



---

“ ”

.

-

”

”

“

“

:

.

Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Behrendt

:

1. доц. д-р Маргарита Симеонова – рецензент, председател

2. проф. д.х.н. Румяна Величкова – рецензент

3. Prof. Dr. rer. nat. Michael Herzog

4. доц. д-р Розета Евтимова

5. проф. д-р Иво Грабчев

108 . 133 22 19 .

08.10.2012 . ” ”,

424, „ ” . 20.12.2012 14:00  
„ ”, 406, 4, „ ” .

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

a

-

-

-

-

-

( )

,  
:



;



;



;



;



;



;



,

# Експериментални резултати и тълкуване

TFH – Wildau

(B , , ) - .

:

- - , - ;
- - .
- .
- - ;
- - .
- - 90 ;
- - 800 ;
- - 5 ;
- - 40 .
- :
  - , ;
  - , ;
  - , .

# 1.

Целта на този етап е да се установи подходяща рецептура, допринасяща за получаването на стабилен химичен продукт-полиол който да бъде база за по нататашни изследвания.

Основната част от експерименталната работа в настоящия дисертационен труд е насочена към доразработване и прилагане на химичния метод гликолиза при разграждане на отпадъци от ПЕТ.

С цел получаване на качествени, устойчиви ароматни полиестерполиоли, годни за следваща употреба, са извършени поредица от експерименти, във всяко от тези направления получените рециклат полиоли са охарактеризирани посредством хидроксилно число, киселинно число и вискозитет.

$$\begin{aligned} & \text{,} \\ & \text{:} \\ & - \\ & \text{,} \\ & \text{1:1,} \\ & \text{(39)} \end{aligned}$$

$$(\%H_2O)=0,247x(\% \quad ). \text{ (39)}$$

$$\begin{aligned} & - \\ & \text{,} \\ & \text{,} \\ & \text{(40)} \\ & (\% \quad )=[3x \quad \%+1058x \quad \%+1824x \quad .\%-768x \quad \% - \\ & \quad 3(\% \quad +\% \quad +\% \quad +0,753\% \quad )]/(1810- \quad ) \text{ (40)} \end{aligned}$$

:

% -

% -

% -

% .-

% -

1824- [mgKOH/g]

1058- [mgKOH/g]

3- [mgKOH/g]

768- [mgKOH/g]

1810- [mgKOH/g]

1

1

		%	%	%	%	.1	.2
		%	%	%	%	%	%
22	15	43,05	15,8	0	41,15	3,9	6,67

1

2

240 [mgKOH/g]

:

298 [mgKOH/g]

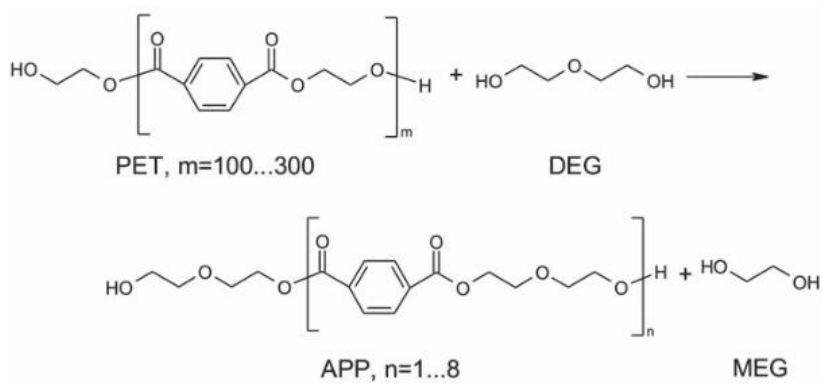
2,5[mgKOH/g]

8000 mPA.s.

1810 [mgKOH/g].

1.1.

(19):



(19)

( )



	[ppm]	[%]	[%]	[%]	[%]	. 1 [%]	. 2 [%]
22	15/15	43,08	0	15,80	41,15	3,9	6,67
34	15/15	42,55	0,5	15,80	41,15	3,9	6,91
35	15/15	42,05	1,0	15,80	41,15	3,9	7,16
36	15/15	41,55	1,5	15,80	41,15	3,9	7,40
37	15/15	40,55	2,5	15,80	41,15	3,9	7,85
38	15/15	39,55	3,5	15,80	41,15	3,9	8,38
39	15/15	38,55	4,5	15,80	41,15	3,9	8,86
40	15/15	37,05	6,0	15,80	41,15	3,9	9,60
41	15/15	35,55	7,5	15,80	41,15	3,9	10,33

