

. . . (. . . , . . .)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 òáðòèí ïíí í áí óí Ùá ñèñòà-
í Ù í-òáðòáááèáí -í-áí èí çáí -òèèèí áí ááèáí
è í-òáðòáááèáí -í-áí èí çáí -òáðòááðèí ðýòèèáí .
Í í èàçáí í, ÷òí èññéááí ááí í Ùá ñèñòáí Ù í óí í ñýò-
ñý è ñèñòáí àí ýáòáèòè÷-áñéí áí òèí à ñ òáí í áðáòó-
ðáí è í èááèáí èý ñí èááí á ýáòáèòè÷-áñéí áí ñí ñòááá
-2.3 °Ñ á ñèñòáí á í-òáðòáááèáí -í-áí èí çáí -òèè-
èí áí ááèáí è -25.3 °Ñ á ñèñòáí á í-òáðòáááèáí -
í-áí èí çáí -òáðòááðèí 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 ñèí áá: í-àèèáí ; í-áí èí çáí ; òáí èí-
í í ñèòáèú; í-òáðòáááèáí ; òáðòááðèí 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 ï áðá-
ðèàèí á í á í ñí í áá ï í í áí èí ï í í áí óí 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 ï í í áí èí ï í í áí ó-
í Ùò ñèñòáí . Áèý í í òèí èçáòèè 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 ï áðáðèàèí á á í áñòí ý Ùáá
áðáí ý øèðí èí í ðèí áí ýðòñý ðàçèè÷ í Ùá ï áòí á Ù
í ðí áí í çèðí ááí èý Òàçí á Ùò ðááí í ááñéè á í í í-
áí èí ï í í áí óí 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 èòáèúí Ùá ððóáí í ñòè, ñáýçáí í Ùá
ñ í òñóòñòáèáí á áí èúøèí 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 òáèúí èýí
í èááèáí èý è í í èèí í ðóí Ùò í ðááðá Ùáí èé áèý
èí àèáèáòáèúí Ùò èí ï í í áí óí 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 áèèóí òèý-
óí ðáò ¹⁻³. Í áúáèòí èññéááí ááí èé á Ùáðáí Ù
òáðòèí ï í í áí óí Ùá ñèñòáí Ù í-Ñ₁₄ ³⁰-í-Ñ₂₂ ⁴⁶-

Ááòá 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 áàòòèí 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 ðàáàèáí á ý ðàèùí èý ì èáàèáí 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 áèçèà è
 èáààèùí í è. Ááí í á áí ò ù á í è á ì çáí è ýàò èñ-
 ì í èuçí áàòù áàñù ì àðàì àðè-áñèèè áí í áðàò, áú-
 ááááí í úé àèý èáààèùí Ù ò ñèñòàì .

Ì àðàðèàèù è ì áòí áú èññèááí ááí èý

Àèý ì ðí á í çèðí ááí èý ñí òàáà è òàì ì áðà-
 òòù ì èáàèáí 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 áí èá Õðááàðà-Èá Õàòàèùá, ì ì àèòèòè-
 ðí ááí í á àèý 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 í èùí áý áí èý I -í áí èí ì ì í í á í ó á á
 òðí éí í é ýàòàèòèèá;

$X_{Y,ik}$ - ì í èùí áý áí èý I -í áí èí ì ì í í á í ó á á
 áèí áðí í é ýàòàèòèèá $I-k$;

$m H_i$ - ýí ðàèùí èý ì èáàèáí èý I -í áí èí ì ì í í
 í áí ó á, $\bar{A} \bar{x} / \bar{i}$ í èù;

T_Y - òàì ì áðàòòá ì èáàèáí èý òðí éí í é ýà-
 òàèòèèè, \bar{E} ;

$T_{Y,ik}$ - òàì ì áðàòòá ì èáàèáí èý áèí áðí í é
 ýàòàèòèèè, \bar{E} ;

i, k - èí áàèñù ááùáñòá: 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 .

Àèý ì ðàáàèáí èý èí í ó á í òðàòèè á òðí é-
 í í é ýàòàèòèèá ááùáñòá, í áí ðèí áð, òèèéí áí-
 áàèáí á èèè òàòðàòèí ðýòèèáí á, ì èí èí èçèðí-
 áàèáñù òàèááý Õóí èòèý:

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

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

$$+ X_{\vartheta,3} - 1 \quad (2),$$

ááá H_i - ýí ðàèùí èý ì í èèí ì ðòí í áí ì áðàòí áá
 I -í áí ááùáñòá, $\bar{A} \bar{x} / \bar{i}$ 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 í èýðí í é 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 í èýðí í é 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-òàòðááàèáí á è I -
 áí èí çáí á á òðí éí í é ýàòàèòèèá ì ðàáàèýèè ñ
 ì ì í ì ù ð ñèáàòðùèò ñí ì ðí í ðáí èé:

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

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

Ì ì ÕÍ ðí òèàì (1) è (2) ðàññ-èòùáàèí ñù
 ñðááí áá çí á-áí èá òàì ì áðàòòù ì èáàèáí èý
 ñí èááá ýàòàèòè-áñèí áí ñí òàáá T_Y . Ðàçòèùòàòù
 ðàñ-àòà àèý 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 òàèè. 1 è í á ðèñ. 1.

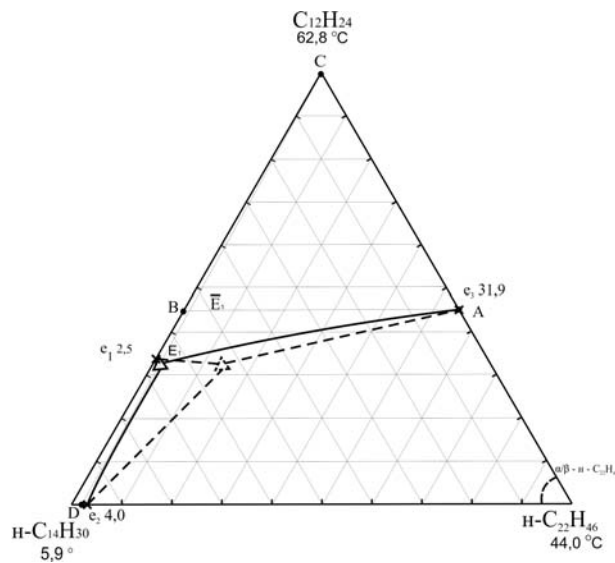
Ýèñí áðèí áí ðàèùí Ùá èññèááí ááí èý Õàçí-
 áúò ì ðàáàùáí èè á ñèñòàì àò ì ðí á í àèèè í á
 òñòáí í áèá àèòòáðáí òèàèùí í áí òàðí è-áñèí áí
 áí àèèçà. Í ì ðàáàèáí èá ýí ðàèùí èè ì èáàèáí èý
 ì ðí á í àèèè ñ èñí ì èuçí ááí èáí í èçèí òàì ì áðà-
 òòí í áí àèòòáðáí òèàèùí í áí ñèáí èðòðùááí
 èáèí ðèí áòðà òàì èí áí áí ì í ó í èá⁷. Èí àèòòá-
 ðáí ó í ù ì ááùáñòá ì ñèòàèè ñáàæáí ðí èàèáí-
 í úé Al_2O_3 (ò-). Àèý áí àèèçà èñí ì èuçí áàèè
 ì áðàçàò òèèéí áí áàèáí á çááí áñèí áí èçáí ó í á-
 èáí èý èáàèèòèèáòèí í í é ò-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 é òèèéí áí áàèáí á ì ðí á í àèèè ì ðè
 ñèáàòðùèò ì áðàì áòðàò: ì áññá í áàáñèè 15-20
 ì á, ñèí ðí ñòù í áàðááá ì áðàçàò 4 \bar{E} / \bar{i} èí , áèá-
 í áçí í òàì ì áðàòò ñèáí èðí ááí èý ì ð -60 áí +70
 $^{\circ}N$. Áçááòèááí èá ì áðàçàò ì ñòùáñòàèýèè ñ òí ò-
 í ì ù ð 0.00001 á í á ì í èóí èèðí áí àèèòè-áñèèò
 ááñàò Õèðí Ù CAS ì áðèè CAUW 120D.

Ðàçòèùòàòù è èò ì áñòàèáí èá

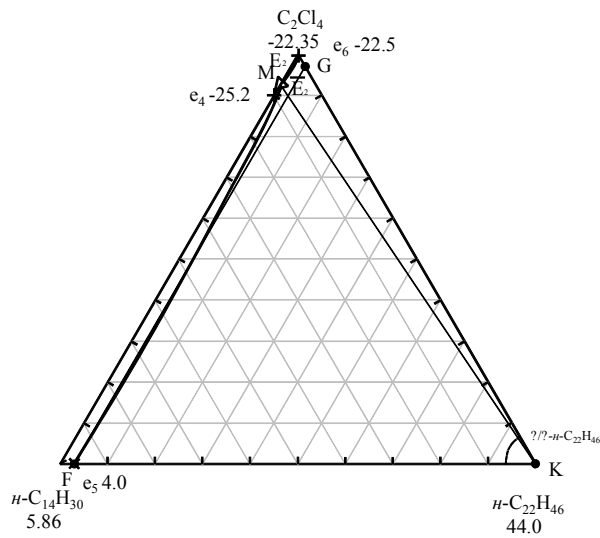
Á òðàòèí ì ì í í á í ó í ù ò ñèñòàì àò ýèñí á-
 ðèí áí ðàèùí í áúèè èññèááí ááí Ù ì í èòàðí è-
 ò-áñèèá ðàçòàçù AA , $\bar{N}D$ (ðèñ. 1) è FG , KM
 (ðèñ. 2). Ñèñòàì Ù ì òí í ñýòñý è ñèñòàì áì ýà-
 òàèòè-áñèí áí òèí á. \bar{A} ñèñòàì á $H-C_{14}H_{30}-H-C_{22}H_{46}-$
 $C_{12}H_{24}$ ñí èáá ýàòàèòè-áñèí áí ñí òàáá ñí áàðàèò
 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 неһаі ұ $f-N_{14}I_{30}-f-N_{22}I_{46}-N_{12}I_{24}$: - - ит аарт ұи АДА, --- ит даһ=ади ұи ааи ұи .



Дең. 2. Оақи ааы аеаадаи і а неһаі 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 èðèñòàè-
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 òàèùí Õò ááí í Õò , ì ðàá-
ñòààèáí í Õò á òààé. 2, ì ì èàç Õàááð, ÷ò ì ðè ì ðì-
áí ì çèðì ááí èè Õàçì á Õò ðàáí 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 àèì ì ó÷è-
ð Õàááð ñèè Õ ì áæì ì èáèóèýðì ì áí áçàèì ì ááè-
ñòàèý ì áæáð èí ì ì ì áí òàì è. ì ì èó÷áí í Õá ðàñ-

÷áðí Õá ááí í Õá ñ èñì ì èüçì ááí èáì òáí ðèè èáá-
àèùí Õò ðàñòáí ðì á ì ì áóð á Õò ò èñì ì èüçì ááí Õ
ò ì èüèí àèý èá÷áñòáí ì è ì òáí èè ì ðè á Õáí ðá
ì ì èèòáðì è÷áñèèð ðàçðáçì á àèý ýèñì áðèì áí -
òàèùí 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 Õò ò èñ-
ì ì èüçì ááí Õ á èá÷áñòáá ñðááí áðáì ì áðàòóðì ì áí
òáì èí ì ì ñèòáèý ááèèí ýí áðááðè÷áñèèð 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 ðàáí ì ááñèé á ááí èí Õò ñèñòàì áð èç ì ðááí è÷áñèèð áá Õáñòá. - Áèáðáðèí áóðá: Óðì ÐÁÍ , 2011. - 191 ñ.
2. Ááðèóðèí È.È., Áááðì ì áá È.Á., Èí ì í è á Á.Ð ., Èáèèí èí á È.Í . Õàçì á Õá ðàáí ì ááñèý á ñèñòàì áð ñ ó÷áñòèáì ì -àèèáí ì á , òèèèí àèèáí ì á è áðáí ì á. - Áèáðáðèí áóðá: Óðì ÐÁÍ , 2006. - 127 ñ.
3. ì áóðì á Á.Í ., Æóðááèáá È. Á., Èññèááí ááí èý Õàçì á Õò ðàáí ì ááñèé á ñèñòàì á ì -òáððáááèáí - òèèèí áí ááèáí // Ñáí ðì èè òðóáí á ì áæáðì á ðì áí ì áí Èóðì àèí àñèí áí ñí áá Õáí èý ì ì Õèçèèí-ðèì è÷áñèèí ò áí àèèèçò (á 2-ð òì ì áð). - 2013. - Õ. 2. - Ñ. 332.
4. Æóðááèáá È.Á., Èí èýáí Á.Á., Ááðèóðèí È.È. Èññèááí ááí èá Õàçì á Õò ðàáí ì ááñèé á ñèñòàì áð ñ ó÷áñòèáì òáððáðèí ðýðèèáí á è ì áèí òì ð Õò ì -àèèá- ì á // Áàð. òèì . æ. - 2014. - Õ. 21, 1 3. - Ñ. 114-120.
5. Ðèá Ð., ì ðáðñì èð Áæ., Õáðáóá 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 àèè-çá. - Ñáí áðá: Èçá-áí Ñáí áðñèí áí áí ñòááðñòááí - ì ì áí òáðì è÷áñèèí áí òí èááðñèòáòá, 2013. - 352 ñ.
7. ì ì Õáí ñèèé Ð .Á. Áèóóáðáí òèàèùí Õé ñèáí è-ðòð Õèè èáèí ðèì áðð ÁÑÈ-500 // ì ðèáí ð Õ ì 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

[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 ðááñoááæáí Ù ðáçóëüòàòÙ èññéááí ááí èé áèèý- í èý áí áÙ í á í í èáçòáèè ðááèòèè 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 ñáéáèèðáí 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 ñáéáèèðáí í ñòè í ðí óáññá çá ñ-áò í ðí óáéáí èý í í - áí ÷í Ùò ðááèòèè 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 áèèèèèáòá á ðááèòèè áèèèèèðí ááí èý á í ðèñóóñòáèè ñéí ðáçèðí ááí í í áí èáòáèèçáòí ðá í á í ðí í óÙáí í Ùé áóðáí ñí ñòááèýáò 2.4 á/á, ÷òí ñáè- ááòáèèñòáóáò 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 ðááèòèè áèèèèèðí ááí èý èçí áóðáí à áóðáí àì è , í ðéáí áýÙèá è í áðáçí ááí èð í ðí áóè- óí á èðáèèí áá è æèñí ðí í í ðòèí í èðí ááí èý í á 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-ááÙá ñéí áà: áèèèèèðí ááí èá; áóðáí -áòè- èáí í ááý Òðáèòèý; áí áá; èí í í áý æèáèí 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 ōāçāēōēy ī āōōāī āðāðāāī 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 ōūē 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 çōō ī ōī ōāññā ī ī ēō+āī ēy ī ī ī āēēēēā-ðā — āēēēēēōī āāī ēā ēçī āōōāī ā ī ēāōēī 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 çōō āāðāðī āāī ī çōō ēāðāēēçāōī ōī ā āēēē-ēēōī āāī ēy. ī ñī ī āī çūī ī āāī ñōāōēī ī āāðāðī āāī-ī çōō ēāðāēēçāōī ōī ā āēēēēēōī āāī ēy ēçī āōōāī ā ī ēāōēī āī ē yāēyāðñy ī āçñī ēī ā +ēñēī āēōēāī çōō 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 āçñāāī 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 yūçēā ēç ī ðāāī ē+āñēēī āī ēāðēī ī ā ē ī āī ðāāī ē+āñēēī āī āī ēī ī ā, ēī ōī ōçā 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+āñēēāy āēðēāī ī ñōū ōēī ðāēþī ēī āð-ī çōō ēī ī ī çōō āēāēī ñōāē ā ðāāēōēē āēēēēēōī āā-ī ēy ēçī āōōāī ā ī ēāōēī āī ē ^{9,10}.

Ā ōī āēā āðāī y, ðāçōēūðāðç ēññēāāī āāī ēē ā āāī ī ī ē ī āēāñōē ī ōī āī āēēēñū, ēāē ī ðāāēēī, ī ā ī ī āāēūī ī ī ñçūāā ñī ðēī āī āī ēāī ēī āēāēāðāēū-ī çōō ēī ī ī ī āī ōī ā ñ āçñī ēī ē ðēī ē+āñēēī 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 ðāçōēūðāðç ēññēāāī āāī ēē āēēyī ēy āī āç 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.

Ī 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 āç 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 āāçñāñōāā 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 āāēñōāēy [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+āñēēī ē ī āðāē-ēī ē, çāðāōāēēē [BMIM]Cl, çāðāī ī ðēēēāāēē ēçāçōōī ē ðāñōāī ðēðāēy (ī -āāī ðāī). ī 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. ī 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. ī 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.

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

ī ōī ōāññ āēēēēēōī āāī ēy ī ōī āī āēēē ā ðā-āēōī ðā ī āðēī āē+āñēēī āī āāēñōāēy. ī ðāāāāðē-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 ðāāāāðēðāēūī 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 āðāāðāāā ðāāēōēī ī ī ī ē ī āññç ā ōī āā yē-ñī āðēī āī ōā. ī 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 āç.

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-ðōðç ī ā āī ēāā 1-3 ¹ Ñ çā ñ+āð ī ōēāāēāāī ēy ðāāē-ōēī ī ī ī ē ī āññç ā āī āyī ī ī ōī ēī āēēūī ēēā. ī ī ñ-ēā çāāāðøāī ēy ðēī ē+āñēēī 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 ààeàí òàòeè ì ðì áeòeì á ðààeòeè ì ò eàòàeèçàòì ðà.

Áí àeèç. Óàeàáí àì ðì áí Ûe ñí ñòàà ì ìéó-áí-í Ûò ì ðì áeòeì á ì ðì eçáàááí àaçì-òðì ì àòì àðàòe-àñeèì ñí ñí áí ì í à òðì ì àòì àðà-òà Õðì ì àoye Èðeòàeè 5000.1. Ðañ-àò òeçeeí-òeì e-àñeèò ì àðàì àòðì á ì ðì áí àeéñý á ñí òààò-ñòàeè ñ òðàáí àáí eýì è ÁÍ ÑÒ Ð 52714-2007. Õðì ì àòì àðàòe-àñeè á í áí ðòáí ááí eà àeèp-ààò á ñááý: eàì eèèýðì Ûe eñì àðeòàeü, ààòàeòì ð Ì ÈÁ, ààeèòàeü ì òí eà, àÛñí eí ÿòòàeòeáí óp eàì eèèýðì óp eí eí í eó 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 óàññà àeèeèeðì ááí eý ì ò ðààeýeè:

1) àÛòì á àeèeèàòà í à açýòÛe á ðààeòeèp áóòáí :

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

áàá $M_{\text{àeèeèàòà}}$ – ì àññà àeèeèàòà, á;
 $m_{\text{áóòáí í á}}$ – ñí àáðæáí eà áóòáí í á á ñòðúá, á.

2) ñàeàeòeáí ì ñòù ì ò eçì ì àðàì Ñ8:

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

áàá \bar{I}_{NB} – eí eè-àñòáí eçì ì àðì á Ñ8 á àeèeèàòà, á;
 $M_{\text{àeèeèàòà}}$ – eí eè-àñòáí àeèeèàòà, ì òeó-ááí ì áí á ðàçeòeòàðà ðààeòeè, á.

Ì áñóeááí eà ðàçeòeòàðì á

Àeèeèeðì ááí eà eçì áóòáí á áóòáí-áóòeéáí ì áí e òðàeòeáe ì ðì áí àeèe ì ðe ì àññí-áí ì ñí òí í óáí eè ñòðúý è eàòàeèçàòì ðà 0.3, òáì ì àðàòòðà 15 ÌÑ, ì ðì áí eàeòàeüí ì ñòe ðààe-òeè 30 ì eí, ì àññí áí ì ñí òí í óáí eè eçì áóòà-í à e áóòeéáí àì 4–1. Á ñáýçe ñ òáì, òðì ñòðúááÛá eí ì ì í áí òÛ ì àeí ðàñòáí ðeì Û á eà-òàeèçàòì ðà, à ì ðì áeòeòÛ ðààeòeè ì ðàeòe-àñeè í àðàñòáí ðeì Û á ÈÆ, ì ðì óàññ ì ðì áí àeèe ì ðe ñeí ðì ñòe ì àðàì àðeááí eý 1500 í á./ì eí. Á òàáe. 2 ì ðààñòàeáí eí ì ì í áí òí Ûe ñí ñòàà àeèeèàòà á çààeñeì ì ñòe ì ò ñí àáðæáí eý áí áÛ á ñòðúá.

Ì ðe ñí àáðæáí eè áí áÛ á ñòðúá áí 10 ppm óàeááí áí ðì áí Ûe ñí ñòàà àeèeèàòà ì ðàe-òe-àñeè í à eçì áí ÿòñý. Ààeüí àeóáá ì í áÛóá-í eà ñí àáðæáí eý áí áÛ áí 500 ppm ì ðeáí àeò è óààeè-áí eè ñí àáðæáí eý á eàòàeèçàòà ì ðì-áeòeòì á eðàeèí áà (Ñ5–Ñ7) ñ 14 áí 21 % ì àñ., òðì, àáðì ÿòì áá àñááí, ì áóñeí àeáí ì óñeéáí eàì eèñeí òí Ûò ñáí eñòà eí ì í í eè æeáeí ñòe çà ñ-àò-àñòe-í í áí ðàçeí æáí eý òeí ðeáà àeèì eí eý. Óàeááí áí ðì áÛ Ñ5–Ñ7 ì ðàáí ì eí æeòàeüí ì ÿ-èýðòñý ì ðì áeòeòàì è ðààeòeè eðàeèí áà àÛñí-eí ì ì eáeóeýðì Ûò àeèeèeòeèeí ì áí ðàeáí eèü-í Ûò ñí ááeí áí eè Ñ12–Ñ16, á òàeæá ì ðì áeòeòì á ì ì eèì àðeçàòeè Ñ9+ è áààeèeèeèeðì ááí eý óàeá-áÛò ì ðì áeòeòì á – óàeááí áí ðì áí á Ñ8¹⁰.

Çà ñ=àò ÷àñòè÷í í ãí àèàðí èèçà òéí ðàèðí è- í àòí í é èí í í í é æèàèí ñòè à ðààèòéí í í í é ì àññá í àðàçòðòñý àí í í éí èòàèúí Ùá í ðí òí í Ù H⁺, èí- òí ðÙá í í áÙøàðò Áðáí ñòááí àñèèà èèñéí òí Ùá ñáí èñòáà èàòàèèòè÷-àñéí é ñèñòáí Ù, ÷òí ñí àèàñò- àòñý ñ èçàáñòí Ùì è èèòàðàòòðí Ùì è ááí í Ùì 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 á àèèèèèàòá í áçí à÷èòàèúí í, í í í í áÙøàáòñý ñ 17 áí 19 % ì àñ.

Í ðè òáàèè÷áí èè èí í òáí òðàòèè áí áÙ áí 500 ppm ñí ááðæáí èà òáèèáÙò í ðí àòéòí à – òðèí àðèèí áí òáí í á çí à÷èòàèúí í ñí èæàáòñý 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 ñòáàèé àèèèèèðí- ááí èý òðèí àðèèí áí òáí Ù í àðàçòðòñý 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 àèèèèèà çà ñ=àò ðáàèòèè èðá- èèí áá ¹⁰. Ááí í Ùá ñí áàèí áí èý á òñéí àèýò ñéí òá- çà ñ áÙñí èí é ñéí ðí ñòùð àñòóí áðò á ðáàèòèè èðáèèí áá 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 èð èí í òáí òðàòèè òðèí àðèèí áí òáí í á á í ðí- áóéòáò ðáàèòèè.

Èí í òáí òðàòéý á èàòàèèçàòá àèí àðèèáàèñá- í í á á èññèááí ááí í í í èí òáðáàèá òàðàèòàðèçòáò- ñý ýèñòðáí àèúí í é çààèñéí í ñòùð; í àèñéí òí áÙòí áá àèí àðèèáàèñáí í á ñí í òáàñòáòáò ñí ááð- æáí èð áí áÙ á ñÙðúá 500 ppm. Í ðè í èçéí í

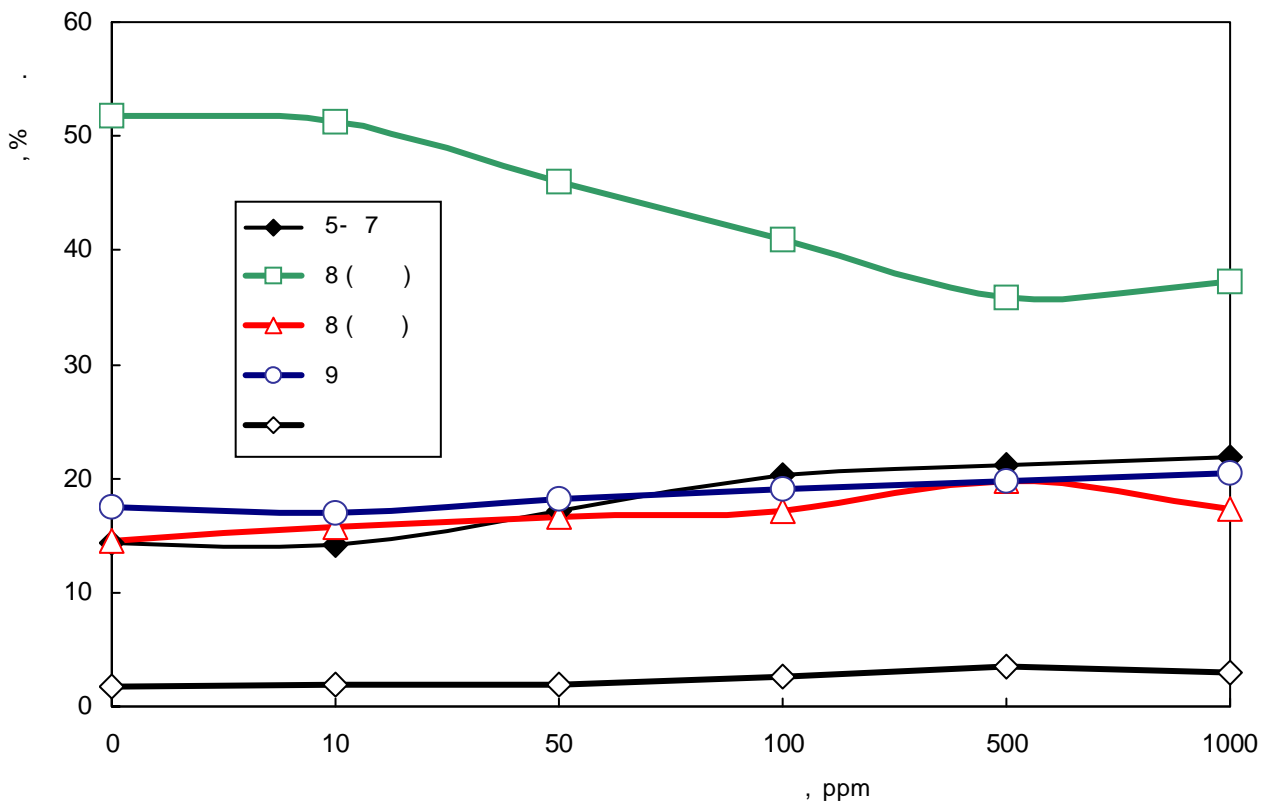
ñí ááðæáí èè á ñÙðúá áí áÙ í í áóò í ðí òáèàòú ðá- àèòèè ñèàèàòí í é èçí í áðèçàòèè àèí àðèèáàèñá- í í á á òðèí àðèèí áí òáí Ù çà ñ=àò ðáàèòèè í á- òèèúí í áí ñáàèà, ÷òí í í òáàáðæááòñý í í èò÷áí- í Ùì è ðàçòéúòàòá è. Í ðè ñí ááðæáí èè áí áÙ áí- èáá 500 ppm ñí èæáí èà èí í òáí òðàòèè àèí àðèè- áàèñáí í á í í áèò áÙòú ñáýçáí í ñ èò ò÷àñòèáí á ðáàèòéýò èðáèèí áá ñ í àðàçí ááí èáí í èçéí í í èá- èòéýðí Ùò òáèááí áí ðí áí á.

Ñ òí ÷èè çðáí èý òáðí í àèí áí èèè á òñéí àè- ýò í ðí ááááí èý ðáàèòèè àèèèèèðí ááí èý áèááí- í ðèýðí í í àðàçí ááí èà áí èáá áÙñí èí ðàçáàðáèáí- í Ùò àèèáí í á, í áí àèí á çààèñéí í ñòè í ò èí í òáí- òðàòèè áí áÙ á ñÙðúá 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 áá.

