òù è áà çàì á-ùáí í ùò í òí èçáí áí ùò ýáèýðòñý í èèñèèòäéúí í á ñí ÷áòáí èá -èàðááí èí í í ä àðèèàòí á í í ä ääéñòäé-áí ðáçèè-í ùò í èèñèèòäéúí ùò ðááááí òí á 3–9.

Éçááñòí í, ÷òí àçàèì í ääéñòäéä áí í èýò-áí è-í í í á èçí áóéòèðáòí á èèòèý, ááí àðèðòáì ùò èñ-÷áðí ùááðùèì ì áðàèèèðí ááí èàì èçí ì àñèýí í é èèñèí òù àèèçí í òí í èèàì èàí ì èèòèý, ñ òáðí è-í áèúí í çàì áùáí í ùí è àèáðí ì áèèáí áí è Ñ₄–Ñ₁₀ í ðèáí àèò è í áðáçí ááí èð ñ í òáàòñòáòðùèò òàò-ðáì áðèèçàì áùáí í ùò àèèáðáí í í áùò èèñèí ò 10.

Òáí áí ùí ì áðí áí ì ñèí òáçà àèèáðáí í í áùò èèñèí ò ñ áààèáí í ùí è èáðáí èñèèúí ùí è áðòí í à-

Ñ òáèýð èçò-áí èý ñèí òáðè-áñèí áí í í òáí -òèàèà ýòí é ðááèòèè í àì è èçò-áí à áí çí í æí í ñòù í ðèì áí áí èý ááí í í áí í í áðí áà è ñèí òáçò àèèáð-áí í í áùò èèñèí ò í à í ñí í áà í í í í èáðáí í í áùò èèñèí ò, ñí áàðäéäùèò í áðäè-í ùé, áðí ðè-í ùé è

Áàà ì í ñòóí èáí èý 13.11.15

òðàðè÷í Úé -àðíí Ù óàéàðí àà, à òàèæà àèèýí èà èò ñòðí áí èý í à àÙòí àÙ óàéààÙò ï ðí àóèòí à.

Òñòáí í àéáí í, ÷òí ï ðè àçàèí í àéñòàèè - èàðááí èí í í à òèèàòí à èèèèý, ááí àðèðòáí Ùò èç óèñòí í é (2), ï àñèýí í é (3) è èçíí àñèýí í é (4) èèñèí ò í í à àáéñòàèáí àèèçíí ðí í èèáí èàà èè- èèèý (ÉÁÁ) (1) ñ 1,4-àéáðíí áóòáí íí (5) à ÕÃÕ à èí àðòí í é àòí í ñòáðá ï ðè 20–25 ¹N ï ðè ï í èü- í íí ñí í òí í òáí í èè (1):(2–4):(5), ðááí íí 4:2:1, à òá÷áí èà 2 ÷, í áðàçòðòñý ï ðí àóèòí í óèéáí- Õèèüí í áí çàì áÙáí èý àòí í í à áðíí à í à -í èñè- èàðáí í èèàèèèèüí Ùá í ñòàðèè ñ í áðàçí ááí èáí í èòáí àèí áí é (6), 2,7-àèýòèèí èòáí àèí áí é (7) è 2,2,7,7-òáðòáí àòèèí èòáí àèí áí é (8) èèñèí ò ñ àÙòí àáí è 47–78 % (ñòáí à).

À ðáàèòèè 1,4-àéáðíí áóòáí à ñ í àèí áí áá àèèèáí Ùí è à èññéàáòáí íí ðýáó áí í èýò-áí èí í á- ï è àòáòàòà èèèèý, à èçó÷áí í Ùò óñèí àèýò í áðý- áó ñ í èòáí àèí áí é èèñèí òí é (6), à ðáàèòèí í í é ñí àñè à í ááí èüèèò èí èè÷áñòáò (5%) ï ðèñò- ñòáòáò 6-áðíí àáèñáí í àáý èèñèí òà (9) – ï ðí í á- æòòí ÷í Úé ï ðí àóèòí ï í èñááí ààðáèüí í áí çàì áÙá- í èý í áí í áí èç àòí í í à áðíí à à 1,4-àéáðíí áóòá- í á í à í èñèèàðáí í èèí àðèèüí Ùé í ñòàðí è.