	[mgKOH/g]	[mgKOH/g]	( ) 25°C [mPa.s]	( ) 25°C [mPa.s]	[mgKOH/g]
22	240	0,8	2500	2500	298
34	240	0,9	2800	2750	280
35	240	0,8	3000	2900	278
36	240	0,8	3400	3400	280
37	240	0,8	4500	4400	270
38	240	0,7	5800	5300	272
39	240	1,1	6000	5500	270
40	240	1,1	8000	7000	272
41	240	1,5	12000	10000	271

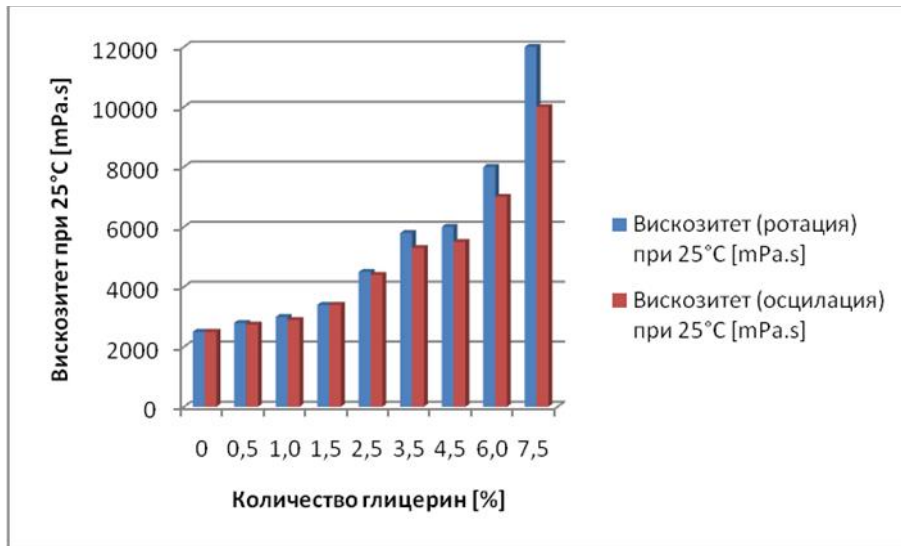
240 mg KOH/g ( 2 3)

0 7,5%.

2,00 2,15.

15,8%

5%



1

1

( )

5%

5%

2,12.

1

7,5%

( 2 3),

12000 mPa.s.

400 mPa.s.

0

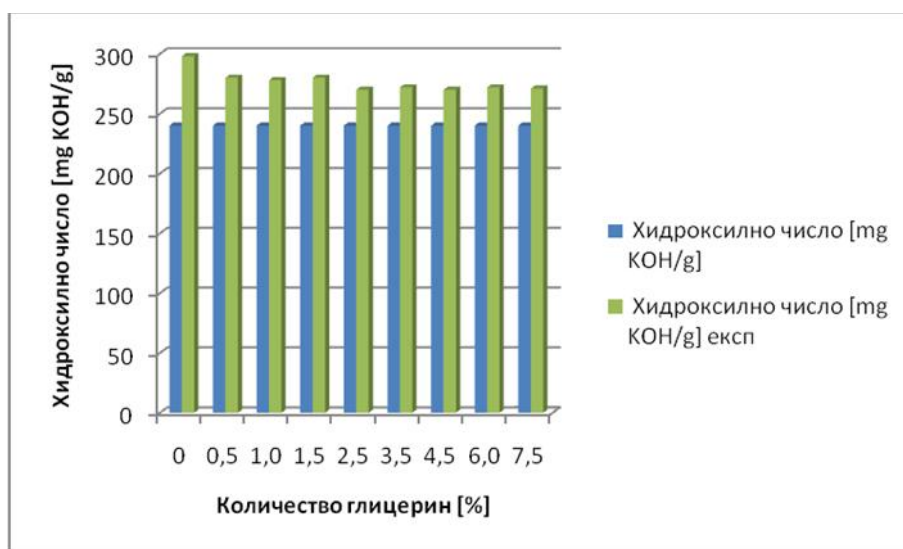
37 2,5 %

15

0 7

2.

2,5%



2.

37

1.2.