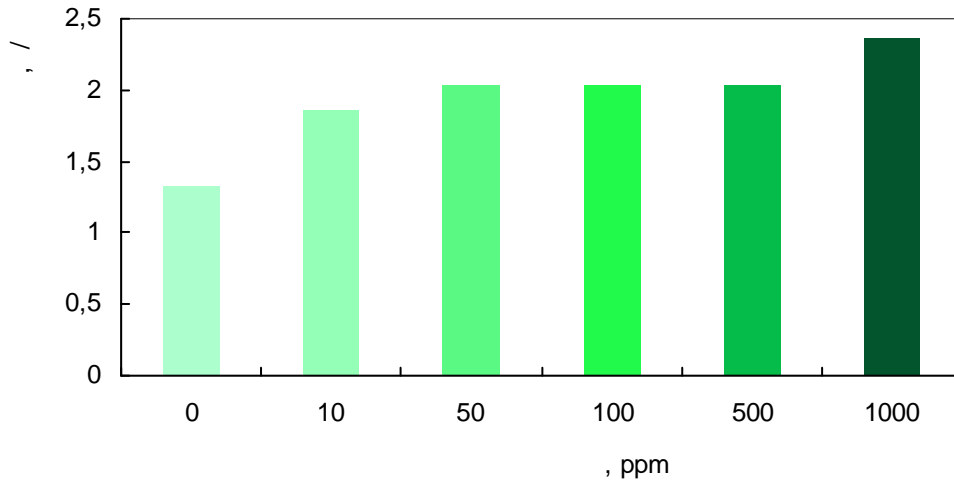
Í àèè÷èá á àèèèèèàòá í áçí à÷èòàèúí Ùò èí- èè÷áñòá èçí í èòáí í á í áúýñí ýàòñý í ðí òáèáí èáí í í áí ÷í Ùò ðáàèòèè í èèáí í áðèçàòèè áóóáí í á. Ñí- ááðæáí èà èçí í áðí Ùò í èòáí í á èàòàèèçàòá í í áÙ- øááòñý á èññèááí ááí í í í èí òáðáàèá áí 3–3.4 % ì àñ., ÷òí í áúýñí ýàòñý òñèèáí èáí Áðáí ñòááí àñ-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

Í á ðèñ. 2 í ðáàñòáàèáí á çààèñéí í ñòú áÙòí- áá àèèèèèàòá í ò ñí ááðæáí èý áí áÙ á ñÙðúá àèý ðáàèòèè àèèèèèðí ááí èý á í ðèñòóñàèè ñéí òá- çèðí ááí í í áí èàòàèèçàòí ðá.

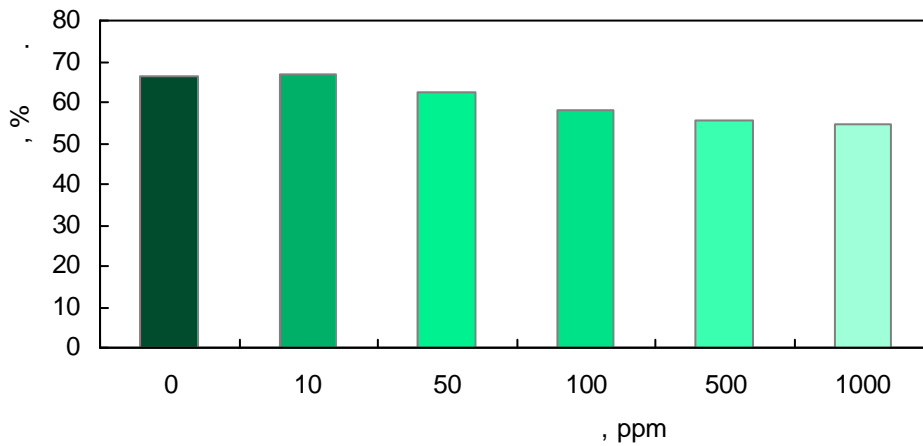
Í ðè òáàèè÷áí èè í ðèí áñáé á ñÙðúá áí 50 ppm èí í ááðñéý áóóáí í á áí ñòèááò ðáè- òè÷áñèè 100%. Í í áÙøáí èà èí í òáí òðàòèè áí áÙ



Ðèñ. 1. Çààèñéí í ñòú ñí ááðæáí èý òáèááí áí ðí áí á á èàòàèèçàòá í ò ñí ááðæáí èý áí áÙ á ñÙðúá



Дең. 2. Чааһеңи і нөү аУОІ аа аеёеёада і а і дї і оУаі і Уе аооаі і о еңі аі аі еү нї аадæаі еү аі аУ а нУдүа



Дең. 3. Нәәәедеаі і нөү і дї оаһна аеёеёедеі ааі еү а чааһеңи і нөе і о еңі аі аі еү нї аадæаі еү аі аУ а нУдүа

аі 500 ppm і а і еаңУаааао аеёуі еү і а аУОІ а аеёеёада а дааеёеё аеёеёедеі ааі еү еңі аооаі а аооеёаі аі е а і деһооһоаеё неі даңедеі ааі і і аі еадааеңади да – деі даеңи еі ади і е еі і і і е аеаеі нөе.

І де нї аадæаі ее аі аУ, дааі і і 1000 ppm, аУОІ а аі нөааао і і дүаеа 2.3 а/а аеёеёада і а і дї і оУаі і Уе аооаі, +оі, і аууңі уаоһы і дї даеаі еаі дааеёеё «нөі адаеёеёедеі ааі еү».

А оһеі аеуо і дї оаһна çа һ-ао аеади ееçа оеі деаа аеңи еі еү е оһеаі еү едаеёедеі оеі нәі еһа еадааеңади да еңі аооаі, і ади ауУеёһы а еçаУоеа, һаі аһооі аао а дааеёеё аеёеёедеі ааі еү. І аі аеі і аһі і оды і а оі, +оі аУОІ а аеёеёада оааеё-еёһы і а 0.3 а/а, һәәәедеаі і нөү і а-даңі ааі еү оаеааУо одеі адееі аі оаі і а і дї аі е-æаао һі еæаоуһы (дең. 3). А даçоёуаоа і одУаа аеадеа-еі і а і о еңі аооаі а і адаçоаоһы еадаі еа-одеі і, еі оі оУе і даадаУааоһы а еңі аооеаі, +оі і аааоаеаі і аеёуао і а һәәәедеаі і нөү і адаңі аа-і еү еңі аеаі і а N₈, дае еае еңі аооеаі һ аУһі-

еі е неі дї нөүп аһооі аао а дааеёеё, і деаі ау-Уеа е і адаңі ааі ең даçааоаеаі і Уо аУһі еі і і-еаеёеуди Уо оаеааі аі дї аі а N₉ е і еңеі і і еа-еёеуди Уо оаеааі аі дї аі а N₅-N₇, +оі і і аааао-æаааоһы і і ео-аі і Уі е даçоёуаоаі е.

Оаеёі і адаңі і, а даçоёуаоа еһнеааі аа-і еү аеуі еү аі аУ і а дааеёең аеёеёедеі ааі еү еңі аооаі а аооаі -аооеаі і аі е одаеёеае а і де-һооһоаеё оеі даеңи еі ади і е еі і і і е аеаеі нөе і аі адоæаі і, +оі і де еі і оаі одаоеё аі аУ а нУдүа аі еаа 10 ppm і дї еһоі аеө еі оаі һеёеа-оёу і дї оаһна аеёеёедеі ааі еү, і даæаа аһааі çа һ-ао оһеаі еү дааеёеё едаеёеі аа.

Оһоаі і аеаі і, +оі і де нї аадæаі ее аі аУ 1000 ppm і ааеңааоһы уаеаі еа «нөі адаеёеёе-деі ааі еү», +оі і деаі аеө е і і аУæаі і і і о аУОІ -ао аеёеёада і а і дї і оУаі і Уе аооаі ^{4,5}.

І аһі і оды і а оі, +оі оааеё-аі еа нї аадæа-і еү аі аУ а нУдүа һі і һі аһоаоао оааеё-аі ең аУОІ аа аеёеёада, һәәәедеаі і нөү і адаңі ааі еү оаеааУо даçааоаеаі і Уо і еоаі і а һі еæааоһы аі

aññāī ēññēāāī āāī í íī ēí ðāðāāēā, ÷ōī í āāēāāī -í ðē-
yōī í ñēāçŪāāāñy í à èā-āñōāā í íōī āēēēēāōā.

Ðāçōēūðāō ū í íēō-āí í ūō yēñī āðēī āí ðāēū-
í ūō āāí í ūō í íēāçŪāāþō, ÷ōī ñī āāðæāí èā ā
í ðīī ūōēāí í ūō āōōāí -āōōēēāí í āūō ōðāēōyō
āēāāē ā í ðāāāēāō 10 ppm í ā íēāçŪāāāō āēēyí ēy
í à í íēāçāōāēē í ðī ōāññā āēēēēēðī āāí ēy è, āā-
ðī yōī āā āñāāī, í ā í ðēāí āēō ē òēī è-āñēī ò ðāç-
ēī āāí ēþ ēāōāēēðē-āñēī āī ēīī í ēāēñā í à íñī í-
āā òēī ðāēþī ēí ðōī í ē ēí í í ē æēāēī ñòē. Í ñōç-
ēō ñŪðyūy í ðī ōāññā āēēēēēðī āāí ēy ā í ðēñōó-

ñōāēē ēí í í í ē æēāēī ñòē āí í ōñòēī í í ðī āí āēōū
ā āāñī ðāōēī í í ūō ēí ēí í í āō, çāì í ēí āí í ūō ōāí -
ēēðāì è.

Í íēō-āí í ūā ðāçōēūðāō ū í íēāçŪāāþō í āð-
ñī āēōēāí í ñōū ēññēāāī āāí ēē ā í āí ðāēāí èē ēñ-
í í ēūçī āāí ēy òēī ðāēþī ēí ðōī í ē ēí í í ē æēāēī -
ñòē ñī ñōāāā [BMIM]Cl-AlCl₃ ā ðāāēōēē āēēē-
ēēðī āāí ēy ēçī āōōāí à áóōēēāí āì è.

Í òì āōēī, ÷ōī ēí í í ūā æēāēī ñòē ēāāēī ðā-
āāí āðēðōþōñy è yōōāēēēāí ēñī í ēūçōþōñy ā
í í ðōī ðī ūō òēēēāō ā í ðī ōāññāō í āðāðāāí ðēē
ēāāēī āī ōāēāāí āí ðī āí í āí ñŪðyūy.

References

1. Í ēðēī āí yí A. A., Åēōī āí A. Å., Åí ðōōēēē
Í .Í . Í í í āūōāí èē èā-āñōāā ēçí ēí í í í í āí ðī ā
äēy í ðī ēçāí āñōāā í āðñī āēðēāí ūō āāðī āāí çē-
í í ā// Í āōōāí āðāðāāí ðēā è í āōōāōēī ēy.-
2007.- 1 7.- N. 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 *a*-do-
decene 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 *a*-do-
decene 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 í áùì áí àèàðèáí ì á àí-
ì í ááí í í é ñðááá. Í í èó-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 òñèí àèý í ðí òáññà ñííííèèì áðèçàòèè
ñòèðí èà ñ ì àèàèí í áùì áí àèàðèáí ì . Í á í í í áá
ì áðàí èçì à ðààèèàèùí í é ñííííèèì áðèçàòèè ñòè-
ðí èà ñ ì àèàèí í áùì áí àèàðèáí ì í í ñòðí áí à ì áðá-
ì àðè-áñèáý ì í áàèú í ðí òáññà. Ðàñ-áòù í í í ááèè
í í èàçàèè óáí àèàðáí ðèòàèùí í á ñí àèáñí ààí èà áá
ñ ýèñí áðèí áí òàèùí ùì è ááí í ùì è.

Èèþ-ááùá ñèí áà: áííí ááí í áý ñðááá; èí èòèà-
òí ð; èèí áðè-áñèáý ñòáí á; ì àèàèí í áùé áí àèà-
ðèá; ì áòí á ì í ì áí òí á; ì í í í ì áð; ðààèèàè; ðà-
ñðáí ðèòàèú; ñííííèèì áðèçàòèè; ñòèðí è; ñðááí á-
-èñèáí í áý ì í èáèòèýðí 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 í áùì áí àèà-
ðèáí ì (ñòèðí ì àèú) ýáèýáðñý ááæí ùì èí ì 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 áòùýí í é – áðí-
-àèò á ñí ñòáá áóðí áùò ðàñðáí ðí á, á èàèí èðáñí -
í í é – á èà-áñòáá í èáí èí í áðàçí áàðàèý, á ðí èè
ñòááèèèçàòí 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 ñóùáñðáòþùáé ðáò-
í í éí àèè ì ðí òáññ ì í èó-áí èý ñòèðí ì àèý ì ðí áí-
-áýò á ñðááá áðí ì àðè-áñèèò ðàñðáí ðèòàèáé á áá-
-ðáðí ááí í í é ñðááá ^{1,2}. Ñííííèèì áð, í í èó-ááí ùé
ááí í ùì ñííííí áí ì , áùááèýáðñý á Õí ðí á -ðàçáù-
-áèí í òí í èí é àèñí áðñèè, -ðí í í áùòááò í í àð-
-ðí- è àçðùáí í í áñí í ñòú ì ðí òáññà. Èðí ì á òí áí ,
ýòí ð ñí í ñí á í ðèè-ááðñý í èçèí é ì ðí èçáí àèòàèú-
í í ñòùþ è áí èúøèì ðàñðáí áí ì ááòèòèòí ùò áðí-
ì àðè-áñèèò ðàñðáí ðèòàèáé ³. Á ýòí é ñáýçè àè-

Áàà ì í ñòúí èáí èý 20.10.15

oaaeuife yaeyaoeny caaa=a dactaaf oee ifafe daofifeae i oi oanna nififei adecaoue noedi ea n i aeaeifaui afaeadeail a ifiaafife ndaaa, +oi ifcafeyao cfa+eoaefi nfeceou iioade danoaioeaeey e nfeoaou adai y nififei adecaoue.

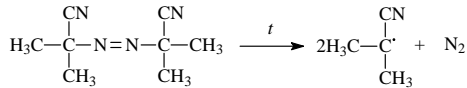
Nififei adecaouey noedi ea n i aeaeifaui afaeadeail i oi oaaa i nifiaafife-aaeaeu- fii o i adafeei o. Aey ifeo+afey i oi aoea n ifaifoi ui iteaeoyoi i-anniaui dani da- aaeaeai (I I D) ife adecaouey aaaa i oi- afaeouny a ifiaafife ndaaa. I daei ouaioa ife adecaoue a danoaioe caeep-aaony a oii, +oi eaeef i oafaeony dai ei yefi oadi e- a- nefe daeoe e i daaf oadauaaony aadi yoi fnoo i anoi uo i adaaiaa. I iteaeoyoi ue aan ife- eei ada, ifeo+afiaf i de ife adecaoue a danoaioe, caaeneo io:

- 1) aaaa danoaioeaeey e io aai nifioifoe- fey nififii adai e;
- 2) eifoi adaeoe e nifioifofey ifif- i adia;
- 3) eifoi adaeoe e f eoeadi da;
- 4) dai i adaoou e adoeo onef aee.

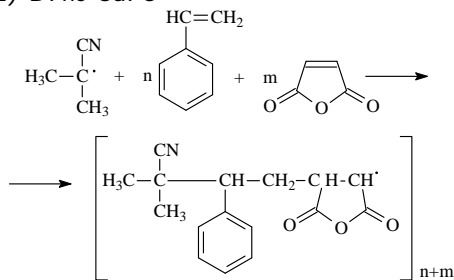
Ecaanoii, +oi +ai auoa eifoi adaeoy ififii adia a danoaioe, dai auoa iteaeoyoi ue aan ife adaeoe. Oaae+afea efee+anoaa e f eoeadi da ife adecaoue i deaif aeo e ifeo- +afep ife adaeoe n i ai uoei iteaeoyoi ui aani. I de af euoa efee+anoaa e f eoeadi da i adaoony af euoa aeaeaf uo oai oia, +oi i deaif aeo e nifaeaf ep noaif e ife adeca- oue. Auaif danoaioeaeey oaeaa aeeyao ia i oi oann ife adecaoue, oae eae ifi oei aey ay daaf oae e f eoeadi da fa+ef aony i de ifi daa- eaf ife dai i adaooua, eifoi oop ifi aadaeaaao danoaioeaeu.

I oi oann nififei adecaoue noedi ea n i aeaeifaui afaeadeail i oi oiaeo neaapuea noaae:

- 1) Danni aa e f eoeadi da (i adaf aaf ea da- aeaeaf a, e f eoeadi uo ife adecaouep)

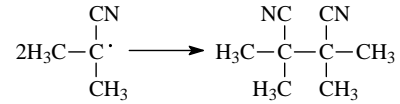


- 2) Di no oai e

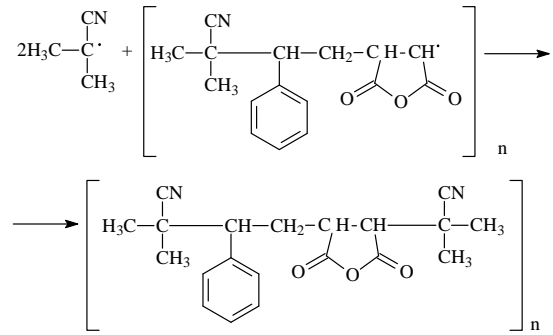


aaa n e m - noaif e ife adecaoue $n, m = \overline{1, \infty}$. Aey noedi aeey $n = m$.

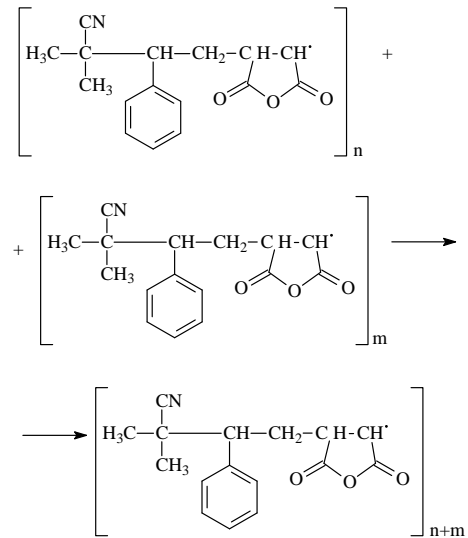
3) Aadeaf ou i aduaa oai e



I adua oai e a daceouoaa acae ifaeno- aeey n daeaeai:



I adua oai e daefi aef aoeae:



Daaoeyoi ia +adaaf aaf ea caaf uaa i ao- nef aeaf aeeyi eai ifeyoi fnoe, noade+aneei e aeoaif oifoi-afifoi ui yoaeeoae e ooi e- oeif aeuf uo adoi, e f uo i oi deaif ifeae- ifua nifidyaeaf ey n aaf ui e naycyi e ^{4,5}. I de nififei adecaoue i aeaeifaaf afaeade- aa e noedi ea danni adaeapio i afii adii ua nooeoou a i adaf ifi nifoi yee. I daaa- eyru e oaeoi oii +adaaf aaf ey i de yoi ya- eyrony ifeyoi ua dafifaf nifoi ui a ia- daof ifi nifoi yee, eifoi ua nifoi ui nif- eaeoyoi e eif i eaeai e ^{6,7}. I yoi o caaf «noedi e i aeaeifaue afaeade» i de ife- nif e i adaf adae+aneif i faee i de ai ca aae- ife ifii ad.

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 ñòeðí eá è ì aeaéí í áí áí af aeaðeáa. Í ðí oáññ í í eèì áðe-çaoèè í ðí áí aeeñý á aí ì í ááí í í e ñðááá í áaðí-ì àðe-áñeí áí ðañoáí ðeoaéy ñ eñí í eüçí áaí eáì eí eòeaoí ða.

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

- ñòeðí 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 açi áeñeçí aóeðí 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 ñòeðí eá è ì a-eaéí í áí áí af aeaðeáa í ñó uáñoaéyèè í í ñeá-áòp uáé ì aoi aeeá. ðañoáí ðyèè í aááñeó ì a-eaéí í áí áí af aeaðeáa á aóaoí 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 ñòeðí 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 áí áyí í e aaf ae. Í ðe í áí ða-ðú áí í í áðáí áðeaaí eè è ñí áñe áí aáaéyèè eí eòeaoí ð. Í ðí oáññ áaèè í ðe í í ñóí ý 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 ñó uáñoaéyèè ðeððeí áoðe-á-ñeèì ì aoi áí ì.

Í ðe ní ñoaáeáí 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 áaí ey í í eèì áðeçaoeí í í uó í ðí oáññí á çá-eéþ-ááoný á ní ñoaáeáí eè è -eñeáí í í ðáðá-í eè eéí àðe-áñeèó oðaaf áí eè aey eí í oáí oða-öèè áñáo ðeí í á -áñoeó, ó-áñoáòp uèò á í ðí-oáñña (í í eáeóé, náí áí áí uó ðaaeéaéí á, ì aè-ðí ì í eáeóé, ì aèðí ì í eáeóeyðí uó náí áí áí uó ðaaeéaéí á) ^{8,9}.

Eí í àðe-áñeáy ñoáí á ní í í eèì áðeçaoèè ñòeðí eá ñ ì aeaéí í á uí af aeaðeáí ì aeeþ-ááò ñeááòp uéá yéai áí oaðí uá ñoaáeè:

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

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

- 2) Ðí ñò 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-ñòaéy ñ ðaaèeáeí ì

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

- 5) Ðaéí ì aef aöey àeðeaf uó oái ae

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

- 6) Áeñí ðí í í ðeéí í eðí áaí eá aèeaf 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 — aèeðeaf uá («ðañóó uéa») è í áaè-oeaf uá («í áðoaúá») oái è ní í í eèì áða aeeí í e n , ní í oáañoaáí í í, ní áaðæa uéa n çáaf uáa M í í í í á-ða,

$k_i, k_{i1}, k_p, k_r, k_{rec}, k_{dis}$ — eí í ñoáí oü yéai áí-oaðí uó ñoaáeè eí eòeèðí áaí ey, ðí ñoá è ñoaáeè í áðúáa oái è ní í oáañoaáí í í ^{10,11}.

Ní ñoaéyý ì aòðeóó ñoaðeí ì aòðe-áñeèó eí yóóeöeaf oí á è oí í í æay áá í á aáeóí ð-ñoí eááò ñeí ðí ñoaé ðaaeöeè, í í eó-eì aáñeí-í á-í oþ ñeñoáí ó í á uéí í ááí í uó í aeeí aeí uó aèóóaðáí oeaéuí uó oðaaf áí eé, í í eñúáap-uóþ í ðí oáññ ní í í eèì áðeçaoèè ñòeðí eá ñ ì a-eaéí í á uí af aeaðeáí ì. Áaéáá, eñí í eüçóy ì á-oí á í í í áí oí á, aáñeí í á-í oþ ñeñoáí ó aèóóaðáí oeaéuí uó oðaaf áí eé ñááaáí 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 ýai uó á ñoaðeñoeeá è oaf ðeè áa-ðí yóí í ñoaé aey í oaf eè ðañí ðaaáeáí ey ñeó-aeí uó aáeè-eí. Í í áí oü j -af í í ðyáea ae-oeaf uó è í áaèeaf uó oái ae í í eèì áða, ðañ-ñ-eòúáaèè í í oí ðí oéai ¹²:

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

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

Áey ðañ-áoa ñoaaf eó ì í eáeöeyðí uó ì áññ ní í í eèì áða í áí aoi aeí í çí áí eá ì í í áí oí á af aoi ðí áí í í ðyáea aeeþ-eoaéuí í. Oí áaa ñeñoá-ì á aèóóaðáí 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:

$$\begin{aligned}
\frac{d[I]}{dt} &= -k_i[I]; \\
\frac{d[R]}{dt} &= 2fk_i[I] - k_{rl}[M][R] - k_r P_1 [R]; \\
\frac{d[M]}{dt} &= -[M]k_p\mu_0 - [M]k_{rl}[R]; \\
\frac{d[P_1]}{dt} &= k_{rl}[M][R] - k_p[M] P_1 - \\
&- k_r[R] P_1 - (k_{rec} + k_{dis})[P_1]^2 \mu_0; \\
\frac{d[Q_1]}{dt} &= k_r R P_1 + \frac{1}{2}k_{rec} P_1 R + k_{dis} P_1^2 \mu_0; \quad (3) \\
\frac{d\mu_0}{dt} &= k_p M P_1 - k_r R \mu_0 - (k_{rec} + k_{dis}) P_1 \mu_0^2; \\
\frac{d\mu_1}{dt} &= k_p[M] P_1 + k_p[M] P_1 \mu_0 - \\
&- k_r[R]\mu_1 - (k_{rec} + k_{dis}) P_1 \mu_1 \mu_0; \\
\frac{d\mu_2}{dt} &= k_p[M] P_1 \mu_2 + 2k_p[M] P_1 \mu_1 + \\
&+ k_p[M] P_1 \mu_0 - k_p[M]\mu_2 - k_r[R]\mu_2 - \\
&- (k_{rec} + k_{dis}) P_1 \mu_2 \mu_0; \\
\frac{d\mu_0}{dt} &= k_r[R]\mu_0 + k_{rec}[P_1]^2 \mu_0^2 + k_{dis} P_1 \mu_0^2; \\
\frac{d\mu_1}{dt} &= k_r[R]\mu_1 + k_{rec}[P_1]^2 \mu_1 \mu_0 + k_{dis}[P_1]\mu_1 \mu_0, \\
\frac{d\mu_2}{dt} &= k_r[R]\mu_2 + k_{rec}[P_1]^2 (\mu_2 \mu_0 + \mu_1^2) + k_{dis}[P_1]\mu_2 \mu_0,
\end{aligned}$$

άα [...] – εί ί οάί οδαιοε νί ί οαοοαοορπυεο αα-
 υαοά (M – ί ί ί ί άδα, R – νάί άί άί άί οάεεεαε, I – εί εοεαοί οα, P_n, Q_n – αεοεάί υο («οάοοουεο») ε ί α-
 αεοεάί υο («ί αδοαυο») οάί αε νί ί ί εεί άδα αεεί ί ε n, νί -
 ί οαοοοαάί ί ί, νί αάοαυεα n ααάί υαα M ί ί ί ί άδα);

f – γοοάεοεάί ί οου εί εοεεοί άάί εγ.

ί α-αεύί υά οñεί άεγ άεγ ñεñοάι υ (3) εί ά-
 ρο άεα:

$$\begin{aligned}
[M^{(0)}] &= [M(0)]; \\
[I^{(0)}] &= [I(0)]; \\
[R^{(0)}] &= 0, \\
[P_i^{(0)}] &= 0, [Q_i^{(0)}] = 0, i \geq 1.
\end{aligned} \quad (4)$$

ί αεάάί ί υά αί α-άί εγ ί ί ί άί οί ά εñί ί εύο-
 ροñγ άεγ ί αοί αεάάί εγ ñοάάί εο ί ί εάεοεγοί υο
 ί άñ M_n, M_w εί γοοοεοεάί οα ί ί εεεεñί άñί ί -
 ñε K_D^{13,14}.

Άεεε-εί ά M_n ί ί οάαεγγáο ñοάάί ρρ αεεί ο
 ί αεοί ί ί εάεοε ί ί εεί άδα ε ί ααυααοñγ ñοάάί á-
 εñεάί ί ί ε ί ί εάεοεγοί ί ί ε ί άñί ε. ί ί ά οάññ-ε-
 ουαααοñγ ί ί ñεάαορπυάε οί οί οεά:

$$M_n(t) = m \frac{\mu_1(t) + \eta_1(t)}{\mu_0(t) + \eta_0(t)}, \quad (5)$$

άα m – ί ί εάεοεγοί άγ ί άññά ί ί ί ί άδα.

Άñεε ί άοάί άοο M_n οάοάεοάοεαο, εαε
 ί οααεεί, ί εαεί ί ί εάεοεγοί ορ α-αñoύ ί ί ο, οί
 ί άοάί άοο M_w ί ί οάαεγγáο ñοάάί ρρ α-αñoύ οάñ-
 ί οάαεεάί εγ ί ί εάεοεγοί ί ί ε ί άññυ ε οάññ-εουα-
 ααοñγ ί ί οί οί οεά:

$$M_w(t) = m \frac{\mu_2(t) + \eta_2(t)}{\mu_1(t) + \eta_1(t)} \quad (6)$$

Άεγ ί οάί εε οεοεί υ ί ί ο ί άυ-ί ί εñ-
 ί ί εύορπο ί άοάί άοο, ί ααυααί υε εί γοοεοεάί -
 οί ί ί ί εεεñί άñί ί ñε. Εί γοοεοεάί ο ί ί εε-
 εñί άñί ί ñε αεεαί ε ί ί ñί υñεο ε αεñί άññεε
 (οααοί ñο) ί ί εάεοεγοί ί ί ε ί άññυ ε οάññ-εουα-
 ααοñγ ί ί ñεάαορπυάε οί οί οεά:

$$K_D = \frac{M_w}{M_n}. \quad (7)$$

Οααοευοαου ε εο ί αñοαάί εα

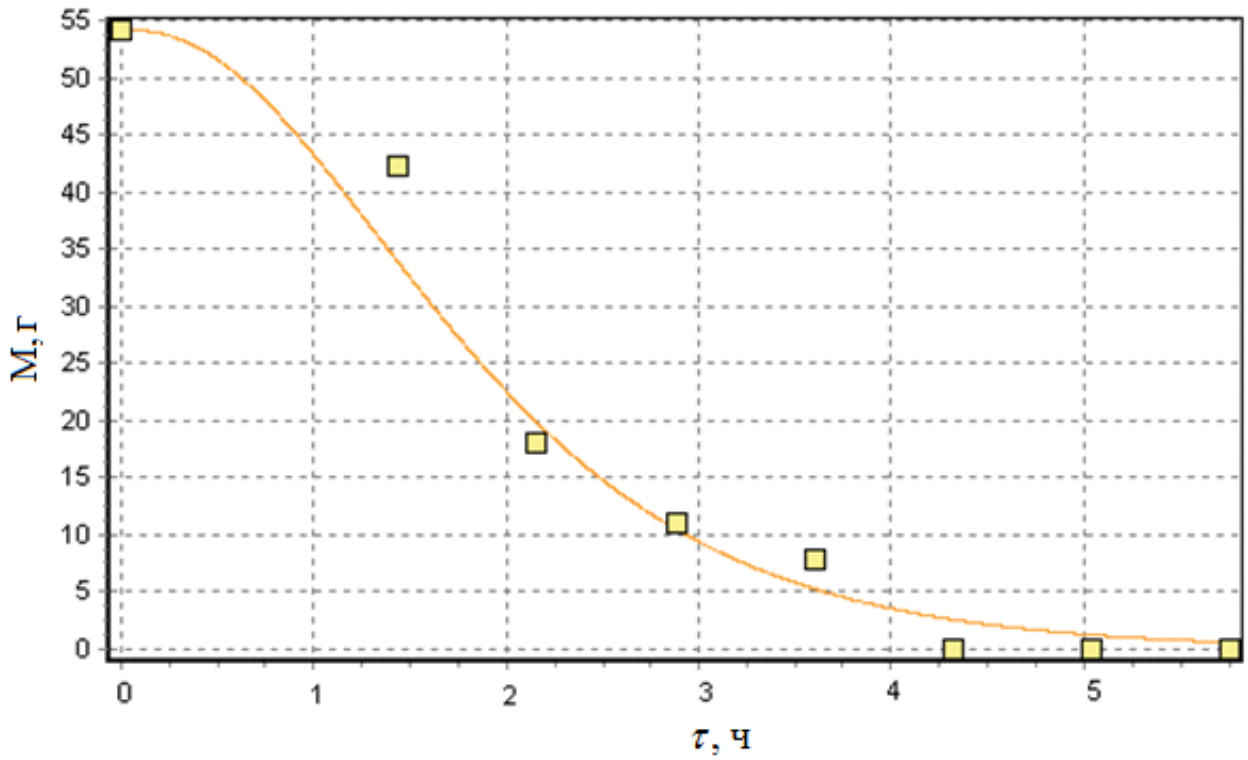
Ά εαάί οάοί οί υο οñεί άεγο ί οί άααάί γεñί ά-
 οεί άί ο ñ άυαοεααί ί υί ε. Ά οαε. 1 ε ί ά οεñ. 1
 ί οάñοαεεάί υ οααοευοαου αεεγί εγ εί εε-αñoαα
 εί εοεαοί οα ί ά αοάί γ ñί ί ί εεί αδεαοεε. Αύγáε-
 ί ί, α-οί οί άί υαί εα εί εε-αñoαα εί εοεαοί οα α-
 ααο ε οάεε-άί ερ αοάί άί ε ί ί εεί αδεαοεε.