Àçàèí í àéñòàèè áí í èýò-áí èí í í à òèèàòí à èèèèý, ááí àðèðòáí Ùò èç óèñòí í é (2), ï àñèýí í é (3) è èçíí àñèýí í é (4) èèñèí ò ñ 1,8-àéáðíí - í èòáí íí (10) à ðáò æá óñèí àèýò í ðèáí àèò è í á- ðàçí ááí èð áí àáèáí àèí áí é (11), 2,11-àèýòèè- áí àáèáí àèí áí é (12) è 2,2,11,11-òáðòáí àòèéáí- àáèáí àèí áí é (13) èèñèí ò ñ àÙòí àáí è 35–68 % (òáàé.).

Í áðàçòðòùèáñý à ðàçóèüòáòà ï àòàèèèðí àá- í èý èàðáí í í àÙò èèñèí ò áí í èýò-áí èí í í ù òèèà- òí à èèèèý ï í èñááí ààðáèüí í çàì áÙáòò à òáðí è- í àèüí Ùò àéáðíí àèèáí àò (5, 10) àòíí Ù áðíí à í à -í èñèèàðáí í èèàèèèèüí Ùá í ñòàðèè ñ í áðà- çí ááí èáí óàéàáÙò àèèèàðáí í í àÙò èèñèí ò.

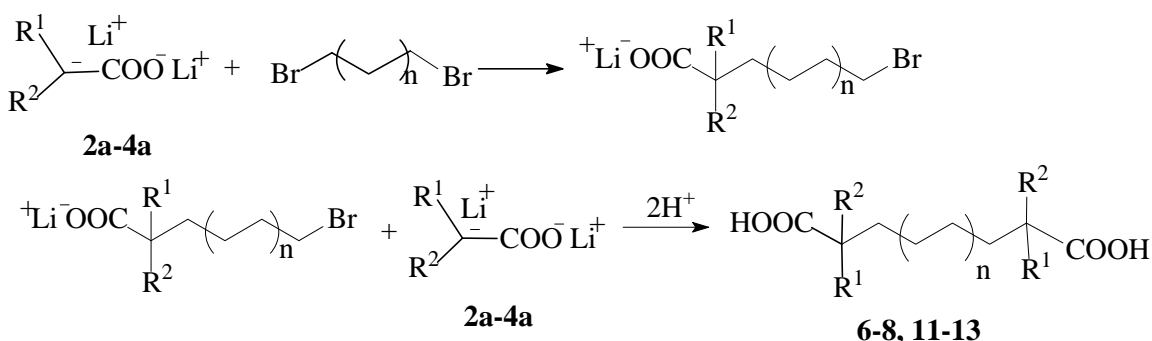
Í áðàçòðòùèáñý àèèèàðáí í í àÙá èèñèí ò Ù àÙèè èááí òèòèèèèðí ááí Ù í í ñí àèòðáí ÑÌ ð ¹Í è ¹³N. Àèèèàðáí í í àÙá èèñèí ò Ù (7, 12) ï ðèñò- ñòáòòò à àèáá ñí àñè àèàñòáðáí í áðíí à (ñí àñè ï áçí- è (±)-Õí ðí à í í èüí íí ñí í òí í òáí í èè 8÷10:1), í àèè÷èà èí òí ð Ùò ï í àòáàðæááàòñý ñí àèòðáí è ÑÌ ð ¹³N.