4

10

	[ppm]	[%]	[%]	[%]	[%]	. 1 [%]	. 2 [%]
37	15/15	40,55	2,5	15,80	41,15	3,90	7,90
44	15/15	38,62	2,5	12,80	46,05	3,10	7,90
45	15/15	39,85	2,5	14,80	42,85	3,65	7,90
46	15/15	41,25	2,5	16,80	39,45	4,15	7,90
47	15/15	41,95	2,5	17,80	37,75	4,40	7,90
48	15/15	42,65	2,5	18,80	36,05	4,60	7,90
49	15/15	43,25	2,5	19,80	34,45	4,90	7,90

4,

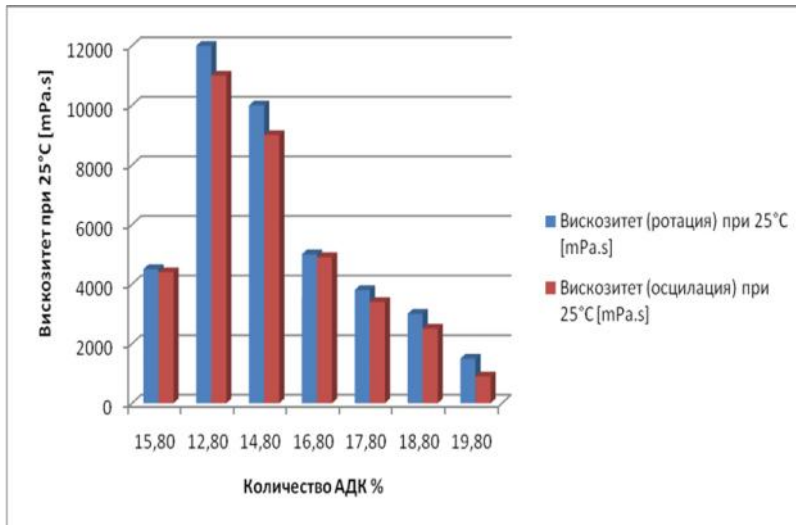
(39)

1

( 2),

5.

	[mgKOH/g]	[mgKOH/g]	( ) 25°C [mPa.s]	( ) 25°C [mPa.s]	[mgKOH/g]
37	240	0,8	4500	4400	270
44	240	0,8	12000	11000	268
45	240	0,7	10000	9000	269
46	240	0,5	5000	4900	265
47	240	0,5	3800	3400	290
48	240	0,9	3000	2500	295
49	240	1,5	1500	900	296

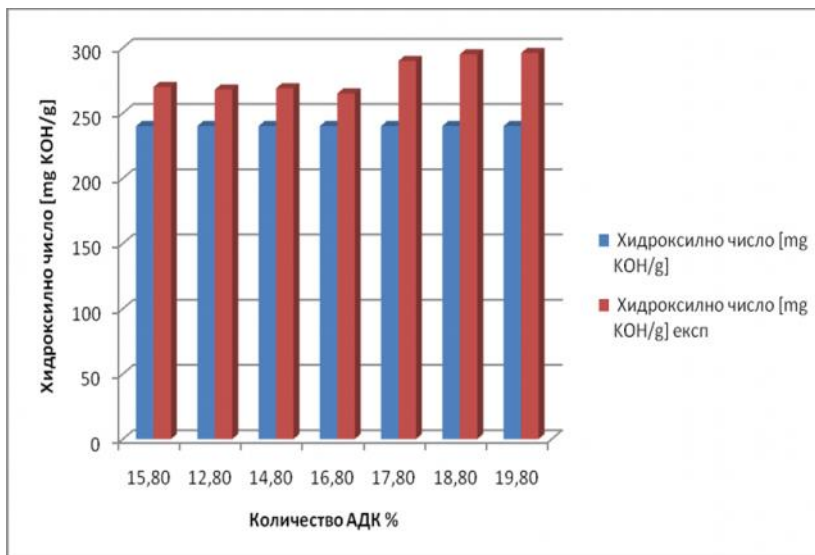


3

46.

30

4



4.

265 mgKOH/g

46

1.3.

. ( 6)

6

		1	2				. 1	. 2
	[ppm]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
46	15/15	20,63	20,63	2,5	16,8	39,45	4,15	7,90
51	15/15	18,15	23,10	2,5	16,8	39,45	4,15	7,90
52	15/15	16,5	24,75	2,5	16,8	39,45	4,15	7,90
53	15/15	14,85	26,4	2,5	16,8	39,45	4,15	7,90
54	15/15	22,28	18,98	2,5	16,8	39,45	4,15	7,90

1

2



52 ( . 3).