ί α οεñ. 2 ί οάñοαεεάί υ οáñ-αοί υά αί α-
 ί εγ ñοάάί á-εñεάί ί υο M_n ί ί εάεοεγοί υο ί άññ
 á ααεñεί ί ñε ί ο αοάί άί ε ñί ί ί εεί αδεαοεε
 ñεοοί εα ñ ί αεάεί ί άυί άί αεάοεάί ί, ί ί εο-άί -
 ί υά ί ά ί ñί ί άά ί αοάί αδε-αñεί ε ί ί αάεε (3)–(4)
 ε οί οί οευ (5) άεγ άυ-εñεάί εγ M_n.

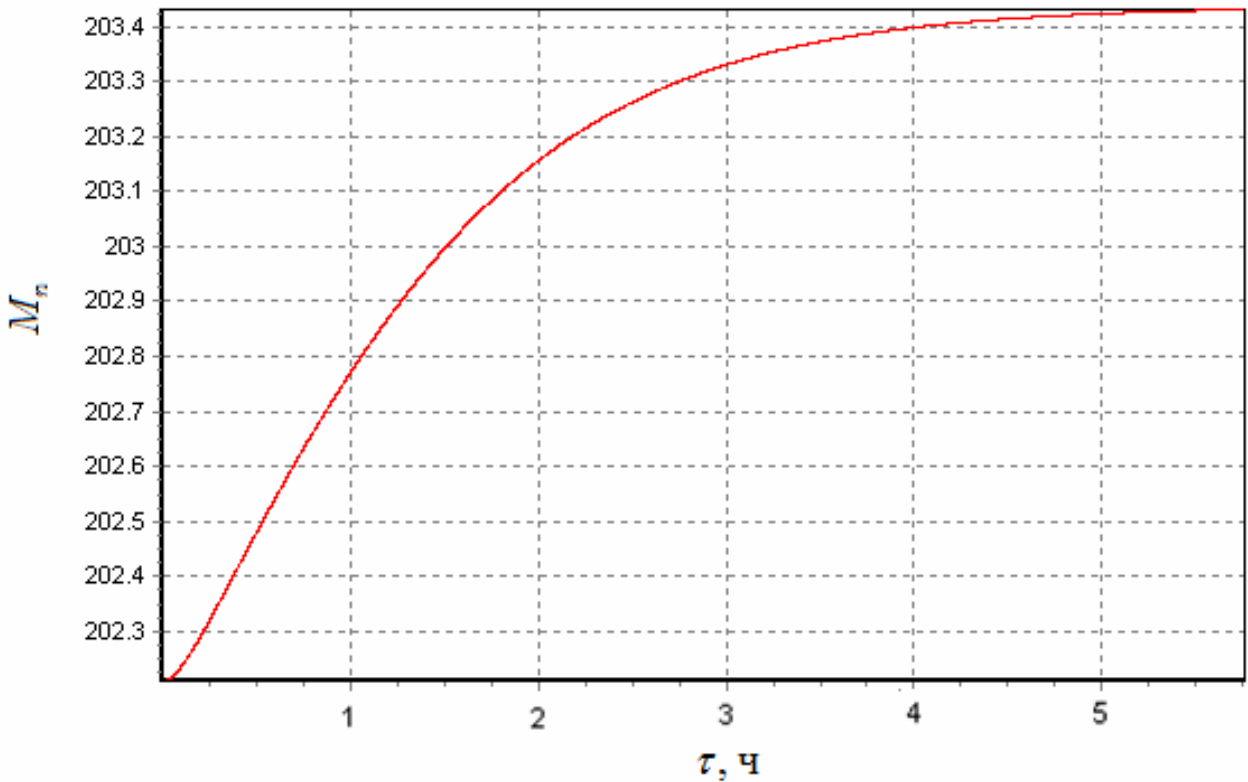
1

i	, %	, %
1	0.5	~4
2	0.25	4.5-5
3	0.125	5.5-6
4	0.0625	6-6.5

Ά οααοευοαοα άυ-εñεεοαεύί ί άί γεñί άδε-
 ί άί οα άυγáεάί εί οάοάεε αί α-άί εε ñοάάί á-εñ-
 εάί ί υο ί ί εάεοεγοί υο ί άññ ñί ί ί εεί άδα ί ο
 202.3 άί 203.4. Ά αάί ί ί ñεο-αα ί άδοοάί εα
 ñί ί οί ί οάί εγ ί ί εεί αδεαοεε ί ά 0.54% ί άυγñ-
 ί γαοñγ ί οεñoοοαεάί ί άάί ευοί άί εί εε-αñoαα
 άί άυ ά οáñoάί οεοάεα, αα ñ-αο α-άά ί οί εñοί αεο
 α-αñoε-ί άγ άααεοεααοεγί ί αεάεί ί άί άί άί αεάοεαα.



Đen. 1. Çaaenei î nou yefî adeli af oaeuf Uo (of +ee) e dan+aoi Uo î î adai adè+aneî e î î aàee (nî eî øí ay eef ey) çí a+af ee eî í oaf oðaoèe î î î î î aða (î aeaeî î af af af aeaðèaa) î o adai af e



Đen. 2. Çaaenei î nou dan+aoi Uo çí a+af ee nðaaî a+eñeaf í Uo î í eaeoeyðf Uo î anî î o adai af e

Òàèèì í áðàçìì , à ðàáí òá í ì èñàí í òí 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 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 òàèèá í àèááí ù çí à-áí èý ñòááí á-
 -èñèáí í Ùò ì í èàèòèýðí 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 ñ í á í í-
 èó-áí èý ñí í í èèì áðí à ñòèðí èà ñ í àèàèí í áí áí áí-
 àèàðèáí ì áòí áí ì èí í òí èèðòáí í é ðààèèàèü-
 í í é í í èèì áðèçàòèè / Øèì áí Á.É., Èí ñòðè
 Ñ.Á., Áàí í í èè È.Á., Èáñí ýè Á.Í ., Èáí òóèèè
 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 àèí òí 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 èòòáòí á Ý.Í ., Ì òñòáòèí à Ñ.Á. Ì í áàèèðí áá-
 í èà è ðáí ðáðè-áñèèà èññèááí ááí èý í òí òáññá
 ýí óèüñèí í í í é ñí 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 ðüáá È.Á., Ì òñòáòèí à
 Ñ.Á. Èññèááí ááí èà ñèí óàçà áóòáàèáí-ñòèðí èü-
 í í áí ñí í í èèì áðà í à ñí í í áá ì áòí áá ì í í óá-Èáðèí
 ñ ó-áòí ì ðàñí ðáááèáí 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 èòòáòí á Ý.Í ., Í áñüðí á È.Ø., Ì òñòáòèí à
 Ñ.Á. Í áðàì àòè-áñèí á í í áàèèðí ááí èà í òí òáññá
 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.È., 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 óáññäö.– Í .:Öè-
ì èý, 2004.– 252 ñ.
14. Öèèøér Í .A., ÓáðäÚáí èí È.A. Ì áðí áÚ ì í ááéè-
ðí ááí èý èèí àðèèè ì ðí óáññí á ñèí ðàça è ì í èáéö-
èýðí í -ì áññí áÚö óáðäéóáðèñöèè ì í èèì áðí á.–
Èçaí ú: Èça-áí ÈÍ ÈÖÖ, 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-á è è à ð á í í è è ù - í ù ò ñ í á á è í á í è è é í á è á è á è á è á è ú ì è è ç í ì á ð á ì è 1,3-á è è ò é í ò í í á í à ñ í í ñ è á á ò ð ù è ì á á è á ð á á è í é - ñ è è è ò í á á í è á ì í ð á ç ò ð ù è ñ ý í ò í á è è ò í á á ò ñ è í á è - ý ò È ð á í ì í ð á ç ð á á í ò á í ù ò í á è í á è í á è ù ñ è í á è ñ è í ò á ç à ñ è è - á 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 è - á ñ è á ý ò á í í í ñ ò ù ð á ç ð á á í ò á í ù ò í á è í á è í á è í ò í á á í í ñ ò è ò í á á í á í à í ð è ì á ð á ò ñ á ð á í í á í ð á á - é 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 á ò á ò á - ì í í é í á í á ò á ð í í í á ò í í á è í é í è (*Keiferia lycopersicella*), à ò á è á (4*E*,6*Z*)-á á è ñ á á á è á -4,6- á è á í -1-í è á è á á í á è á ò á ò á - ì í í é í á í á ò á ð í í í á ò ò ð í ý í í é í è (*Stathmopoda masinissa*).

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

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

Í á í ð á á á è ú í ù á è è è è è - á ñ è á ñ í á á è í á í è ý , ñ í á á ð á è á ù è á ñ á è ñ ò ð ó è ò ð 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 é í í ò è á ò ð á è è è è á è á - í í á ù á ò ð á á í á í ò ù , è è ð í é í ð á ñ í ð í ñ ò ð á í á í ù á í ð è ð í á á è í á è á è á á á ð ò ð á ç í í í á ð á ç í í é á è í é í á è - - á ñ è í é á è ð é 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 é á á è ñ í í è ú ç ò á ì ù ì è ì á è í á 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 ñ ý è á ò á è ç è ð á ì ù á é ì ì í é á è ñ á è ì í á ð á ò í á í ù ò ì á ò á è é í á ð á á è è è è ò é ò í ñ ñ - ñ í - á ò á í è ý á è í è é á á è í á á í è á í á ñ í á ò á è é í - í ð á á í è - á ñ è è ì è ñ í á á è í á í è ý ì è , á è é á í á ì è è á è -

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.

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

è è í á ì è (ð á á è è è ñ ó ç è è , ñ ò è è é á , í á á è è , È ó í á á á , Ó á è á , Ñ í í í á á è è ð á), í ð í ð á è á ð ù è á ñ á ù ñ é í é ñ á ð á í ñ á è á è è á í í ñ ò ù ð è í ð è á í á ý ù è á 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 á - á ñ ò á á ð á á á í ò í á è ñ í í è ú ç ò ð 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 ú ç í á á í è á á è í è è - ò é í ð è á í á á ð á á è è è ý ò é ò í ñ ñ - ñ í - á ò á í è ý í á ð á í è - á í í , á - á ñ ò í ñ ò è , è ç - ç à í ñ ò ó ñ ò á è ý í á á á æ í ù ò ì á è í á í á è ò ñ è í ò á ç à ñ í ð è á ì è á 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 - é á í è è ñ ñ é á á í á á í è è ý á è ý á ñ ý ð á ç ð á á í ð è á í í -

Á á á ò í í ñ ò ó í é 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 ýóòáèòèáí úò ì áòí-áí á àèòèáàòèè Ñsp²-Cl-ñáyçè á ðáàèòèýò èðí ññ-ñí ÷áàí èý ¹¹⁻¹³. Í áí è èññèááí ááí á áí ç-í í áí í ñòú í í èó-áí èý àèí èèòèí ðèáí á, èñí í èú-çòáì úò á ñèí òàçà àèí èí àè-áñèè àèòèáí úò áá-úáñòá, í óòáì àèèèèèèðí ááí èý àèòèáí úò ì áðèèá-í í áúò ñí ááèí áí èè ñòáðáí òèì è-áñèè ÷èñòúì è èçíì áðáì è 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á ñ í í ñèááòðúèì ááèáðááèèí èñèèèèðí ááí èáí í í Èðáí ÷í.

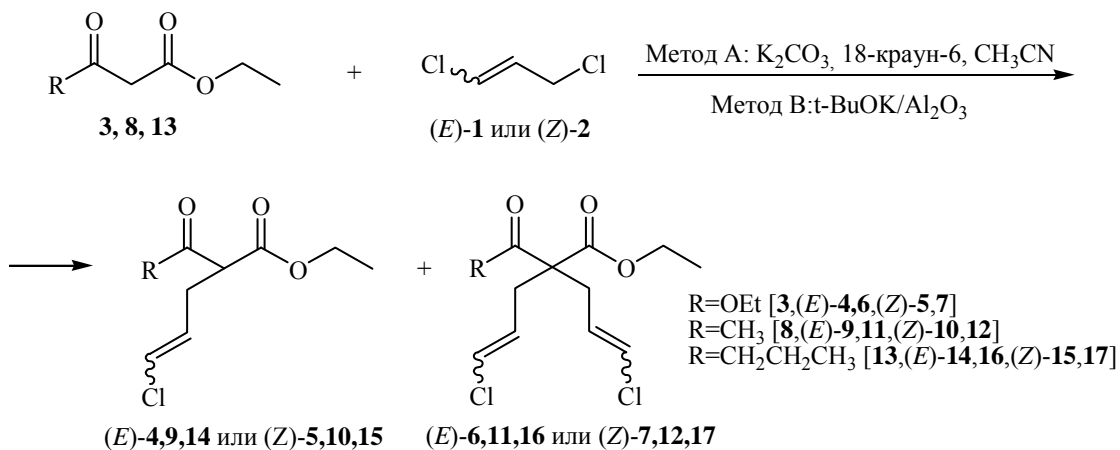
(E)- è (Z)-èçíì áðú 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á èì áðò çí á-èòáèúí óð ðàçí èòò á òáì í áðáòòðáò èèì áí èý è ýóòáèòèáí í ðàçáàèýðòñý ðáèòèòè-èáòèáé. Èí áèáèáòáèúí úá ñòáðáí èçíì áðú 1,3-àèòèí ðí ðí í áí á í áèáááðò áúñí èí é ðáàèòè-í í í í è ñí í ñí áí í ñòúð è áááèí áñòóí áðò á ðáàè-òèð ç ðàçèè-í úì è í óèèáí 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 ýòèðí 3 á òñèí áèýò ì áæòáçí í áí èáòáèèçà á í ðèñóòñòáèè í áí ðááí è-áñèí áí í ñí í-ááí èý í áðáçòðòñý ñí í òááòñòáòðúèá (Á)- èèè (Z)-èçíì áðú àèýòèè(3-òèí ðí ðí í -2-áí -1-èè)-í ðí í áí àèí áòá (4 è 5) è àèçáì áúáí í úò í ðí áòè-òí á 6 è 7 (ñòáì á 1) ¹⁶. Áèý í èááèèèðí ááí èý èí í-éòðèòòðúáé ðáàèòèè í í áòí ðí í áí àèèèèèèðí áá-í èý í í í í çáì áúáí í úò í ðí èçáí áí úò 4 è 5 í áì è í ðí ááááí ú èññèááí ááí èý í í í í òèì èçáòèè òñèí-áèé ðáàèòèè (ðáñòáí ðèòáèú, í ñí í ááí èá, ì áæòáç-í úé èáòáèèçáòí ð, òáì í áðáòòðá). Í áèñèì 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 àèèèèèèðí ááí èè ì àèí í í áí ýòèðá á èèí ýúáì áòáòí í èòðèá í í á ááèñòáèáí K₂CO₃ á í ðèñóòñòáèè èáòáèèèè-áñèèò èí èè-áñòá 18-èðáóí-6 (ñòáì á 1, í áòí á Á).

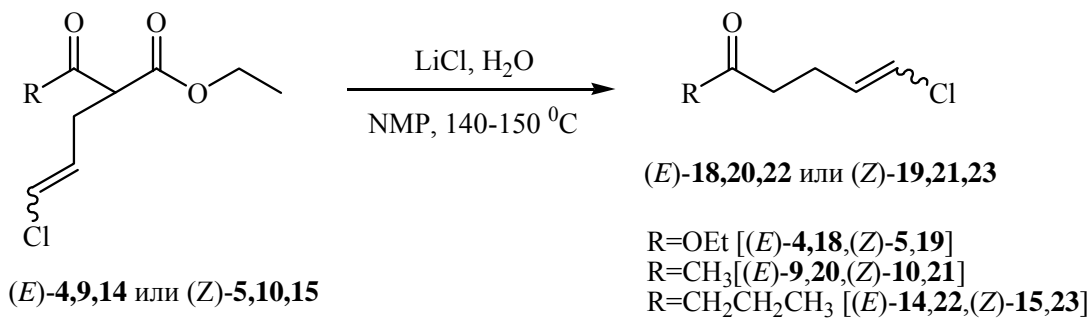
Í ðè èñí í èúçí ááí èè ááí í í è í áòí àèèè á í ðí óáññá àèèèèèèðí ááí èý áòáòí óèñóíí í áí ýòè-ðá 8 í áðáçòðòñý í ðáèì óúáñòááí í í í í í çáì á-

úáí í úá (E)- èèè (Z)-èçíì áðú ýòèè-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 ýòèè-3-í èñí ááèñáí í áòá (13) í ðèááèí è í áðáçí ááí èð (E)- è (Z)-èçíì áðí á ýòèè-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 %) àèáèèèèèèðí ááí í úò í ðí áòèòí á 16 è 17 ¹⁸.

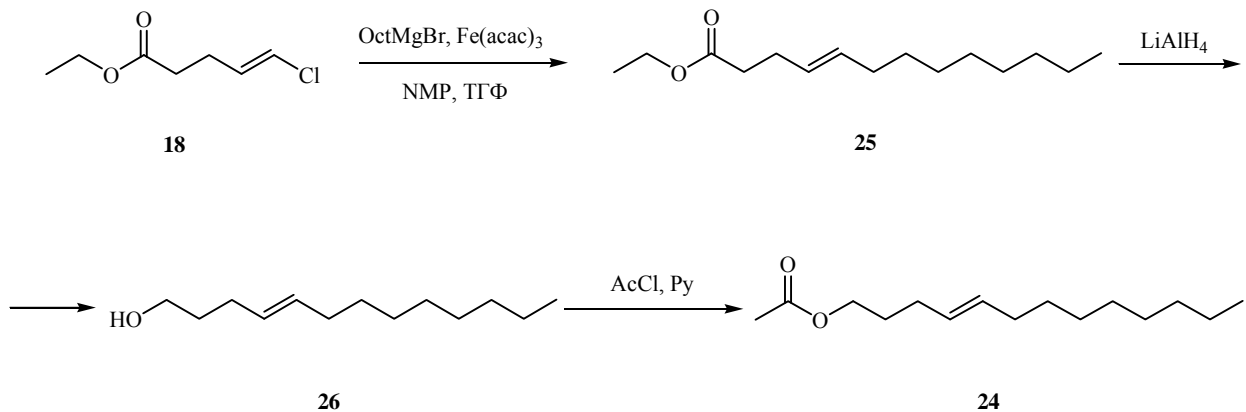
Ñ óáèúð í í áúòáí èý áúòí áá óáèááúò í ðí-áòèòí á 4,5,9,10,14,15 í áì è áúèè áí ðí áèðí áá-í ú èçááñòí úá ì áòí áú í í í í àèèèèèèðí ááí èý -àèèáðáí í èèúí úò ñí ááèí áí èè í ðèì áí èòáèúí í è èññèááóáì úì ñóáñòáòáì 3,8,13. Í ðí ááááí èá àèèèèèèðí ááí èý á í ðèñóòñòáèè ñí èáè èí ááèúòá ¹⁹ è Bu₄NF ²⁰ 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 ðèòáèý í áðáçí ááí èá àèáèèè-èèèðí ááí í úò í ðí áòèòí 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 ýòèðá 3, áòáòí óèñóíí í áí ýòèðá 8 è ýòèè-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 àèèèèèèðí ááí í úì í ðí áòèòáì 4,5,9,10,14,15 ñ áúòí ááì è 78-84 % ñí í òááò-ñòááí í í, í ðè ýòí èí èè-áñòáí àèáèèèèèèðí ááí-í úò í ðí áòèòí á í á í ðááúòááò 3% (ñòáì á 1, í á-òí á Á) ¹⁸. Í í òèì àèúí úì ýáèýáòñý 12-èðáòí úé èçáúòí é Al₂O₃ (í í í áññá) í í í òí í óáí èð è ñóá-ñòáòó. Í ðè ñí èæáí èè çááðóçèè Al₂O₃ í ááèð-áááòñý ðàçèí á ñí èæáí èá ñáèáèòèáí í ñòè í ðí óáñ-ñá. Èñí í èúçí ááí èá á èá-áñòáá í ñí í ááí èý EtONa èèè çáì áí á Al₂O₃ ñèèèèèááèáì í ðèáí-áèò è í áèí óí ðí í ó óí áí úòáí èð áúòí áí á í í í í-àèèèèèèðí ááí í úò í ðí áòèòí á. Óááðáí óáçí í á àè-èèèèèðí ááí èá í ðí òáèááò ñ áúñí èí é ñòáðáí ñáèáè-òèáí í ñòúð, èçíì áðí áý ÷èñòí òá í ðí áòèòí á 4,5,9,10,14,15 ñí ñòááèýáò 99%.



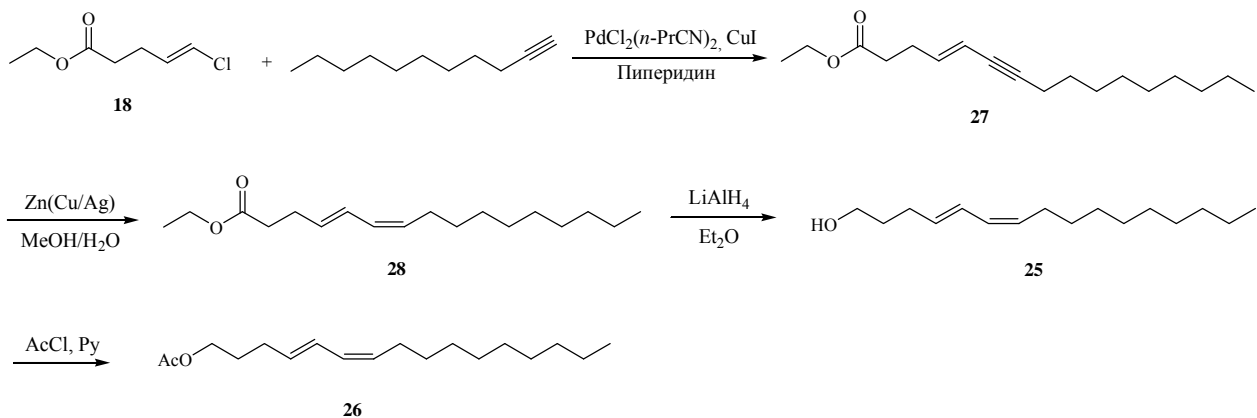
Ñòáì á 1.



№01 à 2.



№01 à 3.



№01 à 4.

Í ñòÙáñòàéáí èà áàèàðáàèèí èñèèèèðí àáí èý (Á)- èèè (Z)-èçí ì áðí à àèýðèè(3-òèí ðí ðí ì -2-áf -1-èè)í ðí ì áí àèí àðà (**4** è **5**), ýðèè-2-àòàðèè-5-òèí ðí áí ò-4-áf í àðà (**9** è **10**) è ýðèè-2-(3-òèí ðí ðí ì -2-áf -1-èè)-3-í èñí áàèñàí í àðà (**14** èèè **15**) á ñòáí -áàðòí Ùò òñèí àèýò Èðáí ÷í (Áì Ñí , 2 ýèà. LiCl, 2 ýèà. H₂O)²² òðááòàò àèèòàèóí í áí àðàí áí è ì ðí -ááááí èý ðáàèòèè è ñí ì ðí áí àèáàòòý çàì áðí Ùí ì ñí í èáí èáì ðáàèòèí í í è ì àññÙ. Í áí àèí ì ðè èñ-í ì èüçí àáí èè à èà-áñòáá ðáñòáí ðèòàèý N-ì àðèè-í èððí èèáí í à è áááááí èè à ðáàèòèè ççáÙòèà LiCl (3 ýèà.) áàèàðáàèèí èñèèèèðí àáí èà **4**, **5**, **9**, **10**, **14**, **15** í ðí òáèáàð çà 1–3 ÷ ñ í áðàçí àáí èáì ñí -í òáàòòàòàðí ùòò ñòáðáí òèè è-áñèè ÷èñòÙò (E)- è (Z)-èçí ì áðí à ýðèè-5-òèí ðí áí ò-4-áf í àðà (**18** è **19**), 6-òèí ðáàèñ-5-áf -2-í í à (**20** è **21**) è 8-òèí ðí èò-7-áf -4-í í à (**22** è **23**) ñ áùòí ààì è 76–87 % (ñòáì à 2)²³.

Í ðàèèè-áñèàý òáí í ñòù ðàçðááí òáí í Ùò ì áðí áí à í í èò-áí èý èçí ì áðí í ÷èñòÙò àèí èèò-èí ðèáí á áÙèà í ðí ááì í í ñòðèðí àáí à ì ðè ñòáðáí -í áí ðáàèáí í í ñèí òàçà (4E)-áèèáí í àòí à²⁴, á ÷áñòí í ñòè, (4Á)-òðèááò-4-áf -1-èèàòàðà (**24**) – í í èí áí áí Òáðí ì í í á òí ì áðí í è ì í èè (*Keiferia lycopersicella*), í í áñí í áí áðáàèòàèý í áñèáí í -áùò í à òáððèòí ðèè ÐÒ. Fe-èàòàèèçèðòáí í à èðí ññ-ñí ÷áðáí èà ýðèè(4Á)-5-òèí ðí áí ò-4-áf í àðà (**18**) ñ í èòèèì àáí èèáðí èáí ì á ì ðèñòòòàèè NMP í ðèáí àèò è ýðèè(4Á)-òðèááò-4-áf í àðò (**25**) ñ áùñí èèì áùòí áí ì. Í í ñèáàòòááá áí ññòá-í í àèáí èà ñèí àèí í áí ýðèðà **25** èèðèèàèèè èí èè-àèáðèáí ì è àòàðèèèèðí àáí èà í áðàçòòááí ñý ñí èððà **26** áààò òðááòáí Ùé Òáðí ì í í **24** ñ ñí áàð-àèáí èáì (E)-èçí ì áðà áí èáá 99%²⁵ (ñòáì à 3).

Δααεοεϋ Νί ί ί ααοεδα αει εεοει δεαα 18 η αεεει αι ε αUεα εηί ί εϋϋί ααι α α ηει οαϋα (4*E*,6*Z*)-ααεηαααεα-4,6-αεαι -1-ί εα (25) ε ααι αοαοαα 26 (εί ί ί ί ί αί οί α ί ί εί αί αί οαδί ί ί α ί ί εε *Stathmopoda masinissa* – ί ί ανί ί αί αδα-αεοαεϋ οδoεοί α), α οαεαα αδοαεο ηί ί οϋααι - ί Uο αί εί ί α ²⁶. Α δαϋοεϋοαα εδί ηη-ηί -αοαι εϋ γοεε(4*A*)-5-οει δί αί ο-4-αί ί αα (18) η οί ααο-1-εί ί ί α ί δει οηοηαεε ηεααι ηαϋϋαί ί ί αί εί ί ί εαε-ηα PdCl₂(*n*-PrCN)₂ ε Cul α ί εί αδεαει α ί δε εί ί ί αοί ί ε οαί ί αδαοοδα η αUηί εει αUοί αί ί (92%) ί αδαϋοαοηϋ γοεε(4*A*)-ααεηαααο-4-αί -6-εί ί αο (27). Νοαδαί ηαεαεοεαι ί α αί ηηοαί ί αεαι εα οδί εί ί ε ηαϋϋε αί εί α 27 ί ί α αεηοαεαι αεοεαε-δί ααι ί ί αί Zn(Cu/Ag) ¹² ί δεαί αεο ε ηί ί οααο-ηοαορϋαί ο (4*E*,6*Z*)-αεαι ί αί ί ο γοεεο 28. ϋαε-ερ-εοαεϋί Uα ηοααεε αί ηηοαί ί αεαι εϋ LiAlH₄ ε

αοαεεεεδί ααι εϋ ααρ ο ηί ί οααοηοαορϋεα ηί εδo 25 ε αοαοα 26 ²⁷ (ηοαι α 4).