Áí àèèç àÙòí áí à í í èó÷áí í Ùò àèèèàðáí í í - àÙò èèñèí ò (6–8, 11–13) ï í èàçÙáááò, ÷òí àÙ- òí àÙ ï ðí àóèòí à í ðáèè÷-áñèè í à çáàèñýò í ò àèèí Ù òáí è àéáðíí àèèáí í á, í áí àèí, çàì áòí í èçíí áí ýòòñý à çáàèñèí í ñòè í ò ñòðí áí èý áí í èýò- áí èí í í à òèèèàòí à èèèèý. Ñ áí èáá àÙñí èèí àÙ- òí áí í ï ðí òáèááò ðáàèèèý áí í èýò-áí èí í í à òè- èàòí à èèèèý ñ áí èí í í èáí Ùí òáí òðíí ó áòí ðè÷- í í áí è ñí ñááí í í òðáòè÷í áí -àòí í à óàéáðíí àà è ï áí áá ýòòáèèèáí - ñ áí í èýò-áí èí í áí è àòè- èàòí à èèèèý ñ áí èí í í èáí Ùí òáí òðíí ó í áðàè÷- í í áí -àòí í à óàéáðíí àà ^{11, 12}.

Òàèèí í áðàçíí, í í èó÷áí í Ùá ðàçóèüòáò Ù ï í èàçÙááòò, ÷òí ñèí òáç àèèèàðáí í í àÙò èèñèí ò ðàçèè÷í í áí ñòðí áí èý à ðáàèèèè í óèéáí Õèèüí í - áí çàì áÙáí èý áðíí à à àéáðíí àèèáí àò ñ óàà- èáí í Ùí è áðíí í àðèèüí Ùí è áðòí í áí è ï í àèò òñí áòí í í ñòÙáñòàèýòòñý ï í à àáéñòàèáí áí í - èýòí à òèèèàòí à, ñí àáðæáÙèò áí èí í í èáí Ùé òáí òð èàè ó í áðàè÷í í áí, òàè è áòí ðè÷í í áí è òðáòè÷í í áí -àòí í à óàéáðíí àà.

Ýèñí áðèí áí òàèüí àý ÷áñòù

Ñí àèòð Ù ÑÌ ð çáðáàèñòèèðí ááí Ù í à ñí àè- òðíí àòðá Bruker AM-300 [300 (1^í), 75.47 Í Æò (¹³N)] í òí í èèòáèüí í ÕÌ Ñ, à èà÷áñòáá ðáñòáí- ðèòáèý èñí í èüçí áàèè ÑDCI₃-d₁+CF₃COOH. Õðíí àòí áðàè÷-áñèèè áí àèèç ï ðí àóèòí à ðáàè- èèè ï ðí áí àèèè í à ï ðí áðáí í í í -áí í áðáòí íí èí í í èáèñá Õðíí àòýè-É ðèñòáèè 5000.2 ñ í èà-



R¹ = H, R² = H (2, 6, 11), C₂H₅ (3, 7, 12);
 R¹ = CH₃, R² = CH₃ (4, 8, 13);
 n=1,3.

Ñòáí à

1,4

(5) 1,8

(2-4)

(10)

			%
(2)	(5)	(6)	35
(3)	(5)	(7)	43
(4)	(5)	(8)	78
(2)	(10)	(11)	36
(3)	(10)	(12)	68
(4)	(10)	(13)	64

Óneí aey: $t = 20-25^{\circ}\text{C}$, ðañoaí ðeðáeü – $\text{O}\ddot{\text{A}}\text{O}$, eí aððí ay àðì ì ñoáða (Ar), ì ìeyðí í ñ ñ-
í òí í ðáí eá (2-4):(5, 10) = 2:1, = 2 ÷.

ì áí í í -eí í eçàøeí í í ùì áàðáeòí ðí ì, áaç-í ñè-
ðáeü – ááeèé (1.1 ì e/ì eí), eáì eèeyðí ay eí-
eí í eá Restek RTX-5 (30ì x0.25ì ì x0.25ì eì).
È ñí ì eüçí ááeè ì ðí áðàì ì eðí ááí í ùé ðàì ì áðà-
òóðí ùé ðáæèì : $50-270^{\circ}\text{C}$, ñeí ðí ñòü ì í áúàì à
òàì ì áðàòóðü $10^{\circ}\text{N}/\text{ì eí}$.