7

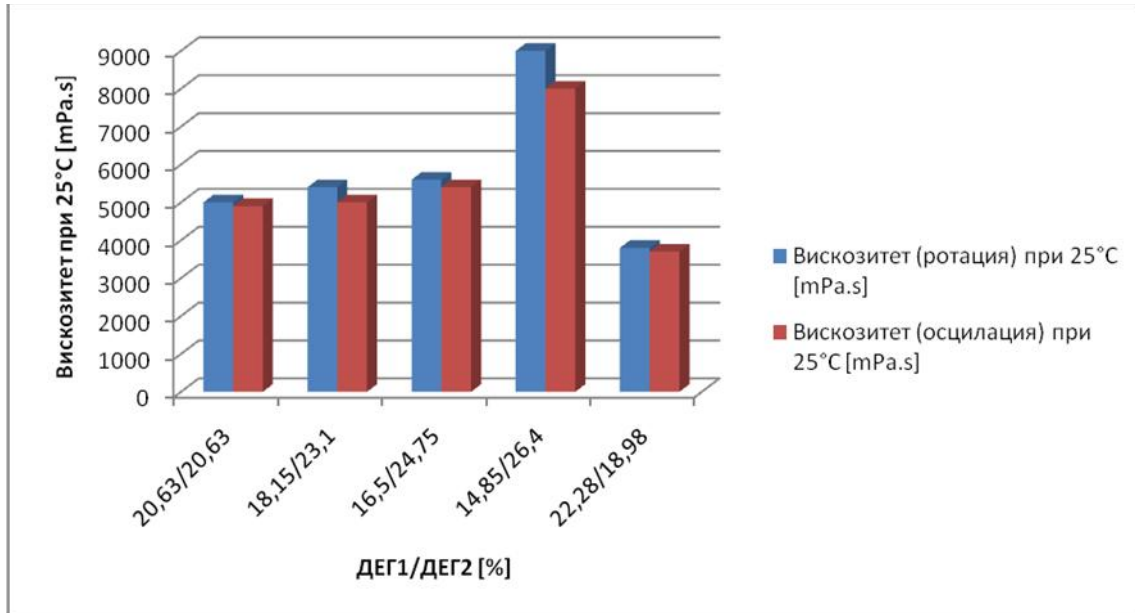
7

	[mgKOH/g]	[mgKOH/g]	( ) 25°C [mPa.s]	( . ) 25°C [mPa.s]	[mgKOH/g]
46	240	0,5	5000	4900	265
51	240	0,8	5400	5000	268
52	240	0,3	5600	5400	258
53	240	1,3	9000	8000	265
54	240	0,4	3800	3700	267

1

2

5



5

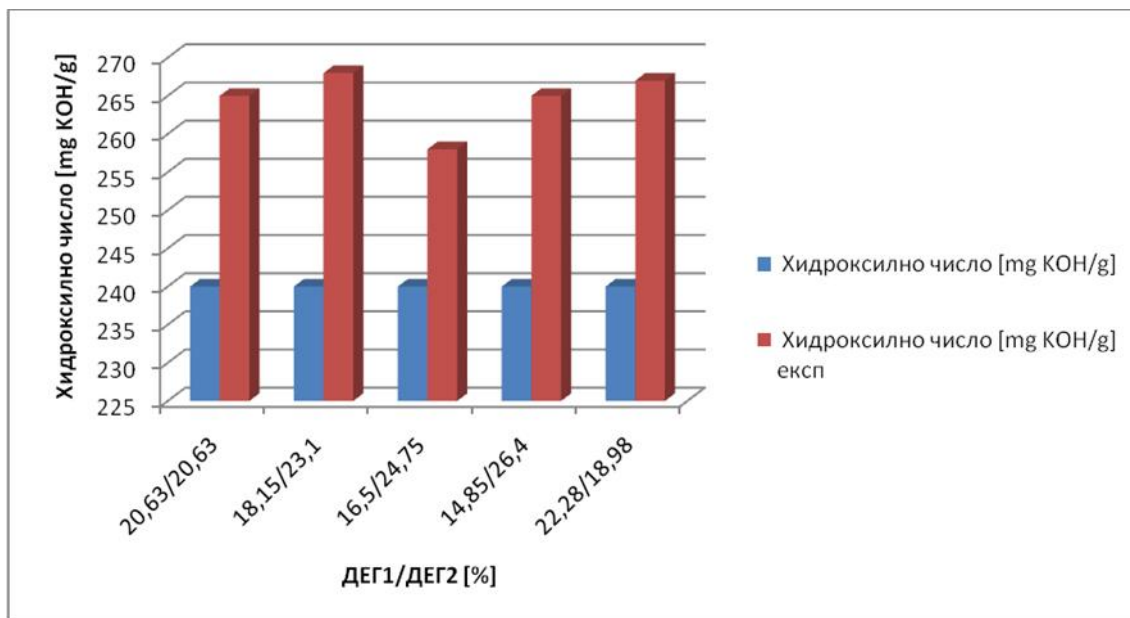
1

2

52

6.

52,



6

1

2

#### 1.4.

52,

( ),

14.

15.