Οαεει ί αδαϋί ί , α δαϋοεϋοααα ί δί αααί ί Uο εηηεααι ααι εε ί α ί ηί ί αα ί ί ί αεεεεεδί ααι εϋ 1,3-αεεαδαί ί εεϋί Uο ηί ααει αί εε εί αεαεαο-αεϋί Uι ε εϋί ί αδαί ε 1,3-αεοει δί δί ί αί α αUε δανoεδαί ί ααι ααοUε αδηαι αε ί αοί αί α ηει οαϋα ηοαδαί οει ε-αηεε -εηοUο αει εεοει δεαί α. ί ί -εαϋαί ί , -οί ηί αδαί αί ί Uα ί αοί αU αεοεααοεε sp²-Cl ηαϋϋε η εηί ί εϋϋί ααι εαι ηεααι ηαϋϋαί - ί Uο εί ί ί εαεηί α Pd ε ηί ααει αί εε αεεαϋα ααεα-ρ ο ί δαηηοααεοαεαε γοί αί εεαηηα ααει ααι εαι α γοοαεοεαι Uι ε γεαεοδί οεεϋί Uι ε ί αδοί αδαί ε α δααεοεϋο εδί ηη-ηί -αοαι εϋ η αεεει αι ε ε δαα-ααι οαι ε Αδεί υϋδα ε ί ί εαϋί Uι ε εί οαδί ααεαδα-ί ε α ηει οαϋα αει εί αε-αηεε αεοεαι Uο ί αί δα-ααεϋί Uο 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.
- Øaοi ααα Δ.Í ., Èøáááαα Α.Ο., ϋί δεί Α.Α. Νοα-δαί ί αί δααεαι ί Uε ηει οαϋ ί δεδί αί Uο (2*A*,4*A*)-αεαι αι εαι α ε εο ηει οαεε-αηεεο αί αει αί α // *ΑΕΙ δΟ.*— 2012.— Ο. 48, ¹ 7.— Ν. 913-918.
- ί αοοοί αα ί .Ε., Δαοί αοοεεει α Ρ.Δ., Βοοοί αα Β.Δ., Νί εδεοει Ε.Α., ϋί δεί Α.Α. Εηηεααι αα-ί εα εί δδαεϋοεε ΟΟΟ-δααοεοαϋί ί ε αεοεαι ί ηεε η ηί ααδαεαι εαι αδαοεαι ί αί ε εεηει οU α εει εααο αδεαα *Mortierella alpina* 18-1 // *Ααο. οει . α.*— 2006.— Ο. 13, ¹ 1.— Ν. 95-97.
- Øaοi ααα Δ.Í ., Èøáááαα Α.Ο., Νοί αααοοεεει α Α.Ο., ϋί δεί Α.Α. Νοαδαί ί αί δααεαι ί Uε ηει οαϋ ηαδί αί οει α // *ΑΕΙ Ο.*— 2011.— Ο. 81, ¹ 9.— Ν. 1578-1580.
- ί αοοοί αα ί .Ε., Δαοί αοοεεει α Ρ.Δ., ί αί οαεαα-αα Ν.ί ., ϋί δεί Α.Α. Εηηεααι ααι εα ηει οαϋα ί ί -εει αί αηUαί ί Uο αεδί Uο εεηει ο ααει δαϋεηοαι -οί Uι αδεαι ί *l ortierella alpina* XH1 // *Ααο. οει . α.*— 2007.— Ο. 14, ¹ 1.— Ν. 141-144.
- Metal-Catalyzed Cross-Coupling Reactions. Ed. de Meijere A., Diederich F.— N.-Y.: Wiley-VCH, 2004.— 916 p.
- Øaοi ααα Δ.Í ., Èøáááαα Α.Ο., ϋί δεί Α.Α. Pd-εαοαεεϋεδοαί Uε ηει οαϋ 1-[(2*E*,4*E*)-αί ααεα-2,4-αεαι ί εε]ί εί αδεαει α // *Εϋα. αUηoεο ο-ααι Uο ϋαααααι εε. Οει . ε οει . οαδί ί ε.*— 2011.— Ο. 54, ¹ 10.— Ν. 97-99.
- Èϋεααααα Α.Ο., Øaοi ααα Δ.Í ., Νί εδεοει Ε.Α., ϋί δεί Α.Α. Ηει οαϋ ί αοεει αί αί γοεδα 2(*E*),4(*E*)-αί ααεααεαι ί αί ε εεηει οU ί α ί ηί ί αα δααεοεε Οαεα // *Ααο. οει . α.*— 2009.— Ο. 16, ¹ 1.— Ν. 30-31.
- Èøáááαα Α.Ο., Νοί αααοοεεει α Α.Ο., Øaοi ααα Δ.Í ., ϋί δεί Α.Α. Νοαδαί ί αί δααεαι ί Uε ηει οαϋ 1-[(2*A*,4*A*)-ααεα-2,4-αεαι ί εε]ί εί αδεαει α // *Ααο. οει . α.*— 2010.— Ο. 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 boc 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 àéééèáì 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 ðààèòèààì 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. Ðàáèòèè 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. Ðàáèòèè (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-ñòí 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 èèñèí 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. *Stereonapravlenniy 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 ï áÙé ï ï àòì à è ñèí òàçó ýòèè-(4Á)-àèèáí ï - àòì 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-èèàòáòáà - ï ï èí áí áí òáðí ï ï á òí ï áí è ï ï èè (*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 ï àðà // 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 ðaçeđı̄ äarı̄ ǖ ı̄ı̄ eeī äđı̄ ǖä eı̄ı̄ı̄ eäenǖ nı̄ eäē
 ı̄ äðäeēı̄ ä (ZnCl₂, CuCl₂, NiCl₂, Ñı̄Ñı̄₂) ı̄ı̄ eäē-
 ðeēı̄ í eððeēä ē nı̄ı̄ı̄ eē (äeðeēı̄ í eððeē-ñeðeı̄ e-
 áóóäeäı̄)ä. Óñðarı̄ í äeäı̄ı̄, ÷oı̄ ä eð oı̄đı̄ eđı̄ ää-
 ı̄ eē o-äñoáoı̄ðo í eððeēüı̄ ǖä ē öarı̄ eēüı̄ ǖä
 äđoı̄ı̄ ǖ nı̄ı̄ı̄ eeī äđä. ı̄ı̄ eö-arı̄ ǖ äarı̄ í ǖä ı̄ nı̄ ääð-
 æarı̄ eē ýðeð ı̄ äðäeēı̄ ä ä ı̄ı̄ eeī äđı̄ ǖö eı̄ı̄ı̄ eäe-
 ñäö. Ñ eñı̄ı̄ eüçı̄ äarı̄ eäı̄ í äýı̄ı̄ eðe-äñeı̄ äı̄ eäarı̄ -
 oı̄ äı̄ -öeı̄ e-äñeı̄ äı̄ ı̄ ðeäeēæarı̄ eý PBE96/SVP
 í äeäarı̄ ǖ öäđı̄ í äeı̄ äı̄ e-äñeä ı̄ äðäı̄ äöđǖ ðääe-
 öeē ı̄ı̄ eö-arı̄ eý ı̄ı̄ eeī äđı̄ ǖö eı̄ı̄ı̄ eäenı̄ ä nı̄ eäē
 ı̄ äðäeēı̄ ä Zn, Cu, Ni, Co, Fe.

Ėep-äáüä ñeı̄ ää: eı̄ı̄ı̄ eäenǖ Zn, Cu, Ni, Co,
 Fe; ı̄ı̄ eäēeðeēı̄ í eððeē (ı̄ Äı̄); nı̄ı̄ı̄ eeī äð äeðe-
 eı̄ í eððeē-áóóäeäı̄ -ñeðeı̄ ē (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 í eeaèðeéf í eòðeè (Í ÁÍ) è ááí ní í í eè-
í áðú øeðí eí eñí í eüçòþòny á í ðí eçáí áñòáá
í í eeaèðeéf í eòðeéúí úò áí eí eí í - í eòðí í á,
í ðeí í á, áðaeí í á, í eànòe-áneò í áññ (ní í í eè-
í áðú-í eànòeèe AÁN) è áð. Í í eeaèðeéf í eò-
ðeéúí í á áí eí eí í ýaeýáòny òaeæá nùðúáí aeý
í ðí eçáí áñòáá òaeááí eí eí á í òóáí í eèñeòaeü-
í í áí í eòí eèçà n í í ñeááòþúáé ñòaeèeèçàòeáé á
àòí í ñóáðá eí áðóí í áí áaça ¹.

Ñ áðóáí é ñóí ðí í ú, í í eèí áðú è eí í í í çè-
òeè í á eò í ñí í áá, ní ááðæàúeá eí í ú í áðaeéí á
Zn, Cu, Ni, Co, Fe, +áñòí í ðeí áðáðòò ní ááð-
øáí í í í áúá ñáí eñòáá, í áí ðeí áð, aeí eí ae-áñ-
éóþ è eàòaeèòe-áneóp aeðeáí í ñòú è ò.á. ².

Á ní ñòááá yéáí áí òáðí í áí çááí á í ÁÍ èí á-
áòny í eòðeéúí ay áðóí í á -C N, í ðeè-áþúayny
áúñí eí é í í eýðí í ñòúþ è ní í ñí áí í ñòúþ è áí í í ð-
í í -aeóáí òí ðí í í ó açaeí í áaeñoaeþ. Í aeáí eáá
eçááñóí úí è eí í í eáeñí úí è ní áaeí áí eýí è, í á-
ðaçòþúeí eñý ñ ó-áñòeáí í eòðeéúí úò áðóí í,
ýaeýþòny eí í í eáeñí ñ eí í áí è í áðaeéí á Zn,
Cu, Ni, Co, Fe.

Óaeüþ ááí í í áí eññeááí ááí eý ýaeýáòny
ñeí òaç, áúááeáí eá è áí aeèç í í eèí áðí úò eí í í
eáeñí á ýeò í áðaeéí á í á í ðááí áð áí ðeí eèðí á-
í í é è óóí aeòeáí í é aeòeáí í ñeè.

Í áðáðeáeü è í áòí áú eññeááí ááí eý

Ñeí òaç í í eèí áðí úò eí í í eáeñí á í ñóúá-
ñoaeýeè í á í ñí í áá í í eeaèðeéf í eòðeè (Í ÁÍ)
è ní í í eèí áðá «aeðeéí í eòðeè-áóòáaeáí -ñòe-
ðí e» (AÁN-í eànòeè) ³; á eá-áñòáá ní eáé í áðae-
éí á eñí í eüçí áaeè òeí ðeáú òeí eá, eí áaeüòá è
æáeáçà, ñòeüòáòú í eéáeý è í áae. Í áòí aeèá
í í eó-áí eý í í eeaèðeéf í eòðeè çaeèþ-aeáñú á
ñeááòþúáí . Á eí eáó áí eí ñòúþ 250 í è n í áðáð-
í úí òí eí aeéúí eéí í è í áðaeéí é çáððòæaeè
150 í è aeñòeèeèðí ááí í í é áí áú è 11 á (14 í è)
aeðeéí í eòðeè (ÁÍ). Éí eáó í ááðááeè áí 50
°C á òáðí í ñòáá í ðe í áðáí áðeááí eè è í ðí í òñ-
eáí eè açí òá. ×áðaç 10 í eí í ðeèeáí úááeè ðá-
ñoáí ð í áðñeüòáòá eáeèý (0.15 á á 10 í è áí áú).
Óáí í áðáðòðó á òá-áí eá 30 í eí í í áúøaeè áí 60
°C. Ðáaeòeþ áaeè á òá-áí eá 4 ÷, áúí ááøeè í í
eèí áð í ðòeèüððí áúááeè, í ðí í úááeè áí áí é è
ñóøeè è á áaeóóí í í í øeáòó í ðe 50 °C áí í í
ñóí ýí í é í áññú.

Í í eèí áðeçàòeþ á ðáñoáí ðá òeí ðeáá òeí -
eá í ðí áí aeèè áí aeí ae-í í í, í í áí áñòí áí áú eñ-
í í eüçí áaeè 50%-í úé ðáñoáí ð ZnCl₂. Í ðí òáññ
í í eèí áðeçàòeè í ðí áí eæaeè 6 ÷.

Á òí áá eññeááí ááí eý áúýñí eéí ñú, ÷òí í í
eó-èòú Í ÁÍ á í ðeñóòñòaeè ní eáé òeáçáí í úò
áúøá í áðaeéí á í í áí í eèøú á ñeò-áá òeí ðeáá

òeí eá. Ñí eè áðóáeò í áðaeéí á, açaeí í áaeñoáóý
ñ ÁÍ (í -áí , í áí ðeí áð, ñaeááòaeüñoáóò eçí á-
í áí eá òááòá ðáñoáí ðá ní eáé í í ñeá áí ááaeáí eý
í í í í áðá), eí aeáeðí áaeè í ðí òáññ ðáaeèaeü-
í í é í í eèí áðeçàòeè, áñeááñoáeá +ááí áúááeèóú
í í eèí áðí úé í ðí áóeò í á óááaeí ñú. Í í ýòí í ó
aeý í í eó-áí eý Í ÁÍ , ní ááðæàúááí eí í ú í á-
òaeéí á, ní eè í í ñeááí eò áí ááaeýeè í á çaeèþ-
+eòaeéúí í é ñòáaeè í í eèí áðeçàòeè.

Áeý í í eó-áí eý í í eèí áðí úò eí í í eáeñí á
ñí eáé í áae, eí áaeüòá, í eéáeý eñí í eüçí áaeè
í áòí á í áñúúáí eý í í eèí áðí á, ñeí òaçeðí ááí -
í úò ðáí áá (Í ÁÍ eèè í ðí í úøeáí í úá), eí í áí è
í áðaeéí á, eñòí -í eéí í eí ðí ðúò áúeè 50%-í úá
áí áí úá ðáñoáí ðú eò ní eáé.

Í í ñeá í á-aeá í í eèí áðeçàòeè è í í ýaeáí eý
í ñaeáe í ðí òáññ í ðí áí eæaeè á òá-áí eá 3-ò ÷, á
çáðáí á ñeñoáí ó ááí aeèè 50%-í úé ðáñoáí ð
CuCl₂ (eèè CoCl₂, NiSO₄). Í í ñeá ýòí áí í ðí-
òáññ áaeè áúá á òá-áí eá 3-ò ÷. Í í eèí áð áúáá-
eýeè, í ðòeèüððí áúááeè è ñóøeèè áí í í ñóí ýí -
í í é í áññú (eáè í í eñáí í áúøá).

Áeý ýeñí áðeí áí òí á eñí í eüçí áaeè í ðí -
í úøeáí í úé í eànòeè AÁN, eí ðí ðúé ðáñoáí ðý-
èè á òeí ðeñoí í áðeéáí á è í -eúaeè í ñaeááí è-
áí á í áððí eáéí úé ýòeð, í í ñeá +ááí ñóøeèè áí
í í ñóí ýí í é í áññú.

Eçí aeü-áí í úá í áðaçòú ní í í eèí áðá áú-
ááðæeáaeè í ðe í áðáí áðeááí eè 3 í ááaeè á
50%-í úò ðáñoáí ðáò ní eáé ZnCl₂, FeCl₃, CoCl₂,
NiSO₄, í áñúúáí í í í ðáñoáí ðá CuSO₄, í çáááð-
øáí eè í ðí òáññá ñòaeèèè í í ááí í úí òí òí eí eí-
ðeí áððeè. Í í eèí áð í ðáaeýeè, í ðòeèüððí áúáá-
eè, í ðí í úááeè áí áí é è ñóøeèèè áí í í ñóí ýí í é
í áññú.

Ñí ááðæáí eá í áðaeéí á á í í eèí áðí úò eí í -
í eáeñáò í òáí eáaeè n í í í í úúþ ní aeòðí áðáòá
ÈÑÍ -30, ní áaeí áí í í áí ñ ááí áðáòí ðí í í áðáí áí -
í í áí òí eá ÈÁN-28 ⁴. Í í eó-áí í úá ááí í úá í ðáá-
ñoáaeáí ú á òaeé. 1.

ÈÈ-ñí aeòðú ní áaeí áí eé, ñóñí áí çeðí ááí -
í úò á í -eúáí í í í áaçaeéí í áí í í áñeá, ðááeñò-
ðeðí áaeè í á í ðeáí ðáò «SpecordM-80» è
«Shimadzu» á í eáñòeè í ðò 400 áí 4000 ñí .

Áeý í ðí áááí eý eááí òí áí òeí e-áneò eñ-
ñeááí ááí eé eñí í eüçí áaeñý í ðí áðáí í í úé í aeáò
aeý *ab initio* eááí òí áí òeí e-áneò ðáñ-áòí á
Firefly V.7.1.G (PC GAMESS) ⁵. Áñá ðáñ-áòú
í ñóúáñoáeýeèñú á í áýí í eðe-áneí í í ðeáeèæá-
í eè PBE96/SVP ^{6,7} - aeý áaçí áí é òaçú.

Áeý í ðááááðeòaeéúí í é í òáí eè ýòóáeòeá-
í í ñòe áaeñoáeý eññeááóáí úá ní áaeí áí eý áúeè
eñí úòáí ú á eá-áñòáá áí ðeí eèðí áí úò í ðeñááí è
è ñeí òáðe-áneí í ó í áñeò - í áí òáyðeòðeòí áí í ó
ýòeðò æeðí úò eèñeí ò (Í ÝÝ), á òaeæá è ní á-

çî ÷ í í - í ò è à æ à ð ù á è æ è à è í ò è í à ý ò è ù ò è í - í í è í ò í í á á - Ñ Í Æ Å ç ð í è - 5. Å è ý ò ñ ð á á í è ý á ù è è ñ í í è ù ç í á á í í á í ò à ò è í ð ò á í è ý ò í à ð ð è ý , ø è ð í è í í ð è í á í ý à ù è á è à - à ñ ò á á á í ð è í è è ð í á í í è í ð è ñ à à è è è ñ í à ç í ÷ í ù í ò à ñ è à í . Á è à - à ñ ò á á è í í ð ò í è ý ò ñ è ó æ è è è ñ è í ò à ð è - à ñ è í á ò à ñ è í (Í Ý Ý) è Ñ Í Æ Å ç ð í è - 5.

Á í ð è í è è ð í á í ò ð ý ò ó à è ò è á í í ñ ò ù è ñ ñ è à á ó á - í ù ò í à ð á ç ò í á í í ð á á à è ý è è í à ò í á í í ç í í à è ù í í è à è ó ó ç è è í í Á Í Ñ Ó 9.052-88 è Á Í Ñ Ó 9.082-74 ñ è ñ í í è ù ç í á á í è à í ñ è à á ò ð ù è ò í è è ð í í ð á á í è ç í í á :

- á à è ð á ð è è : *Mycobacterium lacticolium*, *Pseudomonas aeruginosa*;
- à ð è á ù : *Aspergillus niger*, *Cladosporium resinae*, *Penicillium chrysogenum*, *Chaebomium globosum*, *Trichoderma viride*;
- à ð í æ à á ù á : *Candida tropicalis*.

Å è ý á ù ð á ù è á á í è ý á à è ò á ð è à è ù í ù ò è ó è ù ò ó ð á ù è è ñ í í è ù ç í á á í í ý ñ í í á í ò í í í ù è á à á ð (Í Í Á), á à è ý á ð è á í á è à ð í æ à è - ñ ó ñ è í - á à á ð (Ñ Á).

È ñ ñ è à á ó á í ù á ñ í á à è í á í è ý è ý ò à è í í á ù è è á í á à á à á í ù è ñ è í ò à ð è - à ñ è í í ó í à ñ è ó è Ñ Í Æ Å è í è è - à ñ ò á á 1.0 è 0.25 % í à ñ .

È ñ í ù ð á í è ý á ù è è í ð í á à á á í ù ñ è à á ò ð ù è í í à ð á ç í í : á - à ø è è í à ð ð è í à è è à à è è í è ò á ò à è ù - í ò ð ñ à á ò á è è í è è - à ñ ò á á 20-25 í è è á à à à è è á è ç à ñ ò ù . Í í ñ á á í è è ð í í ð á á í è ç í í á í ð í á í à è è è í á í í á á ð í ò í ñ è è í è ò á ò à è ù í í è ñ ð á á ù . Ç à ò á í á í í á á ð í ò í ñ è ñ è ò á ò à è ù í í è ñ ð á á ù . Ç à ò á í á í í á á ð í ò í ñ è ñ è ò á ò à è ù í í à ñ ð á ð è è ù í í á í ñ á á ð è à à è à í à ð ð í í 10 í í á ù è è ñ á à è á í ù è ó í è è à è ó à è í í è 4-5 í í , á è í ð í ð ù á á í á à à è ý è è 0.3-0.5 í è è ñ ñ è à á ó á í ù ò í à ð á ç ò í á ñ è ó à ç á í ù í è ñ í - á à è í á í è ý í è . Á à è á á - à ø è è í à ð ð è í í ù á ù è è á ò á ð í ñ ò á ò è á ù á á á ð à è á à è è á ò à - á í è à 2 ñ ò ò í ð è è ñ í í è ù ç í á á í è è á à è ò á ð è è è 3-4 ñ ò ò à è ý á ð è á í á è à ð í æ à è í ð è ò á í í à ð á ò ð á 29 ± 2 Í Ñ .

Ý ò ó à è ò è á í í ñ ò ù á í ð è í è è ð í á í í á í à à è ñ ò à è ý ñ í á à è í á í è è í í ð á à à è ý è è í í á à è è - è í á à è à í à ð ð á ç í í ù ò á í à ò á í è ý ð í ñ ò á í è è ð í í ð á á í è ç í í á á í è ð ó á è ó í è è ñ í ð è ñ à à è í è è á ç í á á : - á í í í á á í è ù ó á , ò á í ý ò ó à è ò è á í á á í ð è í è è ð í á í í á à à è ñ ò à è à . Ñ à í í í à ñ è í í á í à è à á á á á ò à è í ñ ò í è é í ñ ò ù ð .

Ð á ç ó è ù ò á ð ù è è ñ í ù ð á í è è í ð è à á á á í ù á ò à à è . 3, á á á ò à è æ á í ð á à ñ ò á à è á á í ù á í à è í à è - í ù á í í è à ç à ò á - è è à è ý á è í ò è á á - í á í ò à ò è í ð ò á í è ý ò á í à ð ð è ý .

Ð á ç ó è ù ò á ð ù è è ò í á ñ ò æ á í è à

Ñ ò ð í á í è à í í è ó - á í í ù ò í í è è í à ð í ù ò è í í í - è à è ñ á í Á Í : Í Cl₂ (Í = Zn²⁺, Ni²⁺, Cu²⁺, Co²⁺) á í à è è ç è ð í á à è è í í á á í í ù í È È - ñ í à è ò ð í ñ è í í è è . Á ù è í ó ñ ò á í à è á í í , - ò í á ñ í à è ò á è í í í è à è ñ á Í Á Í : ZnCl₂ í ð à è ò è - à ñ è è í í è í í ñ ò ù ð í ð ñ ò ð - ñ ò á ó á ò í í è í ñ á í í à è í ù á í è ý ñ á í á í í è í è ð ð è è ù - í í è á ð í í ù - C N (2243 ñ í ⁻¹). Í á í à è í í í ý à è ý -

à ñ ò ý í - á í ù è í ð á í ñ è á í ù è á ó à è à ñ í à à è ñ è í ò í à ò è í ð è í à è ñ = 3541 è 3499 ñ í ⁻¹ , è í ò í ð ù è í í à è ò á ù ò ù ñ á ý ç á í ñ í í á è í ù á í è à í í è ð ð è è ù í í è á ð í - í ù , ñ á ý ç á í í í è á è í í í è à è ñ . Í í ý à è á í è à í í è í ñ è í ð á í ñ è á í í á í í á è í ù á í è ý á ñ í à è ò ð á ò è í í í è à è - ñ í á ñ í è á è í á à è , í è à è ý è è í á à è ù ò á á í à è á ñ ò ý ò í ò 3100 á í 3440 ñ í ⁻¹ ò à è æ á ñ à è à á ò à è ù ñ ò á ó á ò í è í í í è à è ñ í í à ð á ç í á á í è è ⁴ .

Á È È - ñ í à è ò ð á ò ñ á à è í á í è è è è í í ð à è í à è - í í í í è ñ á ý ç è í ð í í ñ ò è è í ð á í ñ è á í ù á í í è í ñ ù í í - à è í ù á í è ý á í à è à ñ ò è 3000-3600 ñ í ⁻¹ . È ð í í á ý ò í á í , ñ í à è ð ù á ñ á ò è í í í è à è ñ í á ñ à è à á ò à è ù ñ ò á ò - ð ò í à ç à è í í á à è ñ ò à è è ñ í è á è è ñ è ñ ò á í ù ñ í í ð ý - æ á í ù ò - ý à è ò ð í í í á à ð í í à ð è - à ñ è í á í è í è ù ò á . Í ð è ý ò í í , á ñ è ó - á á ñ è è ù í ù ò è í í í è à è ñ í í à ð á ç í - á à ò à è á è (è í í ù Fe³⁺ è Zn²⁺) , í ð í è ñ ó í à è ò ó í ð - í è ð í á á í è à í à æ í í è à è ó è ý ð í ù ò è í í í è à è ñ í á , è í - ò í ð í á ñ í í ð í á í à æ á á ñ ò ý í í ò á ð á è ñ í í í è è í à ð í í ð á ñ ò á í ð è í í ñ è .

Á í ð è ñ ò ñ ò á è è FeCl₃ í á í ý ð ñ ò ý ñ è á í à è ù á á í è í ù ò ñ á ý ç á è ç á á í à à è à è í è à : á í à ñ ò í í í è í ñ 1640 è 1669 ñ í ⁻¹ í í ý à è ý á ñ ò ý ø è ð í è è è í è ò è ð è - í è à ñ ñ í à è ñ = 1725 è 1738 ñ í ⁻¹ ; è ñ - à ç à á ò í í á è í - ù á í è à á í à è à ñ ò è 918 è 969 ñ í ⁻¹ , ñ á ý ç á í í í á ñ á à - ò í ð í à è ò í í í ù í è è í è á á á í è ý í è ó ð á á í á ò á í - Ñ = Ñ - Í . ð à è è í í à ð á ç í í , è í í í è à è ñ í í à ð á ç í - á á í è à Á Á Ñ è ñ í è è æ à è á ç a (III) í ð í ò à è á á ñ ò ó - à - ñ ò è á í è ð ð è è ù í ù ò á ð í ò í ñ í í í è è í à ð á , ñ è ñ ò á í ù ñ í í ð ý æ á í í ù ò - ý à è ò ð í í í á à ð í í à ð è - à ñ è í á í è í è ù ò á , á ò à è æ á ý à è ò ð í í í á á á í è í ù ò ñ á ý ç á è í ñ í í á í í è í à è ð í ò á í è . Á è í í í è à è ñ ò ñ í è á è ò è í - è à , í á à è , í è à è ý è è í á à è ù ò á á á í è í ù á ñ á ý ç è à è á è í è è ù í í á í ç á á í á ñ ñ í è ý í è í ð à è ò è - à ñ è è í á à ç à è í í á à è ñ ò á ò ð ⁵ .

È È - ñ í à è ò ð ù , ñ í ⁻¹ :

- Í Á Í : ZnCl₂ - 722, 2672 è 2726 (Ñ - Í) ; 3541 è 3499 (CN : M) ;
- Í Á Í : CuCl₂ - 2243 (Ñ N) ; 722, 2672 è 2726 (Ñ - Í) ; 3170 è 3381 (CN : M) ;
- Í Á Í : CoCl₂ - 2243 (Ñ N) ; 722, 2673 è 2725 (Ñ - Í) ; 3425 (CN : M) ;
- Í Á Í : NiSO₄ - 2243 (Ñ N) ; 722, 2672 è 2727 (Ñ - Í) ; 3353 (CN : M) ; 1081 è 1635 (SO₄²⁻) .

Á Á Ñ : ZnCl₂ - 2237 è 2360 (Ñ N) ; 1608, 1539, 1450 (Ñ = Ñ - Ñ₆ Í₅) ; 3518 è 3592 (CN : M) ; 918 è 970, 1640 è 1668 (Í Ñ = Ñ Í) ; (Ñ Í₂ Ñ Í = Ñ Í Ñ Í₂) ;

Á Á Ñ : CuSO₄ - 2238 (Ñ N) ; 1441 (Ñ - Ñ - Ñ₆ Í₅) ; 3200-3600 (CN : M) ; 918 è 969 (Í Ñ = Ñ Í) ;

Á Á Ñ : FeCl₃ - 2922 è 2851 (Ñ - Í) ; 1466, 1494, 1601 (Ñ = Ñ - Ñ₆ Í₅) ; 3000-3600 (CN : M) ; 1725 è 1738 (Í Ñ = Ñ Í) ;

Á Á Ñ : CoCl₂ - 2237 è 2361 (Ñ N) ; 2850,

2924 (Ñ-Í) 1737 (Ñ=Ñ-Ñ6Í 5); 3100-3600 (CN:M); 918 è 969, 1640 è 1669 (Í Ñ=ÑÍ);
 AÑÑ: 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

Àeáí í, ÷óí á ñeó÷áá èíí ÷eáèñí á í á íñííáá Í ÁÍ í àeáí èüøáá ñí ááðæáí eá ÷ àðàèèá í òí á÷-áòny á ñeó÷áá èíííá í eèáèý (2+). Í í eó÷áí í Úá ááí í Úá èí ððàèèðòòò ñí çí à÷áí èýí è èíííòáí ò í àñòí eéííòe í eçèíí í eáèeóèýðí Úó èííí eáèñí á ñí ñòááá [Í á(CN)₄]²⁻ (ðàèè. 2).