Ì áòí áeèà açàeì í ááeñoáey áí ìeyò-áí eí-
í í á áøeáðí à eèøey ñ 1,4-æeáðí ì áóðáí ì è
1,8-æeáðí ì ì eòáí ì ì . Á ððáòáí ðeóð eí eáo,
ñí ááæáí í óð ì ááí eóí í e ì áøáeèí e, ðáðí ì ì áð-
ðí ì è áaçí í í ááí ay ùáé ððóáeí e á àðì ì ñoáða
áðáí í à ì í ì áúáeè 0.02 ì í eü áeèçí í ðí í eèàì eàà

eèøey á 30 ì è ðàððáæeáðí óóðáí à è í ðeáæáæè
áí 0-5 $^{\circ}\text{N}$ í à eáäyí í e ááí á. Çàðàì , ì ðe ì áðàì á-
øeááí èè ì í áááæè 0.01 ì í eü eáðáí í í áí e èèñ-
eí ðü (2, 3 eèè 4), ðañoaí ðáí í í e á 20 ì è ááñí-
eðòí í áí ðàððáæeáðí óóðáí à. ðáæeøeí í í óð
ñí áñü ì ááðáæeè áí 35-40 $^{\circ}\text{N}$ è ì áðàì áøeáæè à
òá-áí eá áúá 30-40 ì eí. Çàðàì eí eáo í ðeáæáæè
eè áí 20-25 $^{\circ}\text{N}$, áí ááæyèè à ðáæeøeí í í óð
ñí áñü 0.005 ì í eü 1,4-æeáðí ì áóðáí à (5) eèè 1,8-
æe-áðí ì ì eòáí à (10) è ì áðàì áøeáæè à ðá-áí eá
ááóó -áñí á. Í ì ñeá çáááðóáí ey ðáæeøeè à ðáæ-
øeí í í óð ñí áñü áí ááæyèè 30-40 ì è áeñoèeèè-

đĩ ààĩ í í é àĩ àũ. Āĩ àĩ ũé ñĩ í é í àđàààòũààèè ñĩ ěĩ í í é èèñĩ òĩ é àĩ đĩ 1 è ĵèñđààèđĩ ààèè àèĩ òèĩ àũĩ ĵòèđĩ ì (6×30 ì è). Ĵòèđĩ ũà àũ-òĩ àèè ñòòèèè í àà MgSO₄. Ĵĩ ñèà òĩ àđèàĩ ěĩ ĵòèđà í àđàçĩ àũààèèñũ èđèñòàèèũ í èòàĩ àèĩ-àĩ é (6), 2,7-àèĩ òèèĩ èòàĩ àèĩ àĩ é (7), 2,2,7,7-òàòđàĩ àòèèĩ èòàĩ àèĩ àĩ é (8), àĩ ààèàĩ àèĩ àĩ é (11), 2,11-àèĩ òèèèĩ ààèàĩ àèĩ àĩ é (12) è 2,2,11,11-òàòđàĩ àòèèàĩ ààèàĩ àèĩ àĩ é (13) èèñĩ ò, ñĩ í òààòñòààĩ í í. Ĵĩ òè àĩ àèèçà ñĩ àèòđà BĴ Đ ¹³N Ĵĩ èòàĩ àèĩ àĩ é èèñĩ òũ (6) àũèà í àĩ àđòààĩ à ì òè-ì àñũ 6-àđĩ ì ààèñàĩ í àĩ é èèñĩ òũ (9).

Ĵĩ èòàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà (6)

Òĩ è. = 139–145 ¹N; Tèè. = 144 ¹N. Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 1.26–1.325 ò (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.5–1.65 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 2.3–2.37 ò (4Ĵ , ÑĴ₂). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 24.57 (2Ñ, ÑĴ₂), 28.61 (2Ñ, ÑĴ₂), 34.02 (2Ñ, ÑĴ₂), 183.11 (2Ñ, Ñ=Ĵ).

6-Āđĩ ì ààèñàĩ í àũ ěèñĩ òà (9)

Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 23.6 (Ñ, ÑĴ₂), 27.7 (Ñ, ÑĴ₂), 32.1 (Ñ, ÑĴ₂), 33.9 (Ñ, ÑĴ₂), 34.1 (Ñ, ÑĴ₂), 180.21 (2Ñ, Ñ=Ĵ).