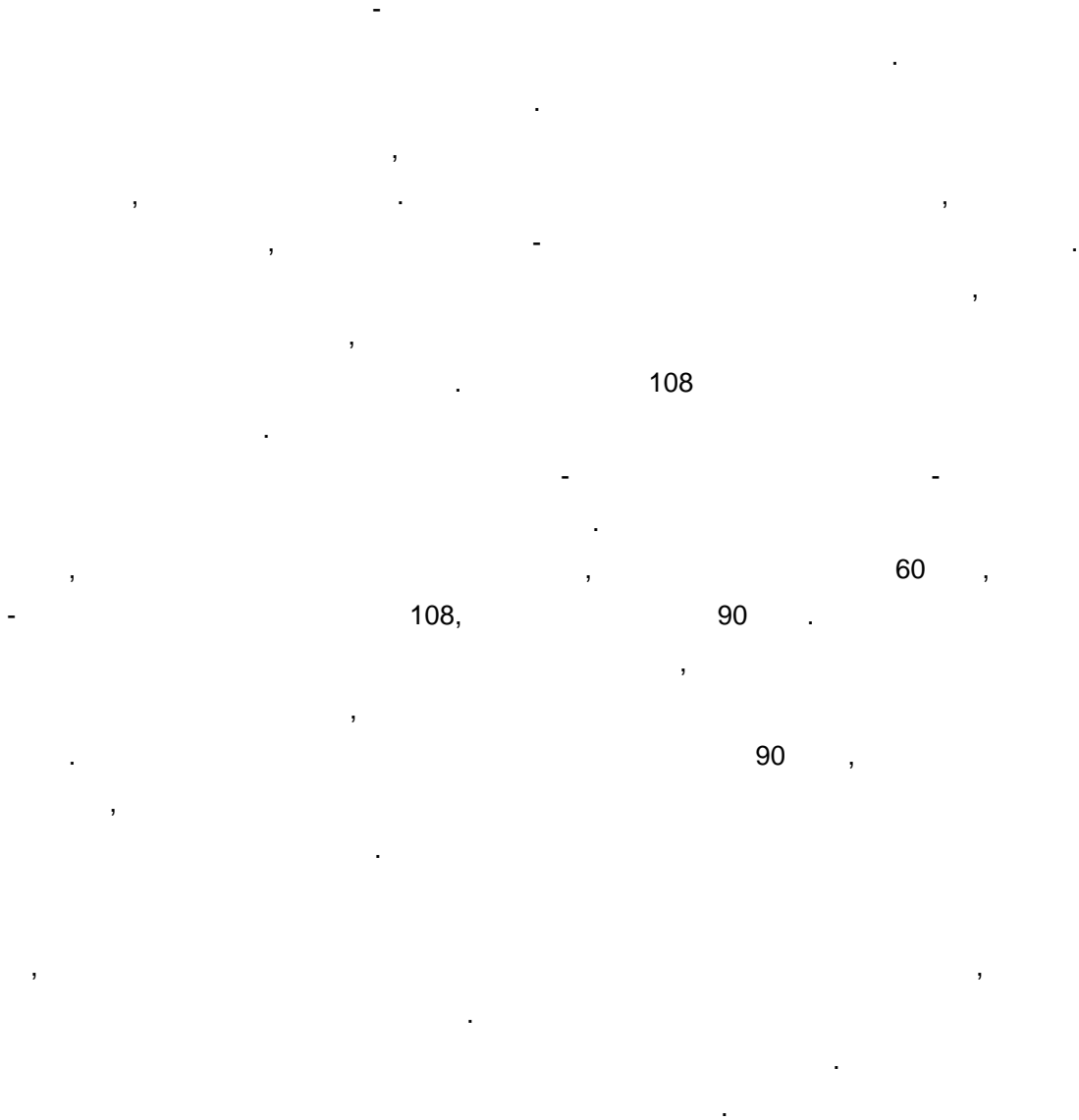
101	30	30		
102		30	30	
103		30		30
104	15	30		15
105	15	30	15	
106		30	15	15
107	30	30		30
108	20	30		20

-

14

15

	[min]	[min]	[mgKOH/g]	[mgKOH/g]	25°C [mPa.s]
101	45	140	247	0,35	6000
102	45	180	255	0,8	9000
103	45	150	250	0,3	6000
104	45	135	243	0,3	6000
105	45	170	260	0,8	7800
106	45	175	256	0,8	8000
107	45	145	241	0,4	6500
108	45	120	242	0,3	6400





240 mgKOH/g.  
200 280mgKOH/g.

[ . 4].

[ . 4].

108.

105 ,

90

2

, 380

, 800

24

8

4 ,

24 .