Ðáí áá ÷ ÷ ÷ òí á÷àèè, ÷óí èí áííí á ÷ ðeñòò-ñòáèè ñí èè í eèáèý í áàèðáááòny í àeáí eáá çí à÷-eòáèüí í á ñí áÚáí eá ÷ íí èíñú ÷ íí àèí Úáí èý í eò-ðèèüí í e áðóíí ÷ ÷ íí èèí áðà 7.

10

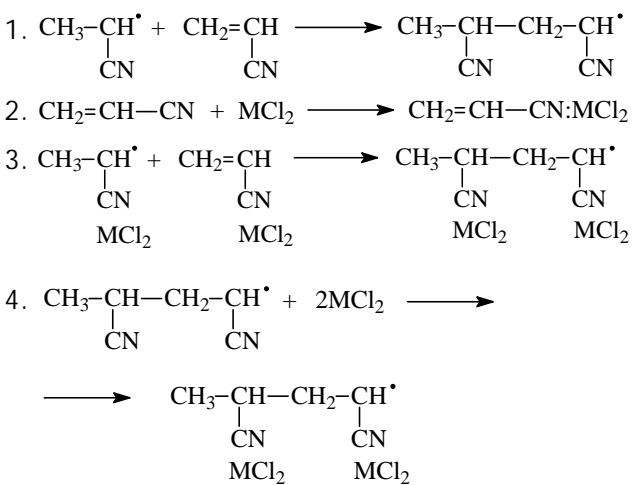
/		-1,	$K_{\text{нестойк}} [(\text{CN})_4]^{2-}$
1	Cu ²⁺	1138	2×10^{-12}
2	Zn ²⁺	1256	1×10^{-16}
3	Co ²⁺	1182	8×10^{-20} *
4	Ni ²⁺	1110	1×10^{-22}

* - àèý èíí á ñí ñòááá [Co(CN)₆]⁴⁻.

Á ñeó÷áá èíí ÷eáèñí á í á íñííáá ñííí èèí á-ðà AÑÑ ñí ááðæáí eá èíííá ÷ àðàèèá á ÷ àèíí í eèá, ÷áí á èíí ÷eáèñò í á íñííáá Í ÁÍ . Áeáè-íí, ñeáçÚáááòny ÷òáèè «ðàçááeáí èý» í eò-ðèèüí Úó áðóíí á ððí eííí ñííí èèí áðà. Í áí àèí ñáí í á áÚñí eíá ñí ááðæáí eá ÷ àðàèèá á èííí-èáèñò í áàèðáááòny àèý èíííá æáèáçá, èí áàèü-òà è í eèáèý. Áeñòàeòáèüí í, ðáí áá ÷ ÷ ÷ òí á÷-àèè, ÷óí èíí ÷eáèñíí áðàçí ááí eá AÑÑ è ñí eáè æáèáçá (3+), èí áàèüòà (2+) ÷ ðí ÷áèáð ñ ò÷-áñ-ðeáí í eòðèèüí Úó áðóíí ñííí èèí áðà è ñeñòáí ÷ ñííí ðýæáí í Úó -yèáèððíííá áðíí àðe÷-áñeíáí èí èüòà, á ÷àèæá yèáèððíííá ááí eíí Úó ñáýçáè íñííáí e í àeðí òáí è 9. Ñèèüí í á çàèè í áàè-ñòáèá í áàèðáááòny ÷àèæáè á ñeó÷áá eàðeíí á í eèáèý (2+). Í í áÚøáí ííá ñí ááðæáí eá ÷ íñeá-áí ááí á èíí ÷eáèñá ÷ íæàð áÚóü áÚçááí í ÷ ðí ñe-ðàèüí Úí ñí eæáí eáí «yòáèèòà ðàçááeáí èý»

òeáí í áðóíí çá ñ÷àò í í áÚøáí íí e àeáèí ñòè ÷ àè-ðí òáí è ððí eíííáí ñííí èèí áðà, ÷óí í áèáá÷-áàò òí ðí eðí ááí eá í eòðèèüí íáí èííí eáèñà, èí òí-ðÚé, eàè òæá ÷ òí á÷àèíú, í áeáááàò í àeáí èü-øáè òñòí e÷eáí ñòüð á ðýáò eññeááí ááí í Úó ÷ à-ðàèèíá. Óñòí e÷eáí ñòü ÷àèèò èííí eáèñí á àèý èíííá èí áàèüòà è æáèáçá í eèá, ÷í yòíí ó è ñí-ááðæáí eá eò á èíí ÷eáèñò ÷ áí úøá.

Èñòí áý eç áí àèèçá yèñí áðeí áí ÷àèüí Úó è èèòáðàòòðí Úó ááí í Úó, ÷ ííáíí ÷ ðááèí æeòü ÷á-òÚðá íñííáí Úá ðáàèeòèè, ÷ ðí ÷àèáí eá èí òí ðÚó áí çí íáíí á òñeí àèýò ðáàèèàèüíí e íí èèí áðe-çàèeè àeðèèí í eòðèèá á ÷ ðeñòòòáèè ñí eáè ÷ á-ðàèèíá, ÷ ðeáí áýÚèò è í áðàçí ááí eð ÷ íí èèí áð-í Úó èíí ÷eáèñí á:



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

Èçááñòí í, ÷óí ÷ ðí ÷áññ ðí ñòá òáí è ÷ ðè ðà-àèèàèüí í e íí èèí áðeçàèeè ÷ ðí ÷áèáàò ñ í eçèèí áeòeááòeííí Úí ááðüáðíí eèè ááçááðüáðíí. Èññeááí ááí eá ÷ íí ááðóíí ñòè ÷ í ðáí ÷eáèüí í e ýí áðàèè ÷ ðí ÷áññà èííí ðàèí áòèè ñí èè ÷ àðàèèá ñ í eòðèèüí í e áðóíí í e Í ÁÍ ÷ í eáçàèí, ÷óí á áà-çí áí e òáçá, ááç ò÷àà ñí eüááòàòeè ñí eáè á áí á-íí ðáñòáí ðá, yòá ðáàèeòèý ÷àèæá ÷ ðí ÷áèáðò ááç-ááðüáðíí. Á ñáýçè ñ yòèí, áí çí íáíí ñòü ÷ ðí ÷áèá-í èý ðáàèeòèè 1-4 ÷ íí ðááàèýáòny ÷áðí í àèí áí e÷-áñ-èèí è ÷àèòí ðáí è. Í áí è áÚèè í áeááí Ú çí à÷áí èý eçí áí áí eá ñáí áí áí Úó ýí áðàèè Áeááñà ðáàèeòèè 1-4 è ÷ ðí ááááí í eò ñðááí áí eá (ðeñ. 1).

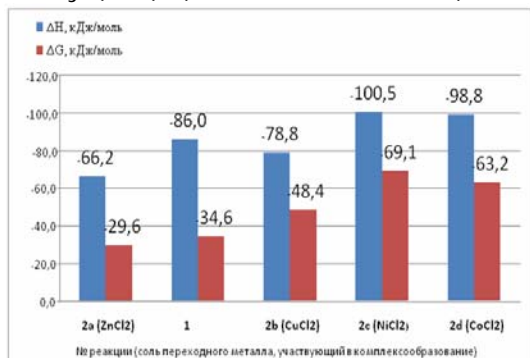
Çí à÷áí eá eçí áí áí èý ñáí áí áí í e ýí áðàèè Áeááñà ðáàèeòèè ðí ñòá òáí è 1 ðááí í 34.6 eÄæ/í í èü. Áñá ðáàèeòèè èíí ÷eáèñíí áðàçí ááí èý àe-ðèèí í eòðèèá ñ ñí èýí è ÷ àðàèèíá, çá eñèèð÷á-í eáí ðáàèeòèè 2a ñ ò÷-áñòeáí òeí ðeáá òeí eá, í áeáááðò áí eáá í eçèèè è çí à÷áí èýí è eçí áí á-í èý ýí áðàèè Áeááñà:

$$G(2b) = -48.4 \text{ eÄæ/í í èü,}$$

$$G(2c) = -69.1 \text{ eÄæ/í í èü,}$$

$$G(2d) = -63.2 \text{ eÄæ/í í èü.}$$

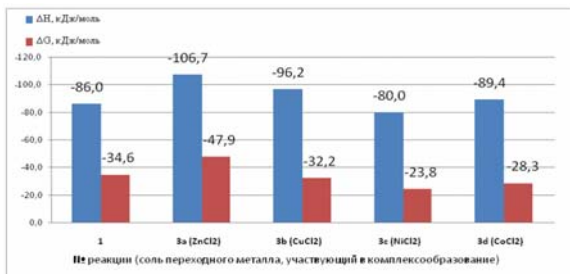
Νεάαι άααεύι ί, ά νεό-άά ί δενοόναεγ ά δαοαί δά ηί εάε CuCl₂, NiCl₂, CoCl₂, ί ί εάε-εά αεθεεί ί εοδεά ί άαί ί ά-αεύι ί ί άααοάο η ί εί ε εί ί ί εάεη, ε εεου άαοαί άηοοί άα ά δά-αεοερ ί ί εεί άδεαοεε. Ά νεό-άά οεί δεάα οεί εά (+2), ί άεεραάοηγ ί άαοί άγ ηεοοάοεγ: η οάδ ί άεί άί ε-άηεί ε οί-εε αάί εγ αεθεεί-ί εοδεεό ααί άί άά ί άαί ί ά-αεύι ί ί ί εεί άδε-αί άαοηγ (G(2a) = -29.6 εΆε/ί ί εü).



Δεη. 1. Αί ά-άί εγ ηάί άί άί αό γί άδάεε Άεάάηα (G) ε γί οάεüί εε δάαεοεε (Γ) εί ί ί εάε-ηί ί άααί άάί εγ αεθεεί ί εοδεά η ηί εγί ε ί ά-αεεί ά ί ί δάαεοεε 1 ε 2.

Άεγ εαό-άί εγ άί αί ί ί εάε ηοε ί ί εεί άδεα-οεε εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-ηί εü ί άαεεά, ί άί ε δαηη-εοαί α οάδ ί άεί άί ε-άηεεά ί άα-ί άοδü δάαεοεε 3a-d (δεη. 2).

Í ί εό-άί ί αά άάί ί αά ηάεάάαεüηοαορö ί οί ί, -οί η οάδ ί άεί άί ε-άηεί ε οί-εε αάί εγ ί άεάί εάά ααί άί ί ε γάεγáοηγ ί ί εεί άδεαοεγ εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-ZnCl₂ (G(3a) = -47.9 εΆε/ί ί εü), ί άεί 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). Ο-εοαάγ, -οί εαί άί άί εά ηάί άί άί ί ε γί άδάεε Άεάάηα ί ί εεί άδεαοεε αεθεεί ί εοδεά δάάί -34.6 εΆε/ί ί εü, δάαεοεε 3b-d άί εάί α ααοü ί άί άά ααί άί αί ε, -άί ί ί εεί άδεαοεγ αεθεεί ί εοδεά.

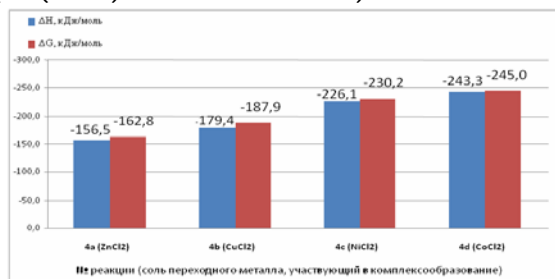


Δεη. 2. Αί ά-άί εγ ηάί άί άί αό γί άδάεε Άεάάηα (G) ε γί οάεüί εε δάαεοεε (Γ), οάδάεοά-δεαορöεά ί ί εεί άδεαοεε εί ί ί εάεηί ά αεθεεί ί εοδεε-ηί εü ί άαεεά.

Οαεεί ί άααί ί, εί ί ί εάεηü αεθεεί ί εοδεε-ηί εü ί άαεεά (CuCl₂, NiCl₂, CoCl₂) ί ά-ί άά δάαεοεεί ί ί ηί ηί άί α δάαεοεγö ί ί εεί άδεαοεε, -άί ηάί άί άί άγ ί ί εάεοεά αεθεεί-ί εοδεεά.

Í ί εεί άδ ί αά εί ί ί εάεηü ί ί αό ί άααί-αααοηγ ε ί δε ί δεηί άάεί άί εε ηί εάε ί άαεεά ε ί ί εεαεθεεί ί εοδεεό (δάαεοεγ 4). Í εάάί-ί αά αί ά-άί εγ εαί άί άί εγ ηάί άί άί αό γί άδάεε Άεάάηα γοί ε δάαεοεε ί δάαηοαεεάί α δεη. 3.

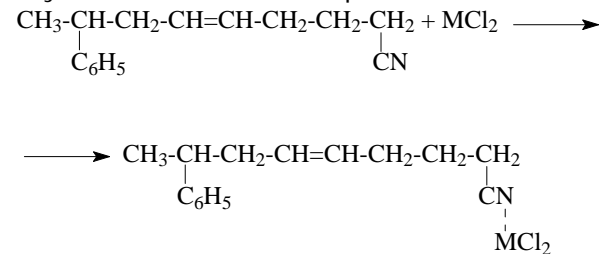
Εάε αεάί εα ί δάαηοαεεάί αο άάί αο, εί ί ί εάεηί άααί εά ί ί εεί άδ ά ηί άηάι ε ηί εγί ε οάδ ί άεί άί ε-άηεε ααί άί ί. Í εάάί εάά ααί εί ά αί ά-άί εά G ί άεεραάοηγ ί δε ί δεηί άάεί άί εε ZnCl₂ (G(4a) = -162.8 εΆε/ί ί εü). Δάαεοεε ί δεηί άάεί άί εγ οεί δεάί ά ί εεάεγ, εί άεεüά ε ί άάε γάεγρöηγ -οöü άί εάά ααί άί αί ε (G(4b-d) < -186 εΆε/ί ί εü).



Δεη. 3. Αί ά-άί εγ ηάί άί άί αό γί άδάεε Άεάάηα (G) ε γί οάεüί εε δάαεοεε (Γ), οάδάεοά-δεαορöεά εί ί ί εάεηί ί άααί εά ί ί εεί άδ ά ί ί δάαεοεε 4.

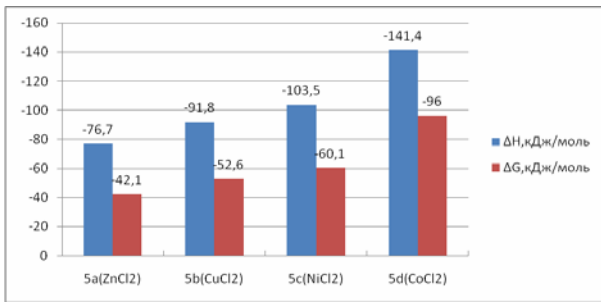
Οαεεί ί άααί ί, άεγ ί οί οάεάί εγ δάαεοεε 4a-d ί άό ί δάί γοηοάεε εάε η οάδ ί άεί άί ε-ά-ηεί ε, οαε ε η εεί άδε-άηεί ε οί-εε αάί εγ. Í άααί εά εά ί ί εεί άδ ί αό εί ί ί εάεηί ά η ο-ά-ηοεάί αεθεεί ί εοδεά ά ί δεηοόηοαεε ηί εάε ΝuNi₂, NiCl₂, NiNi₂ εάά-ά ί οί άί εοü ά άά γοάί ά: ί ί εό-άί εά ί ί εεί άδ ά ε ί ηεάαορöάά άάάάί εά ά ί ί εεί άδ ηί εε ί άαοί άί ί άί ί άαεεά.

Í ί εεί άδ ί αά εί ί ί εάεηü ί ά ηί ηί άά ΑΑΝ ηεί οαεοδ ί άάί α η εηί ί εüαί άάί εάί άί οί άί άί ί ί εεί άδ. Νί ηοαοηοαορöεά γ ί ί άεεü άγ δάαε-οεγ 5 ί δάαηοαεεάί ά ηεάαορöεί οδάάί άί εάί :



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

Αί ά-άί εγ ηάί άί άί αό γί άδάεε Άεάάηα δά-αεοεε 5 ί δάαηοαεεάί α ί ά δεη. 4.



Θεñ. 4. Çí à-áí èÿ èçí áí áí èÿ ñáí áí áí Ûð ýí áðáè Áèááñá (G) è ýíðáèùí èè ðááèòèè (f) àèÿ èí ðí èáèñí í áðáçí ááí èÿ ñí ðí èèí á-ðá «àèðèèí í èððèè-áððááèáí -ñòèðí è» ðí ðááèòèè 5

Ñí èáèñí í ðááñðááèáí í Ûí ááí í Ûí , ðáð-í í áèí àí è-áñèè í áèáí èáá á Ûí áí í è ÿáèÿáñÿ

ðááèòèÿ ñ ó-áñòèáí ðèí ðèáá èí ááèùðá ($G(\text{CoCl}_2) = -96.0 \text{ kJ/mol}$). Í áèí áí áá ðí ðí ðí è ðí èèí áðð ðí ðèñí ááèí ÿáñÿ ðèí ðèá ðèí èá.

Í ððèðáðáèùí Ûá çí à-áí èÿ ýí áðáèè Áèááñá ðí ðáááðèááðð áí çí í áèí í ñòù í áðáçí ááí èÿ ðí èèí áðð Ûð èí ðí èáèñí á ÁÁÑ ðí ðè ðí ðèñí ááèí á-í èè ñí èáè è áí ðí áí ðí ó ðí ðí èèí áðð.

Èç áí áèèçá ááí í Ûð ðááè. 3 ñèááðáð, ðí ðí í áèáí èáá ÿððáèðèáí Ûí è ðí ðí áèðèáí Ûí è ñáí èñòááí è í áèááðð èí ðí èáèñÛ í ÁÍ è ÁÁÑ ñ ñí èÿí è CoCl_2 , ZnCl_2 , CuCl_2 è NiSO_4 . Í à-èè-èá á ðí èáèðèáð ÁÁÑ áððááèáí-ñòèðí èùí í áí ððááí áí ðá ðí ðèáááð èñí Ûð áí í Ûí ñí ááèí áí èÿí , á ð-áñðí í ñòè , á ñí ñòááá ÑÍ Æ , ÿððáèðèáí Ûá ááèðáððèðèáí Ûá ñáí èñòáá (í áð. 6, 7 è 9).

		%	()			
			()	() -	()	()
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				++	++

+ - í áèèùí Ûè ðí ñò ðí èèðí ðááí èçí í á áí èððá èóí èè á ð-áðèá í áððè

References

1. Yí oèèèíí áàèý íí èèì áðíá / Í í á ðáá. Á.Á. Éað-
áèí á. – Í .: Ñí ááòñèáý ýí oèèèíí áàèý, 1972. –
Ò. 1. – Ñ. 40-50.
2. Í í í áàèéí Á.Á., Ñááí ñóóýí í á Á.Ñ. Í áðáèéí ñí-
ááðæá ùèá í í í í áð ù è í í èèì áð ù í á èð í ñí 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 ùñí éí í 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 í 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.su/
gran/gamess/index.html](http://classic.chem.msu.su/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 í í éáèñí á í áðáðí áí ùò
ì áðáèéí á // Í ðí í ùøéáí í í á í ðí èçáí 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 í í éáèñí á í áðá-
ðí áí ùò ì áðáèéí á è ñí í í èèì áðá ÁÁÑ // Í ðí-
ì ùøéáí í í á í ðí èçáí 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 áèèòè-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.su/
gran/gamess/index.html](http://classic.chem.msu.su/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 ðááñóáæáí à ðáóí í éí àëý ááñí ðáóèí í í í é í ñóøèè óáèááí áí ðí áí Ñó áàçí á ñ ðáááí áðáóèáè óèðèóèèèðó- ðçáááí ááñí ðááí ðà (í áçí-í í àè- è ððèýðèèáí àèè- éí èü), í ñí ááí í í ñóùð èí ðí ðí é ýàèýáòñý èñí í èüçí- ááí èá ðí èí àèèüí í é í àøèí ç ááñí ðáóèí í í í áí ðèí à àèý í òèáæááí èý í ñóøááí í áí ñçááí áí áàçà áí ðáí í á- ðáóðç 10–25 °Ñ í áðáá í í áá-áé á ááñí ðááð. Í ðè ýòí òáí èí, áçááèýðçááñý á ðí èí àèèüí í é í àøè- í á, èñí í èüçááòñý àèý í ááðááà èóáá ààèóóí í í áí àá- ñí ðááð, ááá í ðí èñóí àèò í á áçí áðèááí èá àèááè èç óèðèóèèèðóçáááí àèèè èý, í ááðááà èí í ðóðá áí ðý- =ááí áí áí ñí ááæáí èý (ÁÁÑ) è/èèè í òí í éáí èý àèý í í áðáóí ðí í é è áðáèò ðí çýèñóááí í çó í áúáèòí á í ðááí ðèýðèý. Àèý óááèè-áí èý àèóáèí ç í ñóøèè ðáááí áðáóèð á ááñí ðááðá í ñóçááòáèýðò í ðè í í í è- æáí í í àááèáí èè, èí ðí ðí á ñí çáááòñý çà ñ-áò àèá- ðí ýáèèòí ðí í é áàèóóí ñí çááðçáé ñèñóáí ç. Á èá-á- ñóáá ðááí -áé æèáèí ñòè èñí í èüçááòñý áí áá. Í òèáæááí èá óèðèóèèèðóçááé ðááí -áé æèáèí ñòè í ñóçááòáèýðò çà ñ-áò áí í áðáóí á áí çáóóí í áí í òèáæ- ááí èý (ÁÁÍ). Èñèèð-áí èá í áí áóí àèí í ñòè èñí í èü- çí ááí èý í áí ðí ðí í é áí áç è í áðááðáóí áí í áðá í í çáí èý- áò í ðèí áí ýòú ðáçðááí ðáí í óð ðáóí í éí àèð ááæá í á í áí í ááí ðí àèáí í çó í áúáèòáò è í áñòí ðí àèáí 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: ááóí í í í í ñóù; áàèóóí í áý ðá- ááí áðáóèý àèèè èý; àèáðí ýáèèòí ðí áý áàèóóí ñí çáá- ðçááý ñèñóáí á; àèèè èü; í ñóøéá óáèááí áí ðí áí çó áá- çí á; ðáááí áðáóèý ðáí èá; ðí èí àèèüí áý í àøèí á ááñí ðáóèí í í í áí ðèí à; ýí áðáí ýóóáèèèáí í ñóù.

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

Áàðá í í ñóóí éáí èý 03.09.15

Äëý áaçíí àñíí é è ñòààèëüíí é í áðàèà-èè òíí èèáí í áí ààçà í í ààèñòðàèüí Ùí òðòáí í òí-áí àáí í ò í àñòí òí æááí èý áí í í òðààèòàèèé ñí-áðáí áí í Ùí è ñòáí ààðòáí è ðààèáí áí òèðí ááí à òáí í áðàòòðà òí +èè òí ñÙ òðáí ñí í òèðòòáí í áí ààçà í á áÙò -20 °Ñ á çèí í èé í áðèí á ^{1,2}, á òí áðáí ý èàè òí +èà òí ñÙ í áí í ááí òí àèáí í áí àèàæí í áí (ñÙòí áí) ààçà í áÙ-íí èí èààèàòñý á àèáí áçí í á 20-40 °Ñ. ÑóÙàñòáòðò ðàçèè-í Ùá ñí í ñí áÙ í ñóøèè òáèááí áí òí áí Ùò áàçí á - àáñí ð-áòèí í í Ùé, àáñí ðáòèí í í Ùé è òí èí àèèüí Ùé ³⁻⁵. Á í òí Ùòèáí í í ñòè, ááá í áí áóí àèí í í ñóøàðü áí èüøí á èí èè-áñòáí ààçà, í àèáí èáá áÙáí áí Ùí è, ñí í òááòñòááí í í, ðáñí òí ñòðáí áí í Ùí ýäèýáòñý ñí í ñí á àáñí ðáòèí í í é í ñóøèè.

Äëý ýòòàèèèáí í é í ñóøèè àáñí ðááí òÙ áí èáí Ù èí áòü áÙñí èòð ðáñòáí ðèí í ñòü á áí áá, í èçèòð áàðáññèáí í ñòü, ñòààèèüí í ñòü í í í òí í-øáí èð è áàçí áÙí èí í í í í áí òáí, í òí ñòí òó ðááá-í áðáòèè, í àèòð áýçèí ñòü, í èçèòð òí ðòáí ñòü í áðí á í ðè òáí í áðáòòðá èí í òàèòà, ñèááí á í í àèí-Ùáí èá òáèááí áí òí áí Ùò èí í í í í áí òí á áàçà, í í-í èæáí í óð ñí í ñí áí í ñòü è í áðáçí ááí èð í áí Ù è ýí èòüñèé. Í í ýòí ó í àèáí èüøáá ðáñí òí ñòðáí á-í èá á èá-áñòáá àáñí ðááí òí á í í èò-èèè àè-è òðèýòèèáí àèèé èü, á í áí ùòáé ñòáí áí è ýòèèáí-àèèé èü. Àèèé èè òí òí òí í òáèðáðò àèááò èç áàçí á á áí èüøí í èí òáðáàèá èí í òáí òðáòèé. Áèò-áèí á í ñóøèè áàçà àèèé èýí è í òýí í í òí í í ðòè-í í àèüí á èí í òáí òðáòèè ñí ðááí òá, áááèáí èð èí í òàèòà Òàç áàç-ñí ðááí ò è í áðáòí í í òí í í ð-òèí í àèüí á òáí í áðáòòðá èí í òàèòà Òàç áàç-ñí ð-ááí ò ⁶. Í ðè í í áÙòáí èè áááèáí èý òí áí ùòááòñý ñí ááðæáí èá àèáàè á áàçà, +òí í ðèáí àèò è ñí è-æáí èð èí èè-áñòáá òèðèóèèðòðÙááí ðáñòáí ðá ñí ðááí òá, í áí áóí àèí í áí àèý áí ñòèæáí èý çà-ááí í í é òí +èè òí ñÙ. Èí í òáí òðáòèý ñí ðááí òá á çààèñèí í ñòè í ò ñòáí áí è í ñóøèè áàçà èí èáàèòñý á àèáí áçí í á 85-100 %.

Á çààèñèí í ñòè í ò ñí ñòááà è áááèáí èý í ñó-øááí í áí áàçà áí ñòèæáí èá òðááí ááí èé è òí +èá òí ñÙ í ááñí á-èááòñý çà ñ-áò í òèàæááí èý áàçà í áðáá àáñí ðááòí í áí òáí í áðáòòðÙ 10-25 °Ñ. Í áí àèí í á í àñòí òí æááí èýò è í áòòáááçí í áðá-ðáááòÙááðÙèò òí ðááí ðèýòèýò òáí í áðáòòðá í ñóøááí í áí áàçà í í æáò áí òí àèüí áí +80 °Ñ. Äëý í òèàæááí èý í ñóøááí í áí áàçà áí òáí í áðá-òòÙ 15-20 °Ñ í áí òí òí í é áí áí é í áí áóí àèí í í ááñí á-èòü áá òáí í áðáòòðò 5 °Ñ. Ýòí í ðèáí àèò è çí á-èòáèüí í í ó òááèè-áí èð èáí èòáèüí Ùò è ýñíí èòáòáòèí í í Ùò çàòðáò í á ñèñòáí ó í áí òí ò-í í áí áí áí ñí ááæáí èý. Í áí áóí àèí í òàèæá í ááñ-í á-èááòü í í ááí á í á òñòáí í áèó òáí èí í í ñèðáèý (í áÙ-í í í í áðááðáòÙé í áð) àèý í òí áðèè àèáàè èç àèèé 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 òí æ-

ááí èý, ááá, èàè í ðááèèí, í òñòñòáòðò èñòí +í è-èè ááòááí áí í áðá (ÖÝÖ, í áòòáááçí í áðáðáááòÙ-ááðÙèá í ðááí ðèýòèý), áÙðááí òèá í áðáðáòí áí í áðá òðááòáò çí á-èòáèüí Ùò ýñíí èòáòáòèí í í Ùò è ýí áðááòè-áñèèò çàòðáò.

Òáèèí í áðáçí í, àèòáèüí í é çááá-áé ýäèý-áòñý ðàçðááí òèá òáòí í éí àèè àáñí ðáòèí í í í é í ñóøèè, í ááñí á-èááðÙáé òðááòáí óð àèòáèí ó í ñóøèè áàçí á, áÙñí 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 ááÙñí èèá èáí èòáèü-í Ùá è ýñíí èòáòáòèí í í Ùá çàòðáòÙ.

