

СИНТЕЗ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

УДК 541.64+53.082;691.175.2

Введение. В настоящее время в мире наблюдается быстрый рост производства полимеров и композитов на их основе. Это связано с тем, что полимеры и композиты обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами. Они имеют высокую прочность, устойчивость к коррозии, низкую стоимость и т.д. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых методов синтеза и переработки полимеров и композитов. В данной статье рассматриваются некоторые из этих методов. В частности, описаны методы синтеза полимеров из мономеров и методы переработки полимеров в композиты. Также приведены примеры применения полимеров и композитов в различных областях промышленности.

1. Синтез полимеров. Полимеры могут быть синтезированы различными методами. Наиболее распространенными являются методы радикального, ионного и координационного синтеза. В радикальном синтезе полимер образуется в результате реакции свободных радикалов с мономером. В ионном синтезе полимер образуется в результате реакции ионов с мономером. В координационном синтезе полимер образуется в результате реакции металла с мономером. Каждый из этих методов имеет свои особенности и области применения.

2. Переработка полимеров. Полимеры могут быть переработаны различными методами. Наиболее распространенными являются методы экструзии, литья и прессования. В экструзии полимер расплавляется и вы挤出вается в виде нити. В литье полимер расплавляется и заливается в форму. В прессовании полимер расплавляется и прессуется в виде листа или пластины. Каждый из этих методов имеет свои особенности и области применения.

3. Композиты на основе полимеров. Композиты на основе полимеров представляют собой материалы, состоящие из полимерной матрицы и армирующих элементов. Они обладают высокой прочностью и жесткостью. Композиты на основе полимеров широко применяются в авиации, космонавтике, строительстве и т.д. В данной статье рассматриваются некоторые из методов синтеза и переработки композитов на основе полимеров.

4. Заключение. В данной статье рассмотрены некоторые из методов синтеза и переработки полимеров и композитов на их основе. Было показано, что полимеры и композиты обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых методов синтеза и переработки полимеров и композитов. В данной статье рассмотрены некоторые из этих методов.

Введение. В настоящее время в мире наблюдается быстрый рост производства полимеров и композитов на их основе. Это связано с тем, что полимеры и композиты обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами. Они имеют высокую прочность, устойчивость к коррозии, низкую стоимость и т.д. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых методов синтеза и переработки полимеров и композитов. В данной статье рассматриваются некоторые из этих методов. В частности, описаны методы синтеза полимеров из мономеров и методы переработки полимеров в композиты. Также приведены примеры применения полимеров и композитов в различных областях промышленности.

1. Синтез полимеров. Полимеры могут быть синтезированы различными методами. Наиболее распространенными являются методы радикального, ионного и координационного синтеза. В радикальном синтезе полимер образуется в результате реакции свободных радикалов с мономером. В ионном синтезе полимер образуется в результате реакции ионов с мономером. В координационном синтезе полимер образуется в результате реакции металла с мономером. Каждый из этих методов имеет свои особенности и области применения.

2. Переработка полимеров. Полимеры могут быть переработаны различными методами. Наиболее распространенными являются методы экструзии, литья и прессования. В экструзии полимер расплавляется и вы挤出вается в виде нити. В литье полимер расплавляется и заливается в форму. В прессовании полимер расплавляется и прессуется в виде листа или пластины. Каждый из этих методов имеет свои особенности и области применения.

3. Композиты на основе полимеров. Композиты на основе полимеров представляют собой материалы, состоящие из полимерной матрицы и армирующих элементов. Они обладают высокой прочностью и жесткостью. Композиты на основе полимеров широко применяются в авиации, космонавтике, строительстве и т.д. В данной статье рассматриваются некоторые из методов синтеза и переработки композитов на основе полимеров.

4. Заключение. В данной статье рассмотрены некоторые из методов синтеза и переработки полимеров и композитов на их основе. Было показано, что полимеры и композиты обладают рядом преимуществ перед традиционными материалами. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых методов синтеза и переработки полимеров и композитов. В данной статье рассмотрены некоторые из этих методов.

Вспомогательная функция τ_{τ} [12]:

$$\tau_{\tau} = (F_1 + F_2) / RT, \quad (1)$$

где F_1 и F_2 — функции, зависящие от температуры T и концентрации τ и τ_0 соответственно, $\tau_0 \rightarrow 0$.

Вспомогательная функция τ_{τ} [13, 14]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [15].

Вспомогательная функция τ_{τ} [16]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [17].