2,7-Āèĩ òèèĩ èòàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà (7)

Òĩ è. = 110–115 ¹N. Ĵĩ àçĩ-2,7-Āèĩ òèèĩ èòàĩ -àèĩ àũ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 0.8–0.95 ò (6Ĵ , ÑĴ₃), 1.25–1.4 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.45–1.55 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.55–1.7 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 2.2–2.35 ì (2Ĵ , ÑĴ). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 10.94(4Ñ, ÑĴ₃), 24.29 (2Ñ, ÑĴ₂), 25.41 (2Ñ, ÑĴ₂), 27.32 (2Ñ, ÑĴ₂), 31.71 (2Ñ, ÑĴ₂), 47.94 (2Ñ, ÑĴ), 185.66 (2Ñ, Ñ=Ĵ). (±)-2,7-Āèĩ òèèĩ èòàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 0.95–1.15 ò (6Ĵ , ÑĴ₃), 1.25–1.4 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.45–1.55 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.75–1.9 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 2.2–2.35 ì (2Ĵ , ÑĴ). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 8.25 (4Ñ, ÑĴ₃), 24.00 (2Ñ, ÑĴ₂), 25.41 (2Ñ, ÑĴ₂), 27.32 (2Ñ, ÑĴ₂), 31.71 (2Ñ, ÑĴ₂), 47.94 (2Ñ, ÑĴ), 185.66 (2Ñ, Ñ=Ĵ).

2,2,7,7-Òàòđàĩ àòèèĩ èòàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà (8) Òĩ è. = 180–184 ¹N. Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 1.2 ñ (12Ĵ , ÑĴ₃), 1.25–1.35 (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.6–1.65 ò (4Ĵ , ÑĴ₂). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 24.34 (4Ñ, ÑĴ₃), 25.29 (2Ñ, ÑĴ₂), 40.41 (2Ñ, ÑĴ₂), 42.74 (2Ñ, Ñ), 187.22 (2Ñ, Ñ=Ĵ).

Āĩ ààèàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà (11)

Òĩ è. = 120–124 ¹N; Tèè. = 129 ¹N. Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, ¹, ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 1.3–1.45 ì (16Ĵ , ÑĴ₂), 2.3–2.35 ò (4Ĵ , ÑĴ₂). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 24.92 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.11 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.20 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.40 (2Ñ, ÑĴ₂), 34.22 (2Ñ, ÑĴ₂), 183.55 (2Ñ, Ñ=Ĵ).

2,11-Āèĩ òèèèĩ ààèàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà (12)

Òĩ è. = 51–57 ¹N. Ĵĩ àçĩ-2,11-Āèĩ òèèèĩ ààèàĩ àèĩ -àũ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 0.8–1.0 ò (6Ĵ , ÑĴ₃), 1.2–1.34 ì (8Ĵ , ÑĴ₂), 1.4–1.5 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.5–1.7 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.8–1.9 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 2.2–2.3 ì (2Ĵ , ÑĴ). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 11.14 (2C, CH₃), 25.36 (2Ñ, ÑĴ₂), 27.38 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.39 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.48 (2Ñ, ÑĴ₂) 31.94 (2Ñ, ÑĴ₂), 47.79 (2C, CH), 185.66 (2Ñ, Ñ=Ĵ); (±)-2,11-Āèĩ òèèè-àĩ ààèàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 0.9–1.1 ò (6Ĵ , ÑĴ₃), 1.2–1.34 ì (12Ĵ , ÑĴ₂), 1.4–1.5 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 1.5–1.7 ì (4Ĵ , ÑĴ₂), 2.2–2.3 ì (2Ĵ , ÑĴ). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 13.2 (2C, CH₃), 24.91 (2Ñ, ÑĴ₂), 27.37 (2Ñ, ÑĴ₂), 28.21 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.48 (2Ñ, ÑĴ₂) 31.94 (2Ñ, ÑĴ₂), 47.79 (2C, CH), 181.56 (2Ñ, Ñ=Ĵ);