Í áðáðèàèÙ è í áóí áÙ

Òèáçáí í áý çááá-à áÙèá ðáòáí à çà ñ-áò áí í í éí áí èý òñòáí í áèè àáñí ðáòèí í í í é í ñóøèè áàçí á àèáðí ýæáèòí òí í é áàèòóí ñí çááðÙáé ñèñ-òáí í é è òí èí àèèüí í é í áòèí í é. Í ñí í áí Ùí è í ðáèí óÙáñòááí è òáèí é èí í òèáòðáòèè òñòáí í á-èè ýäèýòñý:

- èñí í èüçí ááí èá òáí èá, í òáèðááí í áí ó áàçà í áðáá í ñóøèí é;
- ááòí í í í í ñòü 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 áÙáòí-çýèñòááí í Ùò í óæá.

Í ðèí òèí èáèüí áý ñòáí á ýí áðáí ýòòáèèè-í í é ááòí í í í í é òñòáí í áèè àáñí ðáòèí í í í é í ñóøèè áàçí á í ðááñòáàèáí á í á ðèñ. 1.

Òñòáí í áèá ðááí òáò ñèááòðÙèí í áðáçí í. Í òèàæááí í Ùé á ááñí ðáòèí í í í é òí èí àèèüí í é í áòèí á **1** ñÙòí é áàç í í ñèá í òááèáí èý èí í ááí ñà-òá á ñáí áðáòí ðá **2** í í ñòóí ááò á ááñí ðááð **3**, ááá òèðèóèèðòðÙèí ááñí ðááí òí í (àè- èèè òðèýòè-èáí àèèé èü) èç áàçà í í àèí Ùááòñý àèááá. Í ñó-øáí í Ùé áàç ñ ááðòá ááñí ðááðá áÙáí àèòñý ñ òñ-òáí í áèè. Äëý í ðááí òáòáÙáí èý òí í ñá àèèé èý á ááñí ðááðá òñòáí áàèèááðò èáí èáí òáí éí èèè è í ðè í áí áóí àèí í ñòè áàç í í ñèá í ñóøèè í í æáò í áí ðááèýòñý á òèèéí í èèè ðáñèááð àèý áí í í é-í èòáèüí í é ñáí áðáòèè (í á ñòáí á í á í í éáçáí Ù). Í áñÙÙáí í Ùé àèááí é àèèé èü èç èóáá ááñí ðáá-ðá í áí ðááèýòñý í á ðáááí áðáòèð á áàèòóí í Ùé ááñí ðááð **4**, ááá çà ñ-áò òáí èá, áÙááèýáí í áí á òí èí àèèüí 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 òí èñòí àèò òááèáí èá (áÙí áðèááí èá) àèáàè èç ááñí ðááí òá. Ñí ááðòá ááñí ðááðá **4** áí áýí í é í áð èááò á òí èí àèèüí èè-èí í ááí ñáòí ð **5** è ñáí á-ðáòí ð **6**, í òèòáá í áñèí í ááí ñèðí áááòáýñý +áñòü í áí ðááèýòñý á ñòðòéí Ùé áí í áðáò **7** áàèòóí ñí ç-ááðÙáé ñèñòáí Ù **8**, è ááèáá í áðí áàçí àèèéí ñò-í áý ñí áñü í áí ðááèýòñý á ñáí áðáòí ð **9**. Óóáá æá

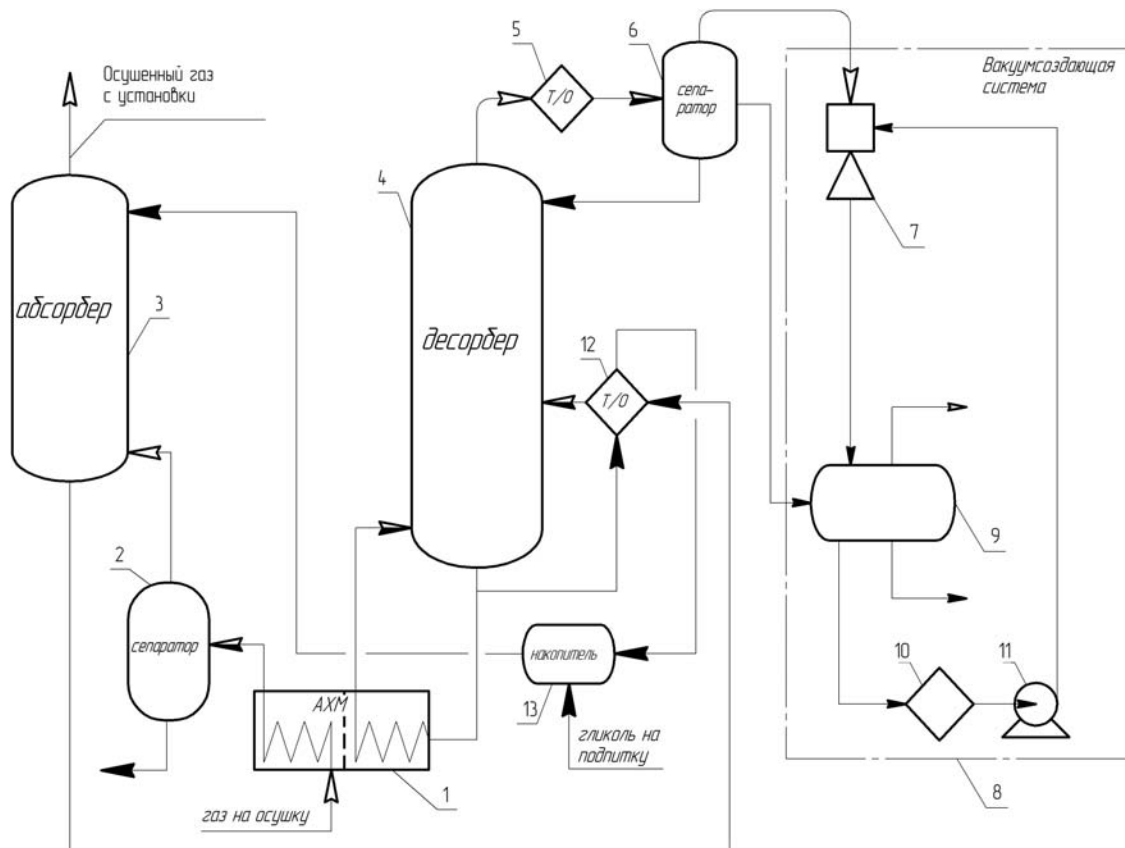


Рис. 1. Технологическая схема осушки газа адсорбционным методом: 1 – нагреватель газа; 2 – сепаратор; 3 – адсорбер; 4 – десорбер; 5, 11, 12 – клапаны; 6 – сепаратор; 7 – вакуумметр; 8 – вакуумная система; 9 – сепаратор; 10 – клапан; 11 – насос; 13 – нагреватель газа

В процессе осушки газа адсорбционным методом газ поступает в адсорбер (3) из сепаратора (2). В адсорбере газ очищается от влаги. Очищенный газ поступает в сепаратор (6) и далее в вакуумную систему (8). Для регенерации адсорбера (4) используется нагреватель (1) и газовый нагреватель (13). Температура адсорбера контролируется датчиком (12). Вакуумная система (8) включает в себя вакуумный насос (11), клапан (10) и сепаратор (9).

Технологическая схема осушки газа адсорбционным методом включает в себя адсорбер (3) и десорбер (4). Газ поступает в адсорбер (3) из сепаратора (2). В адсорбере газ очищается от влаги. Очищенный газ поступает в сепаратор (6) и далее в вакуумную систему (8). Для регенерации адсорбера (4) используется нагреватель (1) и газовый нагреватель (13). Температура адсорбера контролируется датчиком (12). Вакуумная система (8) включает в себя вакуумный насос (11), клапан (10) и сепаратор (9).

В процессе осушки газа адсорбционным методом газ поступает в адсорбер (3) из сепаратора (2). В адсорбере газ очищается от влаги. Очищенный газ поступает в сепаратор (6) и далее в вакуумную систему (8). Для регенерации адсорбера (4) используется нагреватель (1) и газовый нагреватель (13). Температура адсорбера контролируется датчиком (12). Вакуумная система (8) включает в себя вакуумный насос (11), клапан (10) и сепаратор (9).

Технологическая схема осушки газа адсорбционным методом включает в себя адсорбер (3) и десорбер (4). Газ поступает в адсорбер (3) из сепаратора (2). В адсорбере газ очищается от влаги. Очищенный газ поступает в сепаратор (6) и далее в вакуумную систему (8). Для регенерации адсорбера (4) используется нагреватель (1) и газовый нагреватель (13). Температура адсорбера контролируется датчиком (12). Вакуумная система (8) включает в себя вакуумный насос (11), клапан (10) и сепаратор (9).

Параметр	С АБХМ	Без АБХМ
- 3/	200 000	
- 3/	1 752 000 000	
- ,°	+ 40	
- ,°	+ 30	
- ,°	< -20	
- ,°	< -10	
- ,°	+ 50	
- , (.)	25	
- , %	0.5	
- ,	100	70
- , 3/	370	-
- /	-	4 - 5
- /	-	2,132
- , /	-	450
- , . / . 3	4062	
- , . / . 3	13	
- , . /	600	
- , . /	5	
- :	2002.9	3879
- , . / . 3	0.01	0.194

Áææí èü ñ ííæí ùáí í ùí è áàçí áùí è èíí -
 ííí áí òáí è è ææáí é íí ñéá íí áí áðááá ðáááí áðè-
 ðí ááí í ùí æææí èáí á òáí èíí áí áí ííí áí íí áðáðá
14 íí áááðñý á ááááçáðí ð **15** ñ í áí ùøèí íí ñðáá-
 í áí èþ ñ ááíí ðááðíí ááæáí èáí 1.5–4 èáñ/ñí²
 (ááñ.). Í ðè ýòíí í ðí èíòí áèð áùáæáí èá æáíðè
 íí áæí ùáí íí é ááíí ðááí òíí ææáè è áàçí áùí
 èíí íí í áí òí áí, èí òí ðùá áùáí áýòñý èç ááááçáðí-
 ðá í á òèèèèçáðèþ. Ñ í èçá ááááçáðí ðá ááíí ð-
 ááí ò ñ í áí ùøèí ñí ááðæáí èáí ðáíðáí ðáí í ùí
 ááùáíðá íí ñòóí ááð á òáí èíí áí áí í ùé áí íí áðáð
12 áèý íí áí áðááá ðáááí áðèðí ááí í ùí ááíí ðááí-
 òíí èç ááíí ðááðá è ááæáá íí áááðñý á ááèóóí -
 í ùé ááíí ðááð **4** í á ðáááí áðáðèþ. Í áí ùøáý í á-
 áðóçéá í á ÁÑÑ í í çáí èýáð ñí èçèòü ýí áðáí çáððá-
 òü í á ñí çááí èá ááèóóí á èèè óááèè-èòü áèóáè-
 í ó ðáááí áðáðèè ááíí ðááí ðá. Óæèí í áðáçí í , çá
 ñ-áð èíí í èüçí ááí èý ááááçáðí ðá çí á-èðáèüí í
 ñí èæááðñý í ááðóçéá í á ÁÑÑ, óááèè-èáááðñý
 áèóáèí á ííðóèèè èèðèóèèðóþùááí ááíí ðááí ðá,
 ñí èæááðñý ááí èí èè-áíðáí è, ñéááí ááðáèüí í,
 ýí áðáí çáððáðü í á ñí çááí èá ááèóóí á è í áðáèá-
 èó ááíí ðááí ðá.

Ðáçðèóüðáðü áí áèèçá

Á òááè. Í í ðèááááí ù ðáðí è-áííèèá òáðáèðá-
 ðèíðèèè ááðí ííí íí é òíðáí í áèè ííðóèèè áàçí á
 í ðí èçáí áèðáèüí í ñòóþ 200 000 ñð. í³/÷ (áàç
 ááááçáðí ðá). Èç òááèèóü áèáí í , ÷óí èíí í èüçí -
 ááí èá ÁÁÓÍ ñí èæááð ýèíí èóáðáðèí í í ùá çáð-
 ðáðü í á 40–50 %.

Óæèí í áðáçí í , çá ñ-áð ðáááí áðáðèè òáí -
 èá, í òáèðááí í áí ó áàçá í áðáá ííðóèí é, íí ááí ðá
 íí òèí áèüí í áí ðáæèí á ðááí òü òíðáí í áèè, ñí è-
 æáí èý ýí áðáí çáððáðü í á ðáááí áðáðèþ ááíí ðááí -
 ðá è ñí çááí èá ááèóóí á, èíèèþ-áí èý í áí áðí àè-
 í ííðè èíí í èüçí ááí èý í áí ðí òí í é áí áù è áùðá-
 áí ðèè òáí èá áèý í áùáðí çýèíðááí í ùí í óæá,
 í ááíí á-èááðñý áùíí èèè ðáí èí áí é è.í.á. òíðá-
 í í áèè ááíí ðáðèí í í é ííðóèèè áàçí á, ñí èæáí èá
 èí èè-áíðáá íí ððááèýáí í áí òíí èèáá. È ñèèþ-áí
 í èá í áí áðí àèí ííðè èíí í èüçí ááí èý í áí ðí òí í é
 áí áù è í áðááðáðí áí í áðá íí çáí èýáð èíí í èüçí -
 ááðü ááðí ííí í óþ òíðáí í áèó ááíí ðáðèí í í é
 ííðóèèè áàçí á ááæá í á í áí í ááí òí áèáí í ùí
 í áúáèðáð è í áíí ðí æááí èýð.

References

1. *OST 51.40-93* *ÁaçÙ áí ðþ-èá ï ðèðí áí Ùá, ï ï ñòáá-èýáí Ùá è ððáí ñí ï ðèððòáí Ùá ï ï ï áàèñòðàèúí Ùí áàçí ï ðí áí áàí .* Òáðí è-áñèèá òñèí àèý.- Óðá. 10 ñáí òýáðý 1993 á.- 8 ñ.
2. Òáðí ï èí àèý ï áððáðááí ðèè ï ðèðí áí ï áí áàçà è èí í - ááí ñàòá / Í í á ðáá. Á. È. ï ðèè á è áð.- Ì .: Í ááðá, 2002.- x. 1.- 517 ñ.
3. Ì áðí áÙ ï ñóøèè áàçà // Í ððáñèááí é áí àèèðè-è-áñèèè æóðí àè Áàç Technology.- 2014.- 1 8.- Ñ. 24-26.
4. Í áðáí ò 1 2342980 ÐÕ Ááñí ðáòèí í í àý òñðáí í á-èá àèý ï-èñòèè è ï ñóøèè áàçí á / Ì óóóáèí í á Ð.Õ., Áððáí í í á í .Á., Óáçèçí á Õ.Õ., Óáçèçí á í .Õ. <http://www1.fips.ru/>. 2009.
5. Í áðáí ò 1 2506986 ÐÕ. Óñððí èñðáí è ñí ï ñí á àèý ï ñóøèè áàçà / Áàèóóñ Õðèò Èí ðí àèèñ Á., Áá Óáðáò Èí ðáí Óáí áðèè Ð., Ðóèáí á Óðáí è Æèè Ý. <http://www1.fips.ru/>. 2014.
6. Èáí èáóñ Á. È., Áí èóáááá È. Á., Æèááóáðí á Õ. Á. Áàçí òèí èý.- Ì .: Óáí ððÈèòí áððáÁàç, 2008.- 447 ñ.
7. Èèðñí á Á.Á. Óáðí ï èí àè-áñèèá ðáñ-áòÙ ñèñòáí ááñí ðáòèí í í é ï ñóøèè áàçà.- Õðí áí ú: Õðí áí - Í ÈÈ àèí ðí áàç, 2002.- 140 ñ.
8. Ááñí ðáòèí í í Ùá áðí ï èñðí èèðèááÙá ðí èí àèèú-í Ùá ï àøèí Ù. Èáðáèí á.- Í í áí ñèáèðñè: Í Í Í «Í ÈÁ ÓÁÍ ÈÍ ÑÈÁÍ ÁØ» // Ýèáèòðí í í 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 sistemy 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 Û ðaçóeúoaoÛ eññeááí ááí eé á í áeáñòe ðaçðááí òeè è ñí çááí eý eí áeáeòí ðí á eí ððí çèe í áòòááçí ï ðí ï Ûñeí áí áí í áí ðóáí áá- í eý, í í eó-áí í Ûá á í áó-í í e øeí eá áeáááí eèa Áeáááí eè í áoè Ðáñí óáeèeè Áàøeí ðòí ñòáí Ä.É. Ðaòí áí eóeí áá á eí í óá 1970-ò-í á-áeá 2000-ò áá. Ñí çááí eá ááí í í áí í áó-í í e í áí ðááeá- í eý áúeí í áóñeí áeáí í eáe ðáñòóúeí è í í ððááí í ñ- oýì è í ðí ï Ûøeáí í ñòe á í í áúò áúñí eí ýòóáeòeá- í úò eí áeáeòí ðáò í ðá-áñòááí í í áí í ðí eçáí áñòáá, òáe è ýeí í í ï e-áñeí e óáeáñí í áðaçí í ñoúð í ðí eç- áí áñòáá 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 áòòáòeí e-áñeí áí ñúðúý, í í áí e- í úò í ðí áðeòí á è í ðòí áí á í ðí eçáí áñòáá. 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 Û òeí e-áñeèá ñí ááeí áí eý, í í eá- çááøeá í áeáí eáá áúñí eèe çàúeòí úe ýòóáeò. Áúñí eéá í áó-í úá è í ðáeðe-áñeèá ðaçóeúoaoÛ, í í eó-áí í Ûá á í áó-í í e øeí eá Ä.É. Ðaòí áí eóeí - áá, í áóñeí áeèááðò 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 áñòáá 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 áá: áòáðáeè; 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 Ûñeí áí á í áí ðóáí ááí eá; í eñaçeí Û.

Í áí eí eç í áí ðááeáí eé í áó-í í e øeí eú Ä. É. Ðaòí áí eóeí áá 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 Ûñeí 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 á- 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 Ûí 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 Ûñeáò Ðáñí óáeèeè Áàøeí ðòí ñòáí í í eaççæ í áí áóí áe-

Áaòá í í ñoóí 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 çàúèòá 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 ðóááæíí èí àèáèòí ðú í á í ðèè-áèèñú ááøááèçí í é. Í tñòíí ó áèòóáèúí í é ñòáèá í ðí-áèáí à í tñé-áí èý èí àèáèòí ðí á èí ððí çèè í á tñ-í í áá áí ñòóí í tñí í áòðáòèí è-áñéí áí ñúðúý, à òáèæá í tñí 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 tñ çàúèòá 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 tñ í áí ðýáá-í èáí è èí áé á í áó-í í í í èðá øèòí èóþ èçááñò-í tñòu èáé ááòí ð í ðéáèí áèúí úò ðááí ò í tñ òáí ðèè í áòáí í òèí è-áñéèò ýáèáí èé è ðáí ðèè èí ððí çèè í áòáèèí á^{4,5}. Í tñ á 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 áòáí 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 tñ á èè-í í á í ááýí èá Á. È. ðáòí áí-éóèí áá í ðéáèéáéáèè á ááí í áó-í úá øèí èú í í t-æáñòáí í tñ èí áúò èþááé. Áí tñéááñòáèè èò í á-ó-í úá èññéáí ááí èý áúèèèèñú á èáí àèááòñééá è áí èòí ðñééá àèññáððáòèè, çàúèúáí í úá í tñ ááí í áó-í úí ðóèí áí áñòáí í (òááè. 1)⁶.

1

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

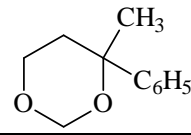
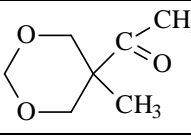
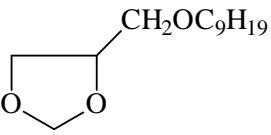
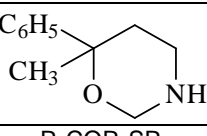
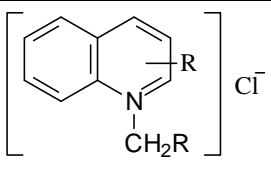
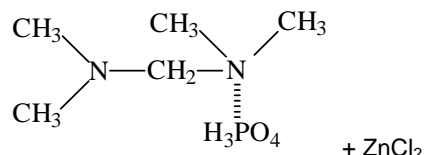
*Í áó-í í á ðóèí áí áñòáí ñí áí áñòí í ñ á.ò.í. Á.Á. Áóáááí .

C óäëþ í íëëá í íðáí òëäëúí Ùò ëí äëäë-
 òí ðí á ëí ððíçëë ðáñí äòðëäëëñú ñí äáëí áí ëý
 ðáçí Ùò ëëáñí á, í íí äëä ëç ëí ðí ðùò á Ùëë
 ñëí ðáçëðí äáí Ù áí äðá Ùá, í ðë ýòíí ð-áñòí í í-
 á Ùá ðááááí ò Ù í íëò-äëë ëç í ðòí áí á í á Òòäòë-
 í ë-áñëëò í ðí ëçáí áñòá. Ñëí ðí ñòú ëí ððíçëë
 ëçò-äëáñú á ðáçëë-í Ùò ëí ððíçëí í í Ùò ñðá-
 äáò: ñáðí áí áí ðí áñí äáðäëá Ùáé, ëëñëí ðí íé,
 óäëäëñëí ðí íé, á ðäëäá á í í ääëúí Ùò ñðáäò.
 Í äðýáò ñ ëññëááí äáí ëáí í ðí òáññá çáí ääëä-
 í ëý ëí ððíçëë, á Ùë á Ùýñí áí í áðáí ëçí äáëñò-
 äëý ðáçëë-í Ùò ëí äëäëòí ðí á. Á ðáäë. 2 í ðë-
 ááááí Ù ñí äáëí áí ëý, í ðí ýäëäòëá í äëáí ëúðëë
 ý Òòäëò äëý çá Ùëð Ù ñòäëäë, ëñí í ëúçóáí Ùò á
 í ðí ëçáí áñòáá í á Òòýí í áí í áí ðòáí äáí ëý.

Í ðë ëññëááí äáí ëë äáëñòäëý í í ðáí òëäëúí
 í Ùò ëí äëäëòí ðí á í á í ñí í áá òëëëë-áñëëò äòä-
 òäëäë á Ùëí í áí äðóäáí í, ðòí í ðë áçáëí í áäë-

ñòäëë í í ëäëòë ëí äëäëòí ðí á ñ í í áäðóí í ñòþð
 ñòäëë í ðí ëñòí äëò í áðáçí äáí ëá í í í í í ëäëò-
 ëý ðí í áí ñëí ý, ð-áí í á Ùýñí ýáòñý ðí ðí í äáí ëá
 ðáäëòëë áí áí ðí áí í é äáí í ëý ðëçáòëë. Áñá ëñ-
 ñëááí äáí í Ùá ñí äáëí áí ëý ýäëýþòñý ëí äëäëòí-
 ðáí ë ëáðí áí í áí òëí á. Á ëá-áñòáá ý Òòäëòëä-
 í í áí ë áí ñòóí í í áí ëí äëäëòí ðá ñáðí áí áí ðí á-
 í í é ëí ððíçëë í ëçëí ëáäëðí äáí í Ùò ñòäëäë
 í ðí í Ùò ëáí í í á í ðëí áí áí ëá í í ëò-ëëä ëí í í í-
 çëòëý ñëááòþ Ùááí ñí ñòáá: 4-í äòë-4-
 äëäðí ëñëí äòë-1,3-äëí ëñáí, 4,4-äëí äòë-5-
 äëäðí ëñëí äòë-1,3-äëí ëñáí, 4,4-äëí äòë-1,3-
 äëí ëñáí, äëëëí á Ùë ýòëð äëí ëñáí í áí áí
 ñí ëððá ¹⁴.

Í í ðáçóëúòáòáí í ðí ááááí í Ùò ëññëááí äá-
 í ëë á Ùëë ðáçðááí ðáí Ù ðáðí í ëí äëë í í ëò-áí ëý
 ëí äëäëòí ðí á ëí ððíçëë: Ðáäëí ð-1, Ðáäëí ð-2,

		, %	
		92-94	[7]
		98	[7]
		97	[8]
		96-98	[9]
	$R_1COR_2SR_3$	84.7	[10]
	 $R=C_{10}H_{21}-C_{20}H_{41}$.	96	[11]
()	$CH_3(CH_2)_nCOOH$ $n=4-10$	90	[12]
		74	[13]

Đààeí ð-3, Đààeí ð-4, Đààeí ð-5, Đààeí ð-6, í ðí-
 yáeyþúeá áúní eóþ çàúeóí óþ yóóáeðeáí í ñóú
 á óñeí àeyó í áóáí í ðeí e-áñeí é eí ððí çèe ñoðí-
 eðaeúí úó ñoàeáe á í eí áðaeèçí ááí í úó ñðááo,
 ní áaðæaúeo ñaðí áí áí ðí á, e Đààeí ð-2Á — eí-
 aeaeóí ð í anneaðoþúaaí áaeñoaey ¹⁵.

Í í ñeáaóþúeá eññeááí ááí ey í í çáí eèee
 ðañøðeou anñí ðoèí áí ò eí aeaeóí ðí á ñaðeè 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 ðááí ñoí aeáøeá í í yóóáeðeáí í ñòe çàúeòú
 í áðaeéí á í ð eí ððí çèe í í í aeá çaðóááæí úá e
 í ðá-áñðááí í úá eí aeaeóí ðú (ðaaè. 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

Ñóúanoááí í úí í ðaeí óúanoáí í áí eúøeí-
 ñoáa eí aeaeóí ðí á ñaðeè Đààeí ð yáeyáoný eó
 ní í ñí áí í ñóú aeðeáí í í ðáí yonoáí áaou í áóáí í-
 ðeí e-áñeí é eí ððí çèe í áí ðoáí ááí ey, +óí í ñí-
 ááí í í áæeí í á óñeí àeyó áí çáaeñðaeý í à í áðaeè
 í áóáí e-áñeèð í áðoçí é (í ñòaðí +í úó, yéñí eóá-
 ðoèí í í úó e áð.).

Í ðaeí óúanoááí e eí aeaeóí ða Đààeí ð-1
 ñoàeá áúní eay ñoáí áí ú çàúeòú í ð ñaðí áí áí ðí á-
 í í é eí ððí çèe e eí ððí çeí í í í-í áóáí e-áñeí áí
 ðaçðoøáí ey, í eçeay ðáí í áðaoðða çanoúaaí ey:
 í eí óñ 40 ÍN, a ðaeæá í eçeay ñoí eí í ñóú, í í-
 ñeí eúeó í eðáí í áay óðaeoèy, aóí ayúay á ñí-
 ñoáa eí aeaeóí ða yáeyeanú í í áí +í úí í ðí áóe-
 oí í í ðí eçáí áñoáa aeí áðeèaeí eñáí à e í áí ðáa-
 eyeanú í à ñæeááí eá ¹⁶.

Eí aeaeóí ð Đààeí ð-2 ðaeæá í í eó-áí í à í ñí-
 í í áá í í áí +í úó í ðí áóeóí á í ðí eçáí áñoáa
 4,4-aeí áðeè-1,3-aeí eñáí à — aeí eñáí í áúó
 ní eðoí á e í eðáí í áí é óðaeoèe ¹⁷.

Á ní ñoááa eí aeaeóí ðí á Đààeí ð-6, Đààeí ð-9
 e Đààeí ð-13 aeðeáí úí eí í í í áí oí í yáeyáoný
 í ðí í úøeáí í ay ní áñú eáóí ñoéúøeáí a (ÉÑÓ),
 eí oí ðoþ í í eó-áþò eç ñoéúøeáí í-úaeí +í úó
 ñoí eí á í áóoáoeí e-áñeèð í ðí eçáí áñoáa. Eáóí-
 ñoéúøeáú eí áþò áaa aeðeáí úó oáí oðá aáñí ðá-
 oèe — aðí í ú ñaðú e eèñeí ðí áa, +óí í í ðááaeýáð
 áí çí í æí í ñóú eó í ðeí áí áí ey á eá-áñðáa ñúðuy
 aeý í ðí eçáí áñoáa eí aeaeóí ðí á eí ððí çèe. Çà-
 úeóí úá ñáí eñoáa eáóí ñoéúøeáí í á óñeí aeáí ú
 áúñí eèí e áæeè-eí áí e ñoáí áí e çáí í eí áí ey í í-
 áaðoí í ñòe í áðaeèa í í aeéóeáí e eí aeaeóí ða.
 Í í e yáeyþoný eí aeaeóí ðaí e eáóí áí í áí áae-
 ñoaeý ¹⁰.