5

Petopur(BASF -

) Neo Group ( ),

40

21

Carpenter ( ) ,

0,8<sup>3</sup>, 16<sup>3</sup>, 40<sup>3</sup>

4 ,

Реактор	Колона 1		Колона 2		Пълнител					Брой	Обем		Маса	
	Диаметър	Височина	Диаметър	Височина	Тип	Диаметър	Повърхност	Свободен обем	Пропусквателна повърхност		[m <sup>3</sup> ]			
	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]		[no/m <sup>3</sup> ]	1	2	1
0,8m <sup>3</sup>	0.15	1.112	0.15	1.67	Pall Ringe	0.015	360	0.93	385	24000	0.02	0.02	7.6	11.4
16m <sup>3</sup>	0.8	2.1	-	-	Pall Ringe	0.025	215	0.94	400	51000	1.05	-	422.	-
40m <sup>3</sup>	1.1	2.1	1	3.15	Pall Ringe	0.025	215	0.94	400	51000	1.99	2.47	797.	989.



3.

3.1.

120°C 3

( )

1:1,

100.

14 (

100

16

	1	2	3	4	5	6	7	8
	35	35	37	37	38	38	39	39
[mgKOH/g]	278	278	270	270	272	272	270	270
[%]	1	1	2.5	2.5	3.5	3.5	4.5	4.5
[g]	50	50	50	50	50	50	50	50
120° , [h]	1	1	1	1	1	1	1	1
MIP [g]	31	-	30.1	-	30.3	-	30.1	-
M20S [g]	-	33.2	-	32.3	-	32.5		32.3
70° , [h]	1	1	1	1	1	1	1	1
[°C]	70	70	70	70	70	70	70	70
[h]	3	3	3	3	3	3	3	3
-								
T , [°C]	42	61	43	70	48	68	43	69
T , [°C] - tan	54	69	63	74	57	73	59	75
-								
M, [MPa]	14,4	67,2	16,1	60,4	23,9	57,3	35,3	51,8
- M, [%]	0,5	3,6	2,6	3,4	1,8	3,3	1,5	3,0
[MPa]	2680	2873	1254	2572	2478	2673	2609	2227

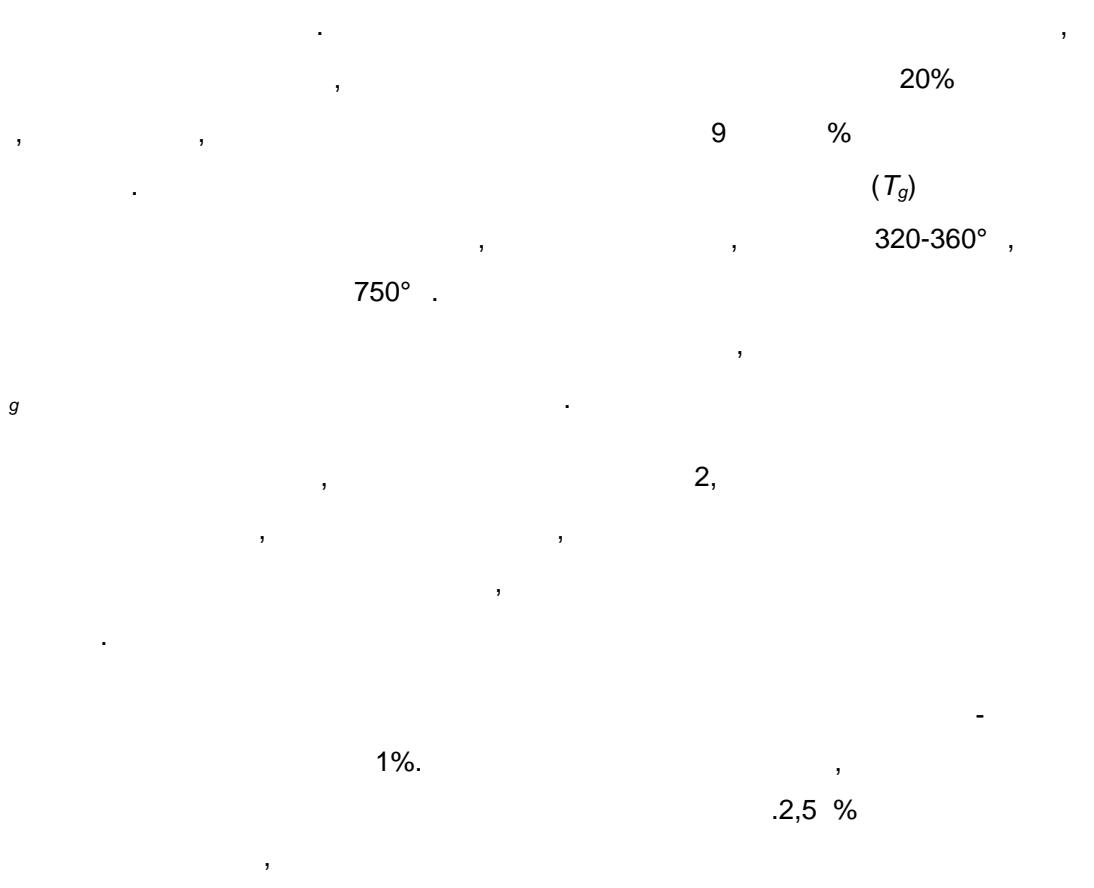
1 % 7 9 , 4 ( 2,5% )  
 - g - 70°C.  
 g (tan ),  
 4 2,5 3,5 %  
 6 4,5% 1%