Вспомогательная функция τ_{τ} [18]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

$$F(\tau) = F_1(\tau) + F_2(\tau - \tau_0 - \tau_1) + F_3(\tau_0), \quad (2)$$

где $F_1(\tau)$ и $F_2(\tau)$ — функции, зависящие от температуры T и концентрации τ и τ_0 соответственно, $\tau_0 \rightarrow 0$.

Вспомогательная функция τ_{τ} [19]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [20].

Вспомогательная функция τ_{τ} [21]

$$\tau_{\tau} = (F_1 + F_2) / RT, \quad (3)$$

где F_1 и F_2 — функции, зависящие от температуры T и концентрации τ и τ_0 соответственно, $\tau_0 \rightarrow 0$.

Вспомогательная функция τ_{τ} [22]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

$$\ln \frac{\tau_{\tau}}{(\tau_{\tau})_0} = \frac{F_1}{RT} + \frac{F_2}{RT} N\Phi. \quad (4)$$

Вспомогательная функция τ_{τ} [23]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [24].

$$\ln \frac{\tau_{\tau}}{(\tau_{\tau})_0} = \frac{F_2}{RT} N(\Phi_2 - \Phi_1). \quad (5)$$

Вспомогательная функция τ_{τ} [25]

$$\ln \frac{\tau_{\tau}}{(\tau_{\tau})_0} = \frac{F_2}{RT} N(\Phi_2 - \Phi_1). \quad (6)$$

Вспомогательная функция τ_{τ} [26]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [27].

Вспомогательная функция τ_{τ} [28]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [29].

Вспомогательная функция τ_{τ} [30]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [31].

Вспомогательная функция τ_{τ} [32]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

$$1/\ln \frac{\tau_{\tau}}{(\tau_{\tau})_0} = \frac{RT^2}{F_1 \Delta T} - \frac{RT}{F_2}. \quad (7)$$

Вспомогательная функция τ_{τ} [33]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [34].

Вспомогательная функция τ_{τ} [35]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [36].

Вспомогательная функция τ_{τ} [37]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [38].

Вспомогательная функция τ_{τ} [39]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [40].

Вспомогательная функция τ_{τ} [41]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [42].

Вспомогательная функция τ_{τ} [43]

при $\tau \rightarrow \infty$ и $\tau_0 \rightarrow 0$ имеет вид

«...» [44].

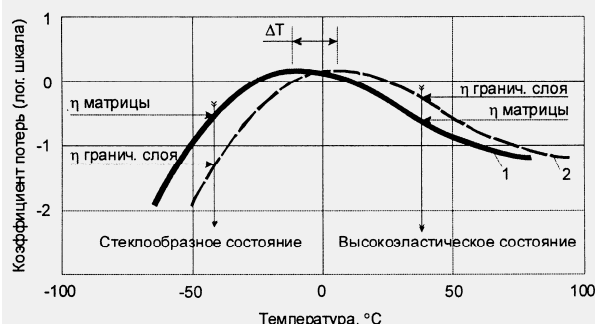
[19, 20]

[21, 22]

160

« $\tilde{n}$ »

F_2



1. $\tilde{n}$

2. $\tilde{n}$

$\leq$

(Δ)

$\tilde{U} \neq 1/N_{\text{th}}$, $N_{\text{th}} \tilde{n}$

$\lg \tilde{U} = f(\cdot)$ (Δ)

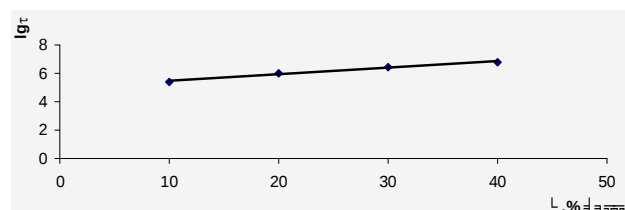
[3]

« $\tilde{n}$ »

(Δ)

$\tilde{U} = 98716 \exp(0.115 \cdot \cdot)$, (8)

$\tilde{n}$



2. $\tilde{n}$

$\leq$

0.17

[23-25]. [26, 27]

($\approx$)

$$\frac{E_{\tilde{T}}}{\tilde{\eta}} = 1 + \frac{\sqrt{L}}{1 - L}, \quad (9)$$

$\sqrt{L} = (7.5 \cdot 10^{-2}) / (8.10 \cdot 10^{-2})$, $\tilde{n}$

$$B = \frac{(E_{\tilde{T}} / \tilde{\eta}) - 1}{(\tilde{\eta}_{\tilde{T}} / \tilde{\eta}_{\tilde{T}}) + \sqrt{L}}. \quad (10)$$

$\tilde{n}$

$\tilde{n} = 0.5$

$$\tilde{\eta}_{\tilde{T}} / \tilde{\eta}_{\tilde{T}} = (1 + 1.5 \cdot L) / (1 - L), \quad (11)$$

$$\lg \tilde{U} = \lg \tilde{U} / (1 + 1.5 \cdot L). \quad (12)$$

(9) $\tilde{n}$ (11)

(12)

[24] Δ [22],

$\approx \sqrt{\approx} = 1+11$ $^{1.7}$.