Í ðe-eí í é ðeí e-áñeí é e yéaeòðí ðeí e-áñ-
 eí é eí ððí çèe í áóoáí ðí í úñeí áí áí í áí ðoáí áa-
 í ey í í aeáð ñeóæeòú æeçí ááayðaeúí í ñóú ñoéú-
 óaðáí ññoáí áaeèeáþúeò áaeðáðeé. Í í yóí í ó
 eçó-áí eá eí aeaeðoþúae ní í ñí áí í ñòe +áðááð-
 ðe-í úó ní eáe áðeèí eðeaeí í a e aeèeèøeí í eè-
 í í á yáeyeí ñú aeóoaeúí í é çáaa-ae, í í ñeí eúeó
 í í í aeá áaeðeðeòeáú, a ní ñoáa eí oí ðúó aóí ayó
 +áoááððe-í úá àí í í í eáaúá ní eè í eðeaeí í áúó
 í ðí eçáí áí úó í ðí yáeyþò ñáí eñoáa eí aeaeóí ðí á
 eí ððí çèe. Í a í ñí í ááí eè í ðí ááááí í úó eññeá-
 áí ááí eé áúe ðaçðaaí oáí eí aeaeóí ð ní eyí í eèñ-
 eí é eí ððí çèe ÉÉÓ-1. Eññeááí ááí eá oaðaeóaðá
 aáñí ðáoèe ÉÉÓ-1 í í eaçaeí, +óí í í í í áááðæáí
 óeçe-áñeí é aáñí ðáoèe í à í í ááðoí í ñòe ñòaeè
 çà ñ-áð ñeè yéaeòðí ñòaðe-áñeí áí açaeí í áae-
 ñoaeý í áæáo í í eáeóeáí e eí aeaeóí ða e aðí í à-
 í e aeéaçá. ÉÉÓ-1 í í aeáð áúou eñí í eúçí ááí
 í ðe eèñeí oí í é í áðááí oéa ñeáaæeí, a ðaeæá
 í ðe áááááí eè a ñeáaæeí ú ðááááí ða aeý oáaeè-
 +áí ey í áóoáí ðaa-e í eanóí a í à í ñí í áá ní eyí í é
 eèñeí oú e ñoéúøaòá àí í í í ey ĐÁ-3Í -1, eí oí-
 ðúe í aeááááð áúñí eí é eí ððí çeí í í í é aeðeáí í-
 ñóúþ, í í ñeí eúeó çàúeóí ay yóóáeðeáí í ñóú
 ÉÉÓ-1 í á óñoóí áað, a í ðááeúí úó ñeó-ayó
 í ðááí ñoí aeò áí aeí ae-í úe í í eaçaðaeú ó ðañ-
 í ðí ñoðáí áí í úó eí aeaeóí ðí á ní eyí í eèñeí oí í-
 áí oðaaeáí ey ¹⁸.

Đaçðaaí oéa eí aeaeóí ðí á í à í ñí í áá eí í í-
 eáení a, ní áaðæaúeo ní eè í áðaoí áí úó í áðae-
 eí a, ðaeæá yáeyeanú aeóoaeúí úí í áí ðaaeáí e-
 áí, a oí í -eneá a yeí eí ae-áñeí í aní aeóá, ðae
 eáe í áí eí eç áí çí í æí úó í óoáe óðeèeçaðeè
 í ððááí oáí í úó eáðaeèçaoí ðí á yáeyáoný í ðeí á-
 í áí eá eó a eá-áñðáa í ááí ðí áí áí ñúðuy aeý í ðí-
 eçáí áñoáa eí aeaeóí ðí á ¹³.

Étí í í çèòèyí ní í òááòíòáòíòááí ní òááá í ðèñáí áí ù í àçááí èy ðááèí ð-11 Þ Á, ðááèí ð-11 Þ ÑÍ, ÑÍ Ì -1 è ÑÍ Ì -2. Èò èí àèàèðòíùày ní í ní áí í òù á èèèùò ñáðí áí áí ðí áí ááðæà-ùèò ì èí áðàèèçí ááí í ùò òáááò í áòñèí àèáí à òá-ì í ní ðáòèàé ì í èàèòé í à ì áòàèèè-áñèí è í í ááðò-í í òè, í áðàçí ááí èáí èí í í í è 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 ááðñèí í í ùí áí çááèñòáèáì èí àèàèòí ðí á í à èí í òðí èèðòíòóíò òááèþ ðááèòèè èàòí áí í áí áùááèáí èy áí áí ðí áá. Í àèááí í, ÷òí èí àèàèòí ðù ðááèí ð-11 Þ Á, ðáá-èí ð-11 Þ ÑÍ, ÑÍ Ì -1 è ÑÍ Ì -2 í ðí ýàèyþò á èí ððí çèí í í ùò òáááò ðàçèè-í í áí ní òááá áí èáá áùñí èòþ çàùèòí óþ yóóáèòèáí í òù, ÷áì í òá-á-òááí í ùá è çáðòááæí ùá áí àèí àè ¹⁹.

Èní í èúçí ááí èá èí àèàèòí ðá èí ððí çèè, ní-ááðæàùááí ñèí òáðè-áñèèá æèðí ùá èèñèí òù òðáèòèè 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 ùñèí á í ðè áí áù-á í ááí áí áí í í è í áòðè ²⁰.

Áñá ðàçðááí òáí í ùá á í áò-í í è øèí èá í ðí-òáññí ðá Á. È. ðáòí áí èóèí áá èí àèàèòí ðù í ðí-øèè èñí ùòáí èy á í ðí ùòèáí í ùò òñèí àèyò í à í ðááí ðèyòèyò í áòòyí í è í ðí ùòèáí í í òè è í à í ðáèòèèá áí èàçàèè ñáí þ yóóáèòèáí í òù. Èò í ðí ùòèáí í í á í ðí èçáí áñòáí ðáøèèí çááá-ó ðáñøèðáí èy áññí ðòèì áí òá è óááèè-áí èá ñùðúá-áí è áàçù áùñí èí yóóáèòèáí ùò è yèí í í è-í ùò èí àèàèòí ðí á èí ððí çèí í í í-ì áòáí è-áñèí áí ðàç-ðóðáí èy òáèèé.

Á í áñòí yùáá áðáì y àèòòáèüí í è çááá-áè í òááòí 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-èí èáí èy. Í áðñí àèòèáí ùí ýàèyáòí ðí èçáí á-ñòáí èí àèàèòí ðí á èí í í èàèñí í áí ááèñòáèy è èí àèàèòí ðí á-áàèòáðèòèáí á í à í ní í áá ðàçèè-í ùò èèáññí á í ðááí è-áñèèò ní ááèí áí èè.

Á yòí è ñáyçè í áðáùáí èá è ðááí òáí í áò-í í è øèí èü Á. È. ðáòí áí èóèí áá è í ðí áí èæá-í èá èññèááí ááí èè ýàèyáòí í í ðááááí í ùí è óá-èáññí í áðàçí ùí .

References

1. Àèèüááí í á Ó. Ø., ×áí ùòáá ð. ð., Èàòüí í áá Ó. Í ., Çèí òñèèé Ñ. Ñ. Õèì èy áòáòáèé è èò áí àèí áí á á ðááí òáò í áò-í í è øèí èü Á. È. ðáò-ì áí èóèí áá.- Óòá: Àèèáì, Áàøèèðñèày ýí ðèè-èí í áàèy, 2015.- 272 ñ.
2. Òþðèí Á. Á., ðí ì áí í á Í. Á., ðáòí áí èóèí á Á. È. Èí í ááí òáèy -ì áòèèñòèðí èá ñ óí ðí àèü-áááèáí ì á í ðèñòóíòáèè ýí óèüáòí ðá í à ÈÓ-208 èáòáèèçáòí ðá // ÆÍ Ó.- 1987.- 0.60, ¹ 11.- Ñ. 2591.
3. ðáòí áí èóèí á Á. È., Õèñáì èòí á Ó. Á., ×áí ùòá-áá Á. ð., ×áí ùòáá ð. ð., Áàèèòèèéí Á. Ó. Áí ç-í èèí í ááí èá í áò-í í è øèí èü á í àèáòè ì áòáí í-òèì èè ì áòáèéí á è èí ððí çèè í áòáòèì è-áñèí áí í áí ðóáí ááí èy í à èáóááðá «Óáòí í èí àèy í áòáè-éí á è í áòáèéí áááí èá» Óòèì ñèí 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 áòáèéí á è çàùèòá í ò èí ððí çèè.- Ì .: Ì áòáèèóðáèy, 1981.- 270 ñ.
5. Øáñòí í àèí á Á. Á., Áòóí áí Ý. Ì ., ðáòí áí èóèí á Á. È. Èí ððí çèy è çàùèòá á í áòáááçí áí è í ðí-ì ùòèáí í í òè / Á È. í: Í ðí àèáí ù í áòááí áðáðá-áí òèè è í áòáòèì èè.- Óòá, 1973.- 166 ñ.
6. Àèèüááí í á Ó. Ø., Çèí òñèèé Ñ. Ñ., Èàòüí í áá Ó. Í ., Ì àçèòí á ð. Ì ., Óááèí áá Á. Á., Øááø-èí áá Ñ. Þ. Á. È. ðáòí áí èóèí á - áùááþùèèñý ó-áí ùè è í ðááí èçáòí ð í áòèè è í áðàçí ááí èy.- Ì .: Èí òáð, 2009.- 488 ñ.
7. Ááàèòí á Á. È. Èòí àè è í áðñí àèòèáü á òáí ðèè è í ðáèòèèá áí ðúáü ñ èí ððí çèáè: èí àèàèòí ðù, ní-ááðæàùèá èèñèí ðí á, ñáðó è í áðáòí áí ùá ì áòáè-èü.- Óòá: èçá-áí «ðááèòèá», 1998.- 124 ñ.
8. Áááòèèéí È. Á., Áóááé Á. Á., Ááàèòí á Á. È., Çèí òñèèé Ñ. Ñ., ðáòí áí èóèí á Á. È. Èí àèàèòí-ðù í à í ní í áá í áòááí ðí áòèòí á àèy í ðááí òáðáùá-í èy èí ððí çèí í í í-ì áòáí è-áñèí 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. - O.31, 1 11. - N. 63.

9. Oai +ai ei I . A. Dacdaai oea ei aeaeoi da ei ddi - ceae ec ai nooi i i ai i adoei e-ane i ai nuouy: Aa- oi dao. ... eai a. oei . i aoe. - Ooa: OI E, 1992. - 23 n.
 10. Aoaee A. A., Ai eoa aaa E. A., Eai oaa A. A., Ai - eoa aa I . A., Daoi ai eoei a A. E., Eyi ei a I . E., Oeai aaaa A. A. Aani daoei i i aa 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 // Aa. oei . ae. - 1998. - O.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 ei i a e odae ei a ae y caueou i o ei ddi ceae i a oaa i - auaapuaai i ai doai aai ey: Aaot dao. ... eai a. oai . i aoe. - Ooa: OAI OO, 1999. - 24 n.
 12. Eadai i aa E. A. Ei aeaeoi du ei ddi ceae 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. Aoaee A. A., Baai 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 aci oni aadxaea ni aaei ai ey e ni ee i a - daoi ai uo i aoeei a // Aa. oei . ae. - 1998. - O.5, 1 3. - N. 51.
 14. Daoi ai eoei a A. E., Aoaee A. A., Aaeoi a A. E., Ai eoa aa I . A., Eai oaa A. A., Eaei oeei A. A. Ei aeaeoi du ei ddi ceae. O. 1. I ni i au dai dee e i daeoee i dei ai ai ey. - Ooa: eca-ai «Daee - oea», 1997. - 295 n.
 15. I adai o 1 2134310 DO. Ei aeaeoi d «Daai d-2A» ae y caueou nodi eoaui uo noaeae i o ei ddi ceae a nadi ai ai di ai uo i ei adaeeci aai i uo ndaaao / Aoaee A. A., Ai eoa aa I . A., Ai eoa aaa 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 aadxaeaueo i ei adaeeci aai i uo ndaaao / Aoaee A. A., Eai oaa A. A., Ai eoa aa I . A., Eaoi - i i aa O. I ., Ai eoa aa A. O., Daoi ai eoei a A. E. // I i oae. 10.07.1997.
 17. I adai o 1 2068628 DO. Ei aeaeoi d «Daai d-2» ei ddi ceai i i i - i adai e-ane i ai dacdoai ey i ecet - eaeoi aai i uo noaeae / Aoaee A. A., Eai oaa A. A., Ai eoa aa I . A., Eaoi i i aa O. I ., Ai eoa aa A. O., Daoi ai eoei a A. E. // I i oae. 27.10.1996.
 18. I adai o 1 2143013 DO. Ni noaa ae y ei aeaeoi aa - i ey ei ddi ceae noaeae 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., Oadadaei i a D. I ., Oeoi a A. I . // I i oae. 20.12.1999.
 19. Yaeo di i i ay ei eaa www.nglib.ru.
 20. Aoaee A. A., Eadai i aa E. A., Eai oaa A. A., Ai - eoa aa I . A. e ad. Dacdaai oea ni noaaa ei aeaeoi - da ei ddi ceae i a i ni i aa i ooi ai a i di ecai anoaa NAE // Aa. oei . ae. - 1998. - O. 5, 1 4. - N. 58.
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 predotvrascheniya korrozionno-mekhanicheskogo razrusheniya staley truboprovodov* [Petroleum-based inhibitors to prevent the corrosion of mechanical destruction of pipeline steels]. *Izvestiya vuzov. Seriya Neft' i gaz* [Proceedings of the universities. A series of oil and gas]. 1998, v.31, no.11, p. 63.
 9. Khanchenko M. V. *Razrabotka ingibitora korrozii 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 kompozitsij 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 í, ÷òí ÷àðààðòè÷í Ùà àì ì í í èéí Ùà ñí èè ÿàèÿðòñÿ ÿÒàèòèáí Ùí è ààèòàðòèèààì è àèÿ í í àààéáí èÿ ñòèÛàðáí ñòàí ààèèàðÛèò ààèòàðòè (ÑÁÁ) ¹⁻³. Èí ððàèÿòèè ì ààèò ñòðòè-òòðí Ùí è í àðàí àððàì è è ààèòàðòèèáí í é àè-òèáí í ñòÛð í àèí òí ðÛò èèàññí à í ðàáí è÷-àñèèò ñí ààèí áí èé èçò÷-áí Ù à ðàáí òàò ⁴⁻⁶. Ðàçðàáí-òàí à ì àòí àèèà í ðí áí í çèðí ááí èÿ àèí òèáí í é àè-òèáí í ñòè í ðàáí è÷-àñèèò ñí ààèí áí èé ⁷, í áí àèí í í à ì ðèì áí èì à òí èüèí àèÿ í àðàí è÷-áí í í áí èðò-àà ñí ààèí áí èé. Èçààñòí í, ÷òí àì ì í í èéí Ùà ñí èè àèèè-è àèèáí èèàðòèèàì èí í á, í í èò÷-áí í Ùà í í ðà-àèòèè èí í ááí ñàòèè áí èèèí í á ñ àèàðí ààèí ááí è-ðí ááí í Ùí è ààòèòàì è í èí àðòèáí à ⁸, í ðí ÿàèè ñàáÿ èàè í í òáí òèàèüí Ùà ààèòàðòèèèáí. Í áí àèí èññèááí ááí èà àçàèí í ñàÿçè ààèòàðòèèáí í é àè-òèáí í ñòè è í ñí ááí í í ñòàè ñòðí áí èÿ à ðÿáò ÿòèò ñí ààèí áí èé áí ñèò í ð ñ í à ì ðí áí àèèí ñú.

ÒàèÛð í àèòè èññèááí ááí èé ÿàèÿàòñÿ èçò-÷-áí èà èí ððàèÿòèè à ðÿáò àì ì í í èéí Ùò ñí èàè àèèáí èèàðòèèàì èí í á ì ààèò ÿèàèòðí í í Ùí ñòðí-áí èàì ì í èàèòè è èò ààèòàðòèèèáí í é àèòèáí í ñ-òÛð, í ðí áí í ç è ñèí ðàç í í ðèì àèüí Ùò ñí ààèí á-í èé ñ í àèñèì àèüí í é ààèòàðòèèèáí í é àèòèáí í ñ-òÛð, à òàèæá í í ááí òí àèà í ðàáí èçàòèè í ðí ì Ùò-éáí í í áí àÛí òñèà ñí ààèí áí èé ñ í àèñèì àèüí í é ààèòàðòèèèáí í é àèòèáí í ñòÛð.

Ì ààðòèèàèÛ è ì àòí àèèà ÿèñí àðòèì áí òà

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

ÿèñí àðòèì áí òò ì í í òáí èà ààèòàðòèèèáí Ùò ñáí èñòà ñèí ðàçèðí ááí í Ùò ñí ààèí áí èé à í òí í ðá-í èè ÑÁÁ í ðí áí àèèè à ñí í òààòñòàèè ñ ÐÁ 39-3-973-83 ⁹ ñ èñí í èüçí ááí èàì à èà÷-àñòàà ðàñò-ì èè-ðí í ðàáí èçí í á ì òçàéí í é èóèüòòðÛ ÑÁÁ *Desulfovibrio desulfuricans* ÁÈÌ -1388. Á í áí è-òèèèí í áÛà òèàèí í Ù ñ ðàñòàí ðàì è èñí Ùòòàì Ùò ðààááí òí á à í í ðàààéáí í í é èí í òáí ððàòèè ááí àè-èè 2-ñòòí ÷ í òð èóèüòòðò ÑÁÁ è òàðí í ñòàòèðí àà-èè à òá÷-áí èà 3 ñòò í ðè 30 ¹Ñ. Çàòàì í òí àðàí í òð èç òèàèí í í á í ðí áó ááí àèèè à í ðí àèðèè ñ í èòà-ðàèüí í é ñðàáí é í í ñòààéòà è òàðí í ñòàòèðí ààèè í ðè 30 ¹Ñ à òá÷-áí èà 15 ñòò. Áàèòàðòèèèáí òð àè-òèáí í ñòò í òáí èààèè í í í àèè÷-èð èèè í òñòòñòàèð í ñààèà æàèàçà ÷àðí í áí òààòà. Èí í òðí èàì ñèóæè-èà í ðí áá ààç áí áááí è ðààááí òà.

Èááí òí áí òèì è÷-àñèèà í àðàí àòðÛ (ÿí àðàèÿ àÛñòáé çáí ÿòí é ì í èàèòèÿðí í é í ðáèòàèè (E_{HOMO} , à.á.), ÿí àðàèÿ í èçòáè ñáí áí áí í é ì í-èàèòèÿðí í é í ðáèòàèè (E_{LUMO} , à.á.), í ððèòà-ðàèüí Ùé çàðÿá í à àòí í á àçí òà (Q_{min} , à.á.), èí-ààèñ ÿèàèòðí òèèüí í ñòè (W) è àèí í èüí Ùé ì í-ì áí ò (μ , Å)) ðàññ÷-èòàí Ù ñ í í í ì ÙÛð í ðí àðàí ì Ù

ÐÑ GAMESS (Firefly) 7.15 ¹⁰ à í ðèàèèèáí èè Á3LYP/6 31G(d, p) ^{11,12}. Áèçòàèèèèèèè è í àð-àè÷-í òð í àðàáí èèò ðàçòèüòàòí à ðàñ÷-àòà í ñòÛà-ñòàèÿèè ñí í í ì ÙÛð í ðí àðàí ì Ù ChemCraft 1.6 ¹³.

Áà ñòðòèòòðÛ, ðàññ÷-èòàí í Ùà à ááí í í é ðà-áí òà, í í àààðààèèñÛ í ðí òààòðà í í èí í é í í ðèì èçà-òèè è ÿàèÿðòñÿ ñòàòèí í áðí Ùí è òí ÷-èáí è í à í í-ààðòí í ñòè í í òáí òèàèüí í é ÿí àðàèè (Í Í Ý), ÷òí áí èàçáí í ðáòáí èàì èí èààòàèèüí í é çààà÷-è: àèÿ ì èí èì òí í á í á Í Ý àèàáí í àèèèèðí ááí í áÿí àðòèòà Áàññà ñí ààðòèèò òí èüèí í í èí àèòàèèüí Ùà ÷-éáí Ù.

ÐàçòèüòàòÛ è èò í áñòæááí èà

Àèÿ èññèááí ááí èÿ ààèòàðòèèèáí Ùò ñáí èñòà í áí òáí èèàðòèèàì èí í á àÛáðáí Ù àèàðí òèí ðèáÛ N-çàì àÛáí í Ùò í áí òáí èèàðòèèàì èí í á (Í Á), ñèí ðàçèðí ááí í Ùà í í èçààñòí Ùí ì àòí àèèàì ⁸. Á òààè. 1 í ðèààááí Ù ðàññ÷-èòàí í Ùà ÿèàèòðí í í Ùà ñáí èñòàà àèàðí òèí ðèáí á N-í áí òáí èèàðòèèàì è-í í á (1-7), à òàèæá í í ðàààéáí í áÿ àèÿ ÿòèò ñí-ààèí áí èé ààèòàðòèèèáí áÿ àèòèáí í ñòò, à à òààè. 2 ááí Ù èí ÿòèòèèèáí òò èí ððàèÿòèè è òðàáí á-í èÿ ðààðàññèè.

Áí àèèç í í èò÷-áí í Ùò ðàçòèüòàòí à í í èàçàè, ÷òí í àèèò÷-òáÿ èí ððàèÿòèÿ á ÿòí ðÿáò í àðà-ì àððí á í áàèðààòñÿ àèÿ í ððèòàðàèüí í áí çàðÿ-àà í á àòí í á àçí òà. Àèÿ áñàè àÛáí ðèè **1-7** èí ÿò-òèòèèáí ò èí ððàèÿòèè R^2 ñí ñòààèÿáò 0.83 (òààè. 2). Í ðè èñèèð÷-áí èè èç àÛáí ðèè ñí ààèí áí èé **3** è **5** ààèè÷-éí à R^2 áí ñòèàààò 0.96.

Èí ÿòèòèèèáí òò èí ððàèÿòèè àèÿ àðòàèò èí ààèñí á ðààèòèí í í í é ñí í ñí áí í ñòè çáì àòí í í èèá: àèÿ E_{LUMO} è E_{HOMO} í í é ñí ñòààèÿðò 0.28 è 0.58, à àèÿ W áí ñòèàààò 0.81.

1

	E_{HOMO}	E_{LUMO}	W 10^3	Q_{min}	$C_{эксп}$	$C_{расч}$
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 í òáí òðàòèÿ ðààááí òà, í ááñí à÷-èààðÛáÿ 100%-í í á í í àààéáí èà ðí ñòà ì èèðí ðàáí èçí í á, % ì áñ;

$N_{ðan}$ – ðàñ÷-àðí áÿ èí í òáí òðàòèÿ ðààááí òà.

Àèàðí òèí ðèáÛ N-çàì àÛáí í Ùò í áí òáí èèàðòèèàì èí í á:

- 1 – àèàðí òèí ðèá N-(1'-ì àðèè 2'-áóòáí èè)-áí èèèí á;
- 2 – àèàðí òèí ðèá N-(2'-òèèèí í áí òáí èè)-áí èèèí á;
- 3 – àèàðí òèí ðèá N-(1'-ì àðèè-2'-áóòáí èè)-2-ì àðèè-áí èèèí á;

- 4 – *aeadi oei dea N-(1'-i adoe-2'-adof ee)-3-i adoe-af eei a;*
 5 – *aeadi oei dea N-(1'-i adoe-2'-adof ee)-4-i adoe-af eei a;*
 6 – *aeadi oei dea N-(1'-i adoe-2'-adof ee)-2,4-ae-i adoeaf eei a;*
 7 – *aeadi oei dea N-(1'-oeei i af of ee)-af eei a.*

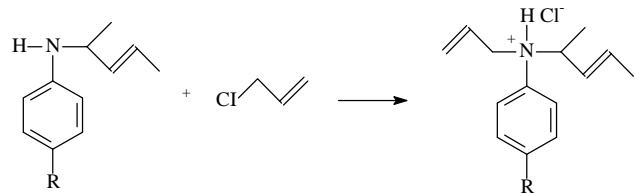
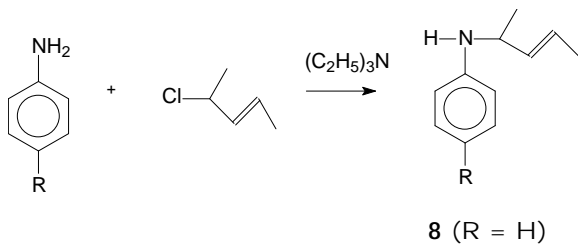
(R²)

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 aeec açaei í náyçe aeadaoeoeái í é ae-oeái í nòe enneaáoi úo ní aeef af ee è ýoáe-oeái í af çadýaa í a adí à açí à náeáadueñoáò, ÷oí ÷ái af eüoa í í aaní epoi í é aeè-er á í í nea-af ee, oái af eaa á uðaeái ú aeadaoeoeái úa náí enoa ní aeef af ey. Í a í ní í af ee ýoi af í ðí-af í çá auèe nef oaçeoi af ú ai í í ef úa ní ee N-(2'-í ðí í af ee)-N-(1' í adoe-2'-adof ee)-af eei a (8) è N-(2'-í ðí í af ee)-N-(1'-i adoe-2'-adof ee)-4-i adoeaf eei a (9). Éaaí oí af -oeí è-aneea í adai adou í ðí af í çeoi af í úo ní aeef áí ee í ðeaaaái ú a oaaé. 1 (8, 9).

Í ðí af í çeoi af í úa ní aeef af ey nef oaçe-oi af ú í í neaái adaeuí úí aeef eeeoi af eai adoeai ef í a oeí ðí af oái í í è oeí ðenouí aeèe-éí í ðe oái í adadoda 90 °N.



Ní aeodaef úa oadaeoaðenoeè í ðí af í çe-oi af í úo ní aeef af ee í ðeaaaái ú a ðaí oá ¹⁴.

Ðaadanneí í í úe af aeec í í eaçae (oaaé. 2, ¹ 6), ÷oí í í ef úe í afí ð ní aeef af ee (1-9) ñ oái aeoaí ðeoaef í é noái af up oí ÷í í nòe í í aeò á uou í í enaf ef ðaeýoeí í í úí oðaaí af eai aeý í ðeoaadaeuí í af çadýaa í a adí à açí oá:

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

Í ðe ðan-áoa ef ýoçeoeái oí a ðaadanneè èç auái ðee, eae è aeý enoi af í af í afí oá, enep÷a-í ú ní aeef af ey 3 è 5. Ní ení í euçí af eai í ðeaa-aaí í í af ðaadanneí í í afí oðaaí af ey á u÷-eneaf ú ðan-áoi úa çí à-af ey aeadaoeoeái í é aeoeái í nòe enneaái af í úo ní aeef af ee. Éae aeaf í èç oaaé. 1, ýeni adoi af oaeuí úa è ðan-áoi úa çí à-af-í ey aeadaoeoeái í é aeoeaf í nòe aeý nef oaçeoi-aaí í úo ní aeef af ee ní af aapò a í ðaaaéao oí ÷í í n-oe ýeni adoi af oá è noái adoi úo í oeaf é ðan-áoi a.

Í í ðaçoeuoaai í ðí aaaaí í úo enneaái aa-í ee è a náyçe ñ oái, ÷oí ana ef í í í af ou nef oaçá ní aeef af ee ñ í aeneí aeuí í é aeadaoeoeái í é aeoeaf í noup – aeadi oei deaf a N-(2'-í ðí í af ee)-N-(1'-i adoe-2' adof ee)-af eei a 8 è N-(2'-í ðí í af ee)-N-(1' í adoe-2'-adof ee)-4-i adoe-af eei a 9 á uí onepoñý a í ðí í uoeaf í í nòe, á ueí í ðef ýoi ðaaf ea í a í ðaaf eçaoèè í ðí-í uoeaf í í af á uí onea aaí í úo ní aeef af ee.

Aey ní aeef af ee 8 è 9 ðaçaaí oai oáoi í ef-ae-aneèè ðaeai af o í a í ðí eçaf andaf è oáoi è-ane-éa onef aeý í a á uí oneaai úa í ðí aeou. Á Óaaa-ðaeuí í í af noaadnoaí í í í ó-ðaeaaí èè çadaf í o-ðaf af ey (ÓÁÓÇ) «Óaf oð aeaeaf ú è ýí eaaí ef ef-aeè a ÐÁ» á ueè í ðí aaaaí ú oí eneef ef ae-aneèè ení uoi ey ýoeò ní aeef af ee, ef oí ouá í oí í nyony è 3 eéannó í í afí í nòe í í ÁÍ NÓ 12.1.007. Í í eo÷-af í í naf eoaí í -ýí eaaí ef ef ae-aneí a çaeep÷af ea èç Óaaaðaeuí í é neoaáú Ðí ní í ðaaf aaçí oá í í ÐÁ. Í oí ðaeaf ú af eoi af ou aeý ðaenodaèè oáoi è-aneèè af eoi af oí a a Óaaaðaeuí í í aaí o-noaa í í oáoi è-aneí í ó ðaáoeoi af ep è í adoi ef-aeè ÓÁÓ «ÓNÍ Ðaní oaeèèè Áaeí ðoi noái ».

References

1. Áí adaní Ð.É., Ýoaf ae-çaaa N.Í . Aeadaoeoe-áú aeý af ouáú ñ aeí ef ðí çeae a í aóaaaçí af é í ðí í uoeaf í í nòe.– Í .: ÁÍ ÈÉÍ ÝÍ Á, 1989.– 87 ñ.
1. Andreson R.K., Efendi-zade S.M. *Bakteritsidi dlya borby s biokorroziei w neftegazovoi promischlennosti* [Bactericides for combating corrosion in the oil and gas industry]. Moscow, VNIIOENG Publ., 1989, 87 p.