( . 10).  
 , 1 %  
 g  
 ,  
 (f = 2,03 2,08) (f = 2,8 3)

60 70 °C,  
 (f = 2),  
 , . . .  
 ( . 11).

.12. 1% - g 54°C,  
 - g 3 10 .  
 1% , 2-6 g 2,5%  
 - g 63°  
 2, 4 6 ,

e



**3.2.**

240 mgKOH/g

„Mathis Labdryer“

17

17

	9	10	11	12
	36	37	38	39
<b>[mgKOH/g]</b>	280	270	272	270
<b>[%]</b>	1.5	2.5	3.5	4.5
<b>[g]</b>	50	50	50	50
<b>M20S [g]</b>	33.4	32.3	32.5	32.3
<b>[°C]</b>	90	90	90	90
<b>[h]</b>	2	2	2	2
-				
<b>- M, [MPa]</b>	45.3	65.6	54.1	52.6
<b>M, [%]</b>	2.0	2,7	2,694	2,2
<b>, [MPa]</b>	1326	3226	804	2452



### 3.3.

18

.18

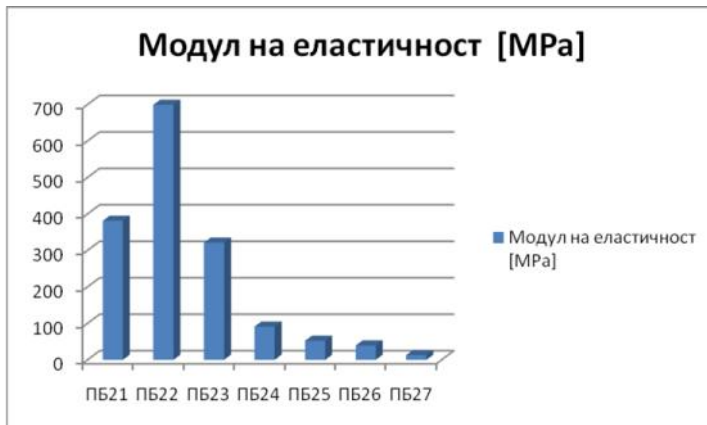
( 244mgKOH/g)	95.4
PC C NP 40	0.9
	0.1
TEGOSTAB® B8433	0.9
	0.5
	2.2
Lupranat® M20S	65.0

8

1

7

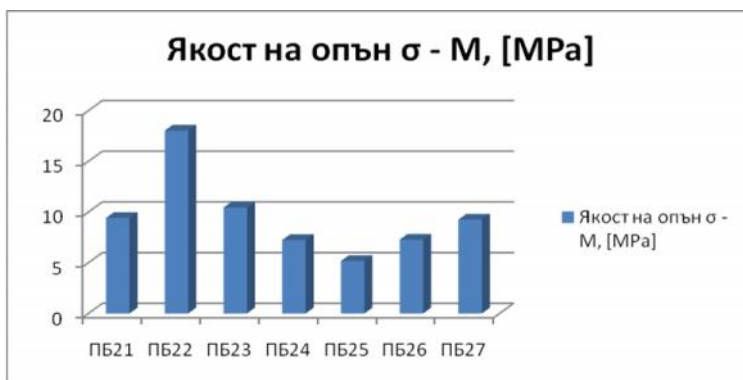
20.



20.



20.