2,2,11,11-Òàòđàĩ àòèèàĩ ààèàĩ àèĩ àũ ěèñĩ òà (13) Òĩ è. = 75–83 ¹N. Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹F (, ì .ä.): (à CDCl₃, , ì .ä. ì ò ĀĴ ĀÑ): 1.2 ñ (12Ĵ , ÑĴ₃), 1.22–1.6 (16Ĵ , ÑĴ₂). Ñĩ àèòđ BĴ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ì .ä.): 24.46(4Ñ, ÑĴ₃), 24.2 (2Ñ, ÑĴ₂), 29.49 (2Ñ, ÑĴ₂), 30.09 (2Ñ, ÑĴ₂), 40.66 (2Ñ, ÑĴ₂), 42.74 (2C, C), 187.31 (2Ñ, Ñ=Ĵ).

References

<p>1. Óđàéàèèĩ Ā. Ĵ. Āèèòàòè-àñèèà àèèàđàĩ í í àũ ěèñĩ òũ. – Ĵ. : Òèĩ ěĩ, 1978. – 518 c.</p> <p>2. Huf S., Kru S., Hirth T., Rupp S., Zibek S. Biotechnological synthesis of long-chain dicarboxylic acids as building blocks for polymers // Eur. J. Lipid Sci. Technol. – 2011. – V. 113, 1 5. – P. 548-561. DOI: 10.1002/ejlt.201000112.</p> <p>3. Diaz A., Katsarava R., Puiggali J. Synthesis, Properties and Applications of Biodegradable Polymers Derived from Diols and Dicarboxylic Acids: From Polyesters to Poly(ester amide)s //</p>	<p>1. Freidlin G. Alifaticeskie dikarbonovie kisloty [Aliphatic dicarboxylic acids]. Moscow: Khimiya, 1978. 518 p.</p> <p>2. Huf S., Kru S., Hirth T., Rupp S., Zibek S. [Biotechnological synthesis of long-chain dicarboxylic acids as building blocks for polymers]. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2011, v. 113, is. 5, pp. 548-561. DOI: 10.1002/ejlt.201000112.</p> <p>3. Diaz A., Katsarava R., Puiggali J. [Synthesis, Properties and Applications of Biodegradable Polymers Derived from Diols and Dicarboxylic</p>
---	--

Int. J. Mol. Sci.— 2014.— V.15, 1 5.— 7064-7123. DOI:10.3390/ijms15057064.