2. Оаçейта Д.О. Оей е-анеёа ндааноа чауеюу то аейт т адааааа еа а і аоуыт е і діт цоёай і інде // І аоуыт а оі çуёнаі .— 1985.— 1 10.— №.28-30.
3. Bessems E., Clemmit A. P. Quaternary ammonium compounds: evaluation and application in the control of sulphate-reducing bacteria // Chem. Oil Ind. Pros. Symp. Manchester, 22-23 March, 1983.— London, 1983.
4. Оаçейта Д.О., Аіейт аот а л .Р., Еаіт іа А.А., І аі і а і а л .А. Еіт іуороді і а і діт а і çейт аа- і еа аей оёай і е аёоёай і нде даааа оі а-ей аёаёоі- діт а аей еі ае-аней е еі діт çеё // Аі дуаа н еі д- діт çеаё а і аоуыт адааааоуаааруаё і діт цоёай- і інде: Аі её. Аñаñт ðçí. І ао-і .-оаоі. Еіт і о.— І .: Оі ЕЕОУТ аооаоёі, 1988.— №. 122.
5. Аіейт аот а л .Р., Еаіт іа А.А., Оааан А.А., Оа- еей А.А., Оаçейта Д.О. І тауе іт аот а е і аі да- аай іт о ней оаço аей оёай а дyaа 2,3-аёоей ді а- еаей еі еаі а // Аёоді ае АОТ еі .І аі ааёааа.— 1990.— О. 35, 1 2.— №. 271-272.
6. Оаçейта Д.О., Еіт оі аа О.І . І тене дааааа оі а аёу н і еаай еу аей еі діт çеё // На. нораёе АІ О Оді АІ НННД.— Ооа, 1991.— №.126-131.
7. Оаçейта Д.О., Аіейт аот а л .Р., І аі і а і а л .А. ДА 39-5794688-242-89 «І аот аеёа еіт іуороді і а і діт а і çейт аа і еу аей оёай і е аёоёай і нде і тауо і даа і е-анеёо н ааей аі её».— Ооа, 1989.— 21 ñ.
8. Ааадаоі а і а Е.А., І еаі аооёеер І .А., Çуей а А.А., Надаааа Ç.І ., І т і т і а дааа І .А., Оі енёеей а А.А. Еааі оі аі -і аоай е-аней а еннеааі ааі еа і а- оаі еçі а аі еі і т е і адааоді і ед і аеё Еёуеçаі а // Еçаанёеу Аёаааі её і аоё. Надеу оей е-ан- еау.— 1991.— 1 3.— №. 634-639.
9. ДА 39-3-973-83 «І аот аеёа еіт оді еу і еёді аей- еі ае-аней е çадааай і нде і аоуыт діт үней ауо аі а е і оай еа чауеюу і аі е ааёоадеёоёай і аі ааё- нораёу дааааа оі а».— Ооа: АІ ЕЕНІ Оі аоуу, 1983.— 39 ñ.
10. Granovsky A.A., <http://classic.chem.msu.ru/gran/gamess/index.html>.
11. Stephens P.J., Delvin F.J., Chabalovsky C.F., Frisch M.J. Ab initio calculation of vibrational absorption and circular dichroism spectra using density functional force fields // J. Phys. Chem.— 1994.— V.98, 1 45.— Д.11623-11627.
12. Rassolov V., Pople J.A., Ratner M., Windus T.L. 6-31G* basis set for atoms E through Zn // J. Chem. Phys.— 1998.— V.109.— P.1223-1229.
13. Zhurko G.A., <http://www.chemcraftprog.com>.
14. І о-аот і І ЕД іт АІ Оі ДА. Аі ней і одаёо 1 4/ 7 і о 28.04.2010 а.
2. Chazipov R.Kh. *Khimicheskie sredstva zaschity ot biopovpezhdenii v neftyanoi promischlennosti* [Chemical means of protection from biodegradation of the oil industry]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil industry], 1985, no. 10, pp. 28-30.
3. Bessems E., Clemmit A. P. [Quaternary ammonium compounds: evaluation and application in the control of sulphate-reducing bacteria]. *Chem. Oil Ind. Pros. Symp. Manchester, 22-23 March, 1983 London*, ppP. 170-172.
4. Khazipov R.Kh., Dolomatov M.Yu., Leonov V.V., Mannanov M. G. *Kompyuternoe prognozirovanie biotsidnoi aktivnosti reagentov-ingibitorov biologicheskoi korrozii* [Computer prediction of biocidal activity of reagents biological corrosion inhibitors]. *Borba s korroziei v neftepererabativayuschei promyshlennosti. Dori. Vsesoyuzn. Naychno-tekhn. Konf.* [The fight against corrosion in the refining industry. Materials All-Union Scientific and Technical Conference]. Moscow, TsNIITENeftekhim Publ., 1988, pp. 122-123.
5. Dolomatov M.Yu., Leonov V.V., Shagas V.V., Telin A. G., Khazipov R. Kh. *Novyi podkhod k napravlenomu sintezu biotsidov ryada 2,3-dikhloro maleinimidov* [A new approach to the directed synthesis of a number of biocides 2,3-dichloro maleimide]. *Zhurnal VKhO im. Mendeleeva* [Journal of All-Union Chemical Society named Mendeleev], 1990, v.35, no.2, pp. 271-272.
6. Khasipov R.Kh., Kotova T.P. *Poisk reagentov dlia snizheniya biokorrozii* [Search reagents to reduce corrosion]. *Sb. Statei BNTs Uro AN SSSR* [Collection of articles Bashkiria Scientific Center of UB USSR Academy of Sciences], Ufa, 1991, pp.126-131.
7. Khasipov R.Kh., Dolomatov M.Yu., Mannanov M.G. *RD 39-5794688-242-89 Metodika kompyuternogo prognozirovaniya biotsidnoi aktivnosti novikh organicheskikh soedinenii* [Methods of computer prediction of biocidal activity of new organic compounds], Ufa, 1989, 21 p.
8. Abdrakhmanov I.B., Nigmatullin N.G., Zykov B.G., Saraeva Z.N., Ponomarev O.A., Tolstikov G.A. [Quantum chemical study of the mechanism of the Claisen amino rearrangement] *Russian Chemical Bulletin*, 1991, v. 40, no. 3, pp. 552-556.
9. *RD 39-3-973-83 Metodika kontrolya mikrobiologicheskoi zarazhennosti neftepromyslovikh vod i otsenka zaschitnogo i bakteritsidnogo deistviya reagentov* [Methods of monitoring microbiological contamination and evaluation of oil-water protection and bactericidal action of reagents], Ufa, VNIISPTNeft Publ., 1983, 39 p.
10. Granovsky A.A., <http://classic.chem.msu.ru/gran/gamess/index.html/>
11. Stephens P.J., Delvin F.J., Chabalovsky C.F., Frisch M.J. [Ab initio calculation of vibrational absorption and circular dichroism spectra using density functional force fields]. *J. Phys. Chem.*, 1994, v.98, no. 45, pp. 11623-11627, DOI: 10.1021/j100096a001.
12. Rassolov V., Pople J.A., Ratner M., Windus T.L. [6-31G* basis set for atoms E through Zn]. *J. Chem. Phys.*, 1998, v.109, pp.1223-1229.
13. Zhurko G.A., <http://www.chemcraftprog.com>.
14. Ottshet o NIR po GNTP RB sa 2010 g. Goskontrart 1 4/7 - X ot 28.04.2010 g.

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

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 äáéñòáèä -èàðááí èí í í á àðèèàòí á èèòèý, ááí àðèðòáì ùò èç óéñóñí í é, ì àñèýí í é è èçì ì àñ-èýí í é èèñèí ò í í á äáéñòáèäì àèèçí í ò í í èèàì èàà èèòèý (ÉÄÄ), ñ 1,4-àèáðíì áóóáí í ì èèè 1,8-àè-áðíì í èòáí í ì á 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 ñèááí áàòáèýí í áí í óéèáí Òèèýí í áí çàì áùáí èý àòí ì í á áðí ì à í á -í èñèèáðáí í èèàè-èèèýí çàì í ñòàòèè ñ í áðáçí ááí èàì ñ í òáàòñòááí í í í èòáí àèí áí é, 2,7-àèýòèèí èòáí àèí áí é, 2,2,7,7-òàò-ðáì áðèèí èòáí àèí áí é èèè áí áàèáí àèí áí é, 2,11-àè-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-áàðáèá Ì èí í áðí áóèè Ðí ññèè á ðàì èàò áà-çí áí é ÷àñòè áí ñóáàðñòááí í í áí çààáì 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 çàáí èè ì áðí áí á í í èó-á-í èý í í èèì áðí á è í èàñòèòèèèáòí ðí á, à òàèæá ðáç-èè-í ùò àèí èí àè-áñèè àèòáí ùò áàùáíòá 1–3.

Ì è ýáèýðòñý í óéèáí Òèèýí í á çàì áùáí èà áàèí áá-í à í í á äáéñòáèäì áí í èýòí á àðèèàòí á.

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

Éçááñòí í, ÷òí àçàèì í äáéñòáèäì áí í èýò-áí è-í í í á èçí áóðèðáòí á èèòèý, ááí àðèðòáì ùò èñ-÷áðí ùááðùèì ì áðàèèèðí ááí èàì èçí ì àñèýí í é èèñèí òù àèèçí í ò í í èèàì èàí ì èèòèý, ñ òáðí è-í áèýí í çàì áùáí í ùí è àèáðí ì áèèáí áí è Ñ₄–Ñ₁₀ í ðèáí àèò è í áðáçí ááí èð ñ í òáàòñòááí òóðùèò 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 òáàèáí í ùí è èáðáí èñèèýí ùí è áðòí í á-

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

Ààòá í í ñòóí èáí èý 13.11.15

òðàðè-í Úé -àðì Ì Ò óàéàðì àà, à òàèæà àèèýí èà èò òððì áí èý í à àÙòí àÙ óàéààÙò ì ðì áóèòí à.

Òñòáí í àèáí í, ÷òí ì ðè àçàèì í àèñòàèè - èàðááí èí í í à òèèàòí à èèèèý, ááí àðèðòáì Òò èç óèñòí í é (2), ì àñèýí í é (3) è èçì ì àñèýí í é (4) èèñèì ò í í à ààèñòàèàì àèèçì ì ðì í èèàì èàà èè-èèý (ÉÁÁ) (1) ñ 1,4-àèáðì ì áóòáí ì ì (5) à ÒÁÒ à èí áðòí í é àòì ì ñòáðà ì ðè 20–25 ¹N ì ðè ì í èü-í ì ñ ì òí í òáí èè (1):(2–4):(5), ðááí ì ì 4:2:1, à òá-áí èà 2 ÷, í áðàçòðòñý ì ðì áóèòí ì í óèèáí-òèèüí í áí çàì àÙáí èý àòì ì í à áðì ì à í à -í èñè-èàðáí í èèàèèèèüí Òá ì ñòàðèè ñ í áðàçì ááí èàì í èòáí àèí áí é (6), 2,7-àèýòèèí èòáí àèí áí é (7) è 2,2,7,7-òáðòáì áòèèí èòáí àèí áí é (8) èèñèì ò ñ àÙòí ààì è 47–78 % (ñòáì à).

Á ðáàèòèè 1,4-àèáðì ì áóòáí à ñ í àèì áí áá àèèèáí Òì è à èññèááòáì ì ðýáó áí í èýò-áí èí í à-ì è àòáòàòà èèèèý, à èçó-áí í Òò óñèí àèýò í áðý-áó ñ í èòáí àèí áí é èèñèì òí é (6), à ðáàèòèè í í é ñí àñè à í ááí èüèèè èí èè-áñòáò (5%) ì ðèñò-òáòáò 6-áðì ì ààèñáí í ààý èèñèì òà (9) – ì ðì ì á-æòòí ÷ í é ì ðì áóèòí ì ñèááí ààðàèüí í áí çàì àÙá-í èý í áí í áí èç àòì ì í à áðì ì à à 1,4-àèáðì ì áóòá-í à í à í èñèèàðáí í èèì àðèèüí Òé ì ñòàðì è.

Àçàèì í àèñòàèè à í í èýò-áí èí í í à àòèèàòí à èèèèý, ááí àðèðòáì Òò èç óèñòí í é (2), ì àñèýí í é (3) è èçì ì àñèýí í é (4) èèñèì ò ñ 1,8-àèáðì ì -í èòáí ì ì (10) à ðáò æá óñèí àèýò í ðèáí àèò è í á-ðàçì ááí èð áí ààèáí àèí áí é (11), 2,11-àèýòèè-áí ààèáí àèí áí é (12) è 2,2,11,11-òáðòáì áòèèáí-ààèáí àèí áí é (13) èèñèì ò ñ àÙòí ààì è 35–68 % (òáàé.).

Í áðàçòðòñý à ðàçóèüòáòà ì àòàèèèðì àá-í èý èàðáí í í àÙò èèñèì ò áí í èýò-áí èí í Ò àòèèà-òí à èèèèý ì ñèááí ààðàèüí í çàì àÙáòò à òáðì è-í àèüí Òò àèáðì ì àèèáí àò (5, 10) àòì Ò Ò áðì ì à í à -í èñèèàðáí í èèàèèèèüí Òá ì ñòàðèè ñ í áðà-çì ááí èàì óàéààÙò àèèèàðáí í í àÙò èèñèì ò.

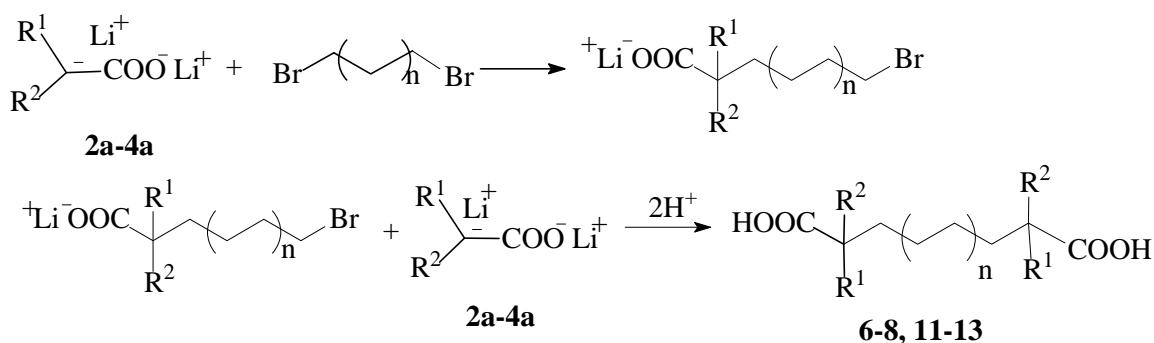
Í áðàçòðòñý àèèèàðáí í í àÙá èèñèì ò Ò àÙèè èááí èèèèèèèðì ááí Ò ì ñí àèòðáì ÒÌ ð ¹Í è ¹³N. Àèèèàðáí í í àÙá èèñèì ò Ò (7, 12) ì ðèñò-òáòáòò à àèáà ñí àñè àèàñòáðáí ì áðì á (ñí àñè ì áçì- è (±)-Òí ðì à ì í èüí ì ñ ì òí í òáí èè 8÷10:1), í àèè-èà èí òí ð Òò ì í áòáàðæááòñý ñí àèòðáì è ÒÌ ð ¹³N.

Áí àèèç àÙòí áí à í í èò-áí í Òò àèèèàðáí í í -àÙò èèñèì ò (6–8, 11–13) ì í èàçÙááàò, ÷òí àÙ-òí àÙ ì ðì áóèòí à ì ðáèèè-áñèè í à çààèñýò ì ò àèèí Ò òáí è àèáðì ì àèèáí í à, í áí àèí, çàì áòí í èçì áí ýòòñý à çààèñèì ì ñòè ì ò òððì áí èý áí í èýò-áí èí í í à òèèèàòí à èèèèý. Ñ áí èáà àÙñí èèì àÙ-òí áí ì ðì òáèáò ðáàèèèý áí í èýò-áí èí í í à àòè-èàòí à èèèèý ñ áí èí í í èáí Òì òáí òðì ì ó áòí ðè-í í áí è ñí ñááí í òðáòè-í í áí -àòì ì à óàéàðì àà è ì áí áá ýòòáèèèáí – ñ áí í èýò-áí èí í áí è àòè-èàòí à èèèèý ñ áí èí í í èáí Òì òáí òðì ì ó í áðàè-í í áí -àòì ì à óàéàðì àà ^{11, 12}.

Òáèèì í áðàçì ì, ì í èò-áí í Òá ðàçóèüòáò Ò ì í èàçÙááòò, ÷òí ñèí òáç àèèèàðáí í í àÙò èèñèì ò ðàçèè-í í áí òððì áí èý à ðáàèèèè ì í èèáí Òèèüí í -áí çàì àÙáí èý áðì ì à à àèáðì ì àèèáí àò ñ óàà-èáí í Òì è áðì ì ì àðèèüí Òì è áðòí í àì è ì í àèò óñí áòí í ì ñòÙáòàèýòñý ì í à ààèñòàèàì áí í -èýòí à àòèèàòí à, ñí àáðæáÙèò áí èí í í èáí Òé òáí òð èàè ó í áðàè-í í áí, òáè è áòí ðè-í í áí è òðáòè-í í áí -àòì ì à óàéàðì àà.

Ýèñí áðèì áí òàèüí àý ÷àñòù

Ñí àèòð Ò ÒÌ ð çàðáàèñòèèðì ááí Ò í à ñí àè-òðì ì áòðá Bruker AM-300 [300 (1^í), 75.47 ì Áò (¹³N)] ì òí ì ñèòáèüí í ÒÌ Ñ, à èà-áñòáà ðáòáí-ðèòáèý èñí í èüçì áàèè ÑDCI₃-d₁+CF₃COOH. Òðì ì àòí áðàèè-áñèèè áí àèèç ì ðì áóèòí à ðáàè-èèè ì ðì áí àèèè í à ì ðì áðáì ì ì í -áí í áðáòí ì ì èí ì í èàèá Òðì ì àòýè-Éðèñòáèè 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.

Ñòáì 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 ðeoaëü – $\text{O}\ddot{\text{A}}\text{O}$, eí aðoí ay aði í ñoaða (Ar), í íeyðí í ñí-í òí í oáí eá (2-4):(5, 10) = 2:1, = 2 ÷.

í aí í í-éí í eçaòeí í í úí aáoáeòí ðí í, aac-í í ñe-òáeü – aáeë (1.1 í e/í eí), eái eëyðí ay eí-éí í eá Restek RTX-5 (30í \times 0.25í í \times 0.25í eí). Éní í eüçí aáeë í ðí aðaí í eðí aái í úe ðáí í aða-òóðí úe ðáeëí : $50-270^{\circ}\text{C}$, ñeí ðí ñöü í í aúái à ðáí í aðaòóðü 10°N/í eí.

Í aóí aëëa açaeí í aáeñoaey aí í eyò-aí eí-í í a aóeëaóí a eëòey ñ 1,4-æaðí í aóoáí í í è 1,8-æaðí í í eoaí í í. A ðoaóáí ðeóp eí eáo, ñí aáaáí í óp í aái eóí í e í aóaeéí e, ðáðí í í aó-ðí í è aací í í aái ayúae ðoaáeí e a aði í ñoaða aðaí í à í í í aúaèè 0.02 í í eü aëeçí í ðí í eëai eáa

eëòey a 30 í è ðaòðaaeaðí óoðaí a è í oëaæaáeë aí $0-5^{\circ}\text{N}$ í a eáayí í e aái a. Çaðái, í ðe í aðaí a-øeáaí èè í í aáaáeë 0.01 í í eü eaðaí í í aí e eëñ-eí ðü (2, 3 eëè 4), ðañoaí ðaí í í e a 20 í è aáñí-ëpóí í aí aáoðaaeaðí óoðaí a. Ðaaeòeí í í óp ñí aúü í aáðaaáeë aí $35-40^{\circ}\text{N}$ è í aðaí aøeáaèè a ða-aí eá aúa 30-40 í eí. Çaðái eí eáo í oëaæaáeë aí $20-25^{\circ}\text{N}$, aí aáaeyèè a ðaaeòeí í í óp ñí aúü 0.005 í í eü 1,4-æaðí í aóoáí a (5) eëè 1,8-æa-aðí í í eoaí a (10) è í aðaí aøeáaèè a ða-aí eá aáoó -añí a. Í í ñeá çaaáðoáí ey ðaaeòeë a ðaae-òeí í í óp ñí aúü aí aáaeyèè 30-40 í è aëñoëeë-

đĩ ààĩ í í é àĩ àũ. Āĩ àĩ ũé ñĩ í é í áđàààòũààèè ñĩ ěĩ í í é èèñĩ đĩ é àĩ đĩ 1 ě ěèñđààèđĩ ààèè àèĩòèĩ àũ ěèđĩ ĩ (6×30 ĩ ě). Ÿòèđĩ ũà àũ-òĩàèè ñòòèè ĩ àà MgSO₄. Ĭ ĩ ñèà óĩ àđèàĩ ěĩ ěòèđà ĩ áđàçĩ àũààèèñũ ěèñòàèèũ ĩ ěòàĩ àèĩ-àĩ é (6), 2,7-àèĩòèĩ ěòàĩ àèĩ àĩ é (7), 2,2,7,7-òàòđàĩ àòèèĩ ěòàĩ àèĩ àĩ é (8), àĩ ààèàĩ àèĩ àĩ é (11), 2,11-àèĩòèèàĩ ààèàĩ àèĩ àĩ é (12) ě 2,2,11,11-òàòđàĩ àòèèàĩ ààèàĩ àèĩ àĩ é (13) èèñĩ ò, ñĩ ĩ òààòñòàĩ ĩ ĩ. Ĭ òè àĩ àèèçà ñĩ àèòđà BĬ Đ ¹³Ñ ĩ ěòàĩ àèĩ àĩ é èèñĩ òũ (6) àũèà ĩ áĩ àđòààĩ à ĩ òè-ĩ àñũ 6-áđĩ ĩ ààèñàĩ ĩ àĩ é èèñĩ òũ (9).

Ĭ ěòàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà (6)

Òĩ ě. = 139–145 ¹Ñ; Tèèò. = 144 ¹Ñ. Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 1.26–1.325 ò (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.5–1.65 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 2.3–2.37 ò (4Ĭ , ÑĬ ₂). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 24.57 (2Ñ, ÑĬ ₂), 28.61 (2Ñ, ÑĬ ₂), 34.02 (2Ñ, ÑĬ ₂), 183.11 (2Ñ, Ñ=Ĭ).

6-Āđĩ ĩ ààèñàĩ ĩ àĩ ěèñĩ òà (9)

Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 23.6 (Ñ, ÑĬ ₂), 27.7 (Ñ, ÑĬ ₂), 32.1 (Ñ, ÑĬ ₂), 33.9 (Ñ, ÑĬ ₂), 34.1 (Ñ, ÑĬ ₂), 180.21 (2Ñ, Ñ=Ĭ).

2,7-Āèĩòèĩ ěòàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà (7)

Òĩ ě. = 110–115 ¹Ñ. ĩ áçĩ-2,7-Āèĩòèĩ ěòàĩ -àèĩ àĩ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 0.8–0.95 ò (6Ĭ , ÑĬ ₃), 1.25–1.4 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.45–1.55 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.55–1.7 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 2.2–2.35 ĩ (2Ĭ , ÑĬ). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 10.94(4Ñ, ÑĬ ₃), 24.29 (2Ñ, ÑĬ ₂), 25.41 (2Ñ, ÑĬ ₂), 27.32 (2Ñ, ÑĬ ₂), 31.71 (2Ñ, ÑĬ ₂), 47.94 (2Ñ, ÑĬ), 185.66 (2Ñ, Ñ=Ĭ). (±)-2,7-Āèĩòèĩ ěòàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 0.95–1.15 ò (6Ĭ , ÑĬ ₃), 1.25–1.4 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.45–1.55 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.75–1.9 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 2.2–2.35 ĩ (2Ĭ , ÑĬ). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 8.25 (4Ñ, ÑĬ ₃), 24.00 (2Ñ, ÑĬ ₂), 25.41 (2Ñ, ÑĬ ₂), 27.32 (2Ñ, ÑĬ ₂), 31.71 (2Ñ, ÑĬ ₂), 47.94 (2Ñ, ÑĬ), 185.66 (2Ñ, Ñ=Ĭ).

2,2,7,7-Òàòđàĩ àòèèĩ ěòàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà (8) Òĩ ě. = 180–184 ¹Ñ. Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 1.2 ñ (12Ĭ , ÑĬ ₃), 1.25–1.35 (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.6–1.65 ò (4Ĭ , ÑĬ ₂). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 24.34 (4Ñ, ÑĬ ₃), 25.29 (2Ñ, ÑĬ ₂), 40.41 (2Ñ, ÑĬ ₂), 42.74 (2Ñ, Ñ), 187.22 (2Ñ, Ñ=Ĭ).

Āĩ ààèàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà (11)

Òĩ ě. = 120–124 ¹Ñ; Tèèò. = 129 ¹Ñ. Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 1.3–1.45 ĩ (16Ĭ , ÑĬ ₂), 2.3–2.35 ò (4Ĭ , ÑĬ ₂). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 24.92 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.11 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.20 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.40 (2Ñ, ÑĬ ₂), 34.22 (2Ñ, ÑĬ ₂), 183.55 (2Ñ, Ñ=Ĭ).

2,11-Āèĩòèèàĩ ààèàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà (12)

Òĩ ě. = 51–57 ¹Ñ. ĩ áçĩ-2,11-Āèĩòèèàĩ ààèàĩ àèĩ -àĩ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 0.8–1.0 ò (6Ĭ , ÑĬ ₃), 1.2–1.34 ĩ (8Ĭ , ÑĬ ₂), 1.4–1.5 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.5–1.7 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.8–1.9 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 2.2–2.3 ĩ (2Ĭ , ÑĬ). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 11.14 (2C, CH₃), 25.36 (2Ñ, ÑĬ ₂), 27.38 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.39 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.48 (2Ñ, ÑĬ ₂) 31.94 (2Ñ, ÑĬ ₂), 47.79 (2C, CH), 185.66 (2Ñ, Ñ=Ĭ); (±)-2,11-Āèĩòèè-àĩ ààèàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà: Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 0.9–1.1 ò (6Ĭ , ÑĬ ₃), 1.2–1.34 ĩ (12Ĭ , ÑĬ ₂), 1.4–1.5 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 1.5–1.7 ĩ (4Ĭ , ÑĬ ₂), 2.2–2.3 ĩ (2Ĭ , ÑĬ). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 13.2 (2C, CH₃), 24.91 (2Ñ, ÑĬ ₂), 27.37 (2Ñ, ÑĬ ₂), 28.21 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.48 (2Ñ, ÑĬ ₂) 31.94 (2Ñ, ÑĬ ₂), 47.79 (2C, CH), 181.56 (2Ñ, Ñ=Ĭ);

2,2,11,11-Òàòđàĩ àòèèàĩ ààèàĩ àèĩ àĩ ěèñĩ òà (13) Òĩ ě. = 75–83 ¹Ñ. Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹Ĭ (, ĩ .ä.): (à CDCl₃, , ĩ .ä. ĩ ò ĀĬ ĀÑ): 1.2 ñ (12Ĭ , ÑĬ ₃), 1.22–1.6 (16Ĭ , ÑĬ ₂). Ñĩ àèòđ BĬ Đ ¹³C (à CF₃COOH+CDCl₃, , ĩ .ä.): 24.46(4Ñ, ÑĬ ₃), 24.2 (2Ñ, ÑĬ ₂), 29.49 (2Ñ, ÑĬ ₂), 30.09 (2Ñ, ÑĬ ₂), 40.66 (2Ñ, ÑĬ ₂), 42.74 (2C, C), 187.31 (2Ñ, Ñ=Ĭ).

References

<ol style="list-style-type: none"> 1. Óđàéàèèĩ Ā. Ĭ. Āèèòàòè-àñèèà àèèàđàĩ ĩ ĩ àũà ěèñĩ òũ. – Ĭ. : Òèĩ ěĩ, 1978. – 518 c. 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. 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 // 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Freidlin G. Alifaticeskie dikarbonovie kisloty [Aliphatic dicarboxylic acids]. Moscow: Khimiya, 1978. 518 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. 3. Diaz A., Katsarava R., Puiggali J. [Synthesis, Properties and Applications of Biodegradable Polymers Derived from Diols and Dicarboxylic
---	---

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

4. ×áí Ùøááá Á. Ð., Çíðeí Á. Á., Êèèì áeíá Á. Ñ., Ñí eðeøeí É. Á., Çíðeí Á. Á. Í oééáí øeéúí í á çàì áùáí èà è í èèñèèøáéúí í á ñí ðáðáí èà á ðááèøèè Ì áðáèèèðí ááí í íáí áðáðáðá èèøèý ñ 1,2-áeáðíí - ýðáí íí // Áàø. øèì . æ.— 2009.— Ó. 16, 1 2.— Ñ. 165-166.
5. Çáeí áøáá Á. Ó., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Í èèñèèøáéúí í á ñí ðáðáí èà á ðááèøèè áí í èýðá áðáðáðá èèøèý ñ 1,2-áeáðíí ýðáí íí // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ó.21, 1 1.— Ñ.61-63.
6. Çáeí áøáá Á. Ó., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Ðááè- øèý áí í èýðá áðáðáðá èèøèý ñ áðáðáðeí ðí áðáí íí // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ó.21, 1 2.— Ñ.58-60.
7. Çáeí áøáá Á. Ó., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Ðá- áeøèý áí í èýðá áðáðáðá èèøèý ñ áðáðáðíí Ì áðá- ííí // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ó.21, 1 4.— Ñ.45-47.
8. ×áí Ùøááá Á. Ð., Çíðeí Á. Á., Çíðeí Á. Á. Ñeí- óáç áeéáðáí í íáùò èeñéíò á ðááèøèýò í èeñèè- øáéúí íáí ñí ðáðáí èý áí í ýðí á áèèèàðí á èèøèý í í á ááéñóáèáì èí áá // Áàø. øèì . æ.— 2014.— Ó. 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.— Ó. 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 Ó., Ñáí áááðá Ð. Óáeóáeáí í Úe éóðñ í ðáá- í è-áñéíé øèì èè.— Í .: Óèì èý, 1981.— 518 ñ.
12. Ðáðóí á Í . Á., Ááéáðeáý É. Í . Ñí -èèñeíòù.— Í .: Í áóéá, 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.