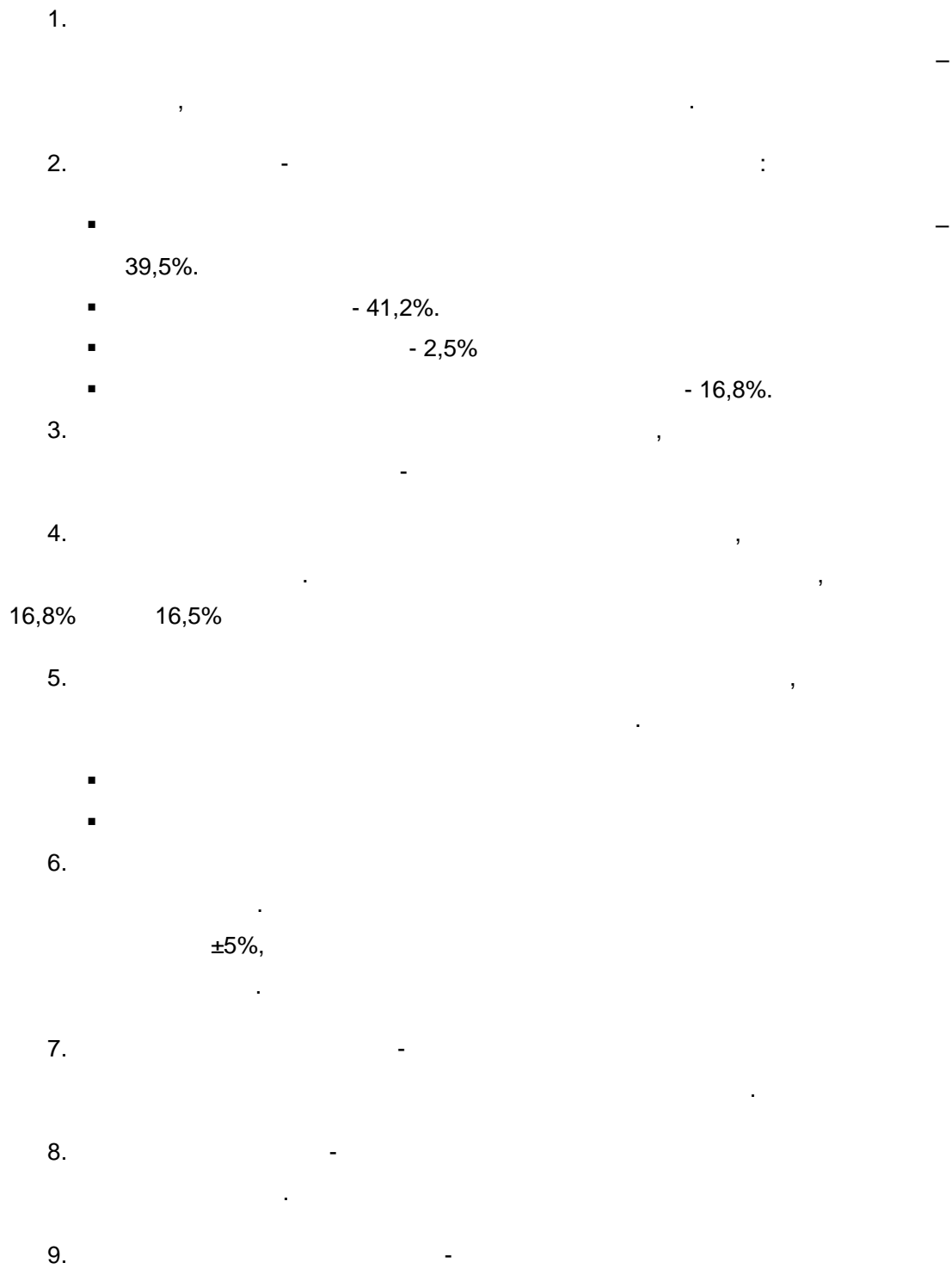
20.



27,

22,

85



10.

,

.

:

▪

▪

11.

-

,

.

, :

▪

;

▪

;

▪

▪

.

12.

.

„Carpenter“,

40

:

1. M. Boyadzhiev, R. Langenstraßen, R. Evtimova, S. Nenkova, G. Behrendt: Development of Branched Aromatic Polyester Polyols from PET, Wissenschaftliche Beiträge der TFH Wildau 2007, 11-16

2. M. Boyadzhiev, V. Stoycheva, M. Herzog, K.-H. Schmidt, G. Behrendt: High Performance Polyurethanes Based on New Aromatic Polyester Polyols Derived from PET Production Wastes, FAPU - Fachmagazin für die Polyurethanindustrie 03/2009, 35-38

:

3. Investigation of the catalysis of transesterification of PET

M. Boyadzhiev, S. Fulev, R. Langenstrassen, R. Evtimova, G. Behrendt

:

1. Verfahren zur Herstellung von aromatischen Polyesterpolyolen und diesen Polyole  
Dokumentindefikation: DE102007063442A1 von 16.07.2009

2. Neue Polyurethan Vergussmassen und Verfahren zu Ihrer Herstellung

Dokumentindefikation DE 102008054940A1 von 08.07.2009