4. ×áí Ùøááá Á. Ð., Çíðeí Á. Á., Êèèì àeíá Á. Ñ., Ñí eðeøeí È. Á., Çíðeí Á. Á. Í oééáí øeéúí í á çàì áùáí èà è í èèñèèøàéúí í á ñí ðòáí èà á ðáàèøèè Ì áòàèèèðí ááí í íáí áòáòáòà èèøè ñ 1,2-àeáðíí - ýòáí íí // Áàø. øèì . æ.— 2009.— Ò. 16, 1 2.— Ñ. 165-166.
5. Çàeí àøáá Á. Ò., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Í èèñèèøàéúí í á ñí ðòáí èà á ðáàèøèè áí í èýòà áòáòáòà èèøè ñ 1,2-àeáðíí ýòáí íí // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ò.21, 1 1.— Ñ.61-63.
6. Çàeí àøáá Á. Ò., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Ðáàè- øèý áí í èýòà áòáòáòà èèøè ñ áòáòáòeí ðí áòáí íí // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ò.21, 1 2.— Ñ.58-60.
7. Çàeí àøáá Á. Ò., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Ðá- àeøèý áí í èýòà áòáòáòà èèøè ñ áòáòáòeí ðí áòá- ííí // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ò.21, 1 4.— Ñ.45- 47.
8. ×áí Ùøááá Á. Ð., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Ñeí- óàç àeéáðáí í íáùò èeñeíò á ðáàèøèýò èèñèè- øàéúí í áí ñí ðòáí èý áí í ýòáí á àèèèàðí á èèøèý í í á áàéñòáèè èí áà // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ò. 21, 1 2.— Ñ. 99-103.
9. Zorin A.V., Zaynashev A.T., Chanysheva A.R., Zorin V.V. Reaction of α -carbanions of lithium acylates with 1,2-dibromoethane // *Russian Journal of General Chemistry*.— 2015.— Ò. 85, 1 6.— Ñ. 1382-1385.
10. Renaud P., Fox M. Reaction of dilithiated carboxylic acids with iodine: evidence for the formation of a radical anion intermediate // *J. Org. Chem.*— 1988.— V. 53, 1 16.— P. 3745-3752. DOI: 10.1021/jo00251a015.
11. Êáððe Ò., Ñáí áááðá Ð. Óáeóáeáí í Úe éóðñ í ðáà- í è-áñeíé øèì èè.— Í .: Õèì èý, 1981.— 518 ñ.
12. Ðáóðí á Í . Á., Ááéáòèäý È. Í . ÑÍ -èèñeíòù.— Í .: Í áóéà, 1980.— 248 ñ.
- Acids: From Polyesters to Poly(ester amide)s]. *Int. J. Mol. Sci.*, 2014, v.15, no.5, pp. 7064-7123. DOI:10.3390/ijms15057064.
4. Chanysheva A. R., Zorin A. V., Klimakov V. S., Spirikhin L. V., Zorin V. V. *Nukleofil'noe zameshchenie i okislitel'noe sochetanie v reaktsii metallirovannogo atsetata litiya s 1, 2-dibrometanom* [Nucleophilic substitution and oxidative coupling in reaction of metallated lithium salt of acetic acid with 1,2-dibromoethane] *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2009, v. 16, no. 2, pp. 165-166.
5. Zaynashev A. T., Zorin A. V., Zorin V. V. *Okislitel'noe sochetanie v reaktsii enolyata atsetata litiya s 1,2-dibrometanom* [Oxidative coupling in reaction of the lithium acetate enolate with 1,2-dibromoethane] *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2014, v. 21, no. 1, pp. 61-63.
6. Zaynashev A. T., Zorin A. V., Zorin V. V. *Reaktsiya enolyata atsetata litiya s tetrakhlormetanom* [Reaction of the lithium acetate enolate with tetrachloromethane] *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2014, v. 21, no. 2, pp. 58-60.
7. Zaynashev A. T., Zorin A. V., Zorin V. V. *Reaktsiya enolyata atsetata litiya s tetrabrommetanom* [Reaction of the lithium acetate enolate with tetrabromomethane] *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2014, v. 21, no. 4, pp. 45-47.
8. Chanysheva A. R., Zorin A. V., Zorin V. V. *Sintez dikarbonovykh kislot v reaktsiyakh okislitel'nogo sochetaniya enolyatov atsilatov litiya pod deystviem ioda* [Synthesis of dicarboxylic acids in oxidative coupling reaction of lithium acylates enolates with iodine] *Bashkirskii khimicheskii zhurnal* [Bashkir Chemical Journal], 2014, v. 21, no 2, pp. 99-103.
9. Zorin A.V., Zaynashev A.T., Chanysheva A.R., Zorin V.V. [Reaction of α -carbanions of lithium acylates with 1,2-dibromoethane]. *Russian Journal of General Chemistry*, 2015, v. 85, no.6, pp. 1382-1385.
10. Renaud P., Fox M. [Reaction of dilithiated carboxylic acids with iodine: evidence for the formation of a radical anion intermediate]. *J. Org. Chem.*, 1988, v. 53, no.16, pp. 3745-3752. DOI: 10.1021/jo00251a015.
11. Kerry F., Sandberg R. *Uglublennyi kurs organicheskoi khimii* [Extended course of organic chemistry]. Moscow, Khimiya Publ., 1981, 518 p.
12. Reutov O.A., Beletskaya I.P. *CH-kisloty* [CH-acids]. Moscow, Nauka Publ., 1980, 248 p.