(12).

16803-070. —

$d = 8$

$h/d = 1.5$

180° , 180° , 10

[29]

0.017, 0.17 ~ 1.7

30 ~ 5

(% $\pi W/W = S_{\pi W}/S_{\pi W}$).

$\hat{n}$

[30 $\hat{n}$ 32]

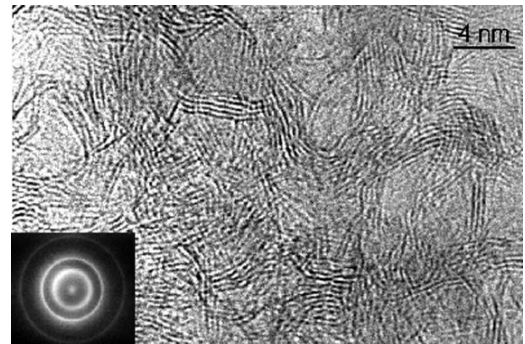
$\hat{n}$

[30]

$(\hat{n}, \hat{n})$

$5\hat{n}14$

($\hat{n}$: 3).



($\hat{n}, \hat{n}$)

[31]

3-

[32]

The figure displays a highly intricate pattern of black lines on a white background, resembling a complex circuit board or a map of connections. The lines form a grid-like structure with many branches and loops. Several specific elements are labeled:

- $0=0$ at the top left.
- 0.486 below it.
- 0.3 further down on the left.
- $[34]$ on the right side.
- $(\ll \gg)$ in the middle-left area.
- (12) near the bottom center.

There are numerous small squares, some filled with solid black, others with a stippled or dotted pattern, and some left empty. These appear to be nodes or markers along the paths defined by the lines. The overall impression is one of extreme complexity and density.

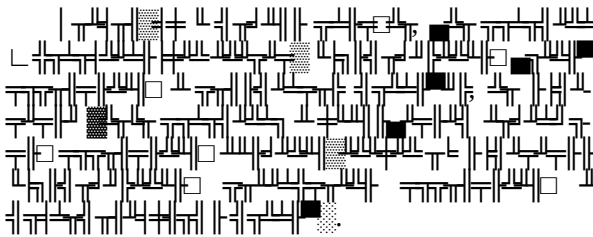


Рис. 6. Зависимость $\ln(B)$ от концентрации наполнителя. $\sigma = 0.17$.

[2]
1. Рис. 6. Зависимость $\ln(B)$ от концентрации наполнителя. $\sigma = 0.17$.
(рис. 24).
[35].
[3]
≤
(рис. 1)
[34],

4
Рис. 7. Зависимость $\ln(t)$ от $\ln(\Phi)$.
0.17
(рис. 7(б)).
7(а) и 7(б) — зависимости:

$$\ln t = 1.6 + 0.3 \ln \Phi$$

$$t = \exp(1.6 + 0.3 \ln \Phi) = 4.95 \Phi^{0.3} \quad (14)$$

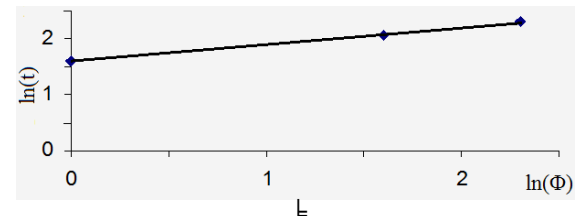
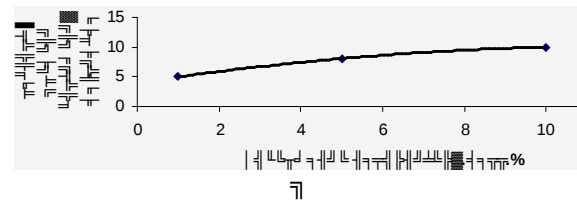
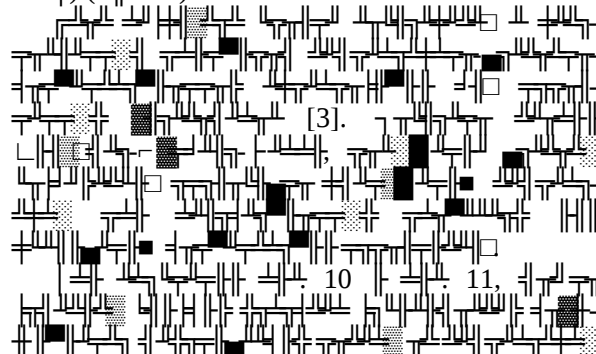
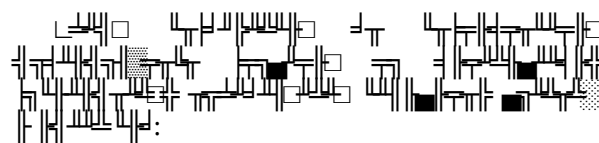
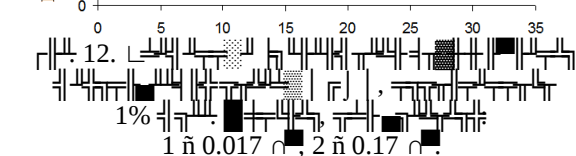
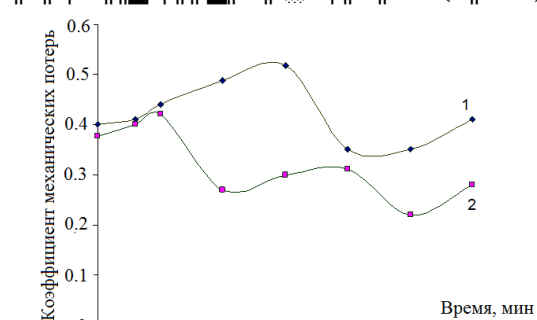
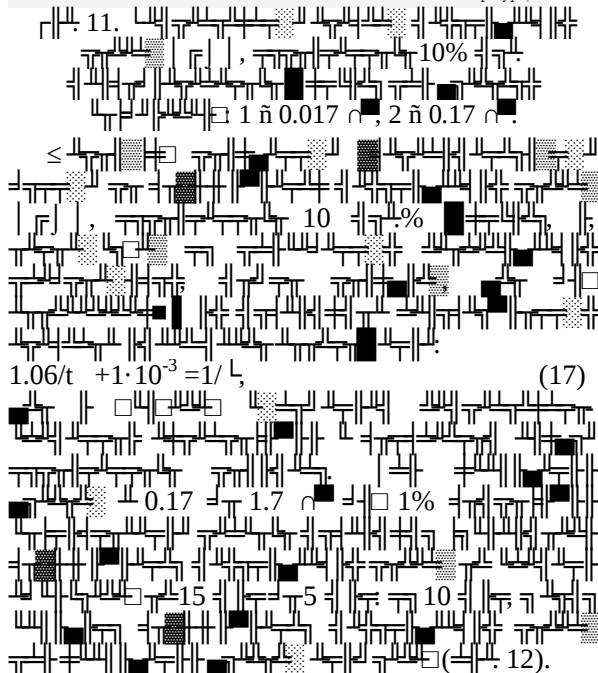
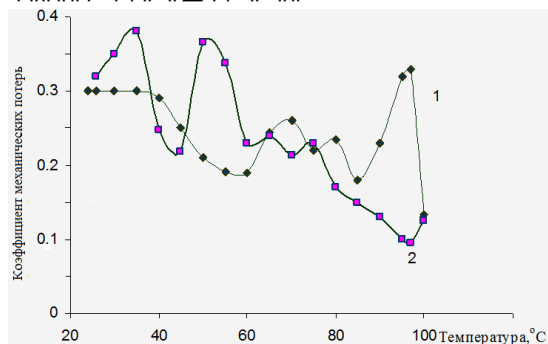
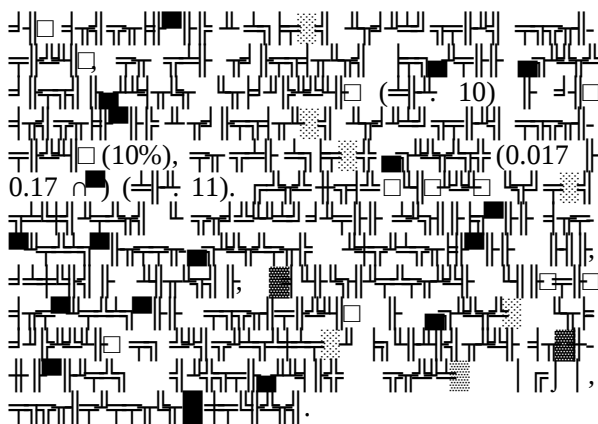


Рис. 7. Зависимость $\ln(t)$ от $\ln(\Phi)$.
0.17
(рис. 7(б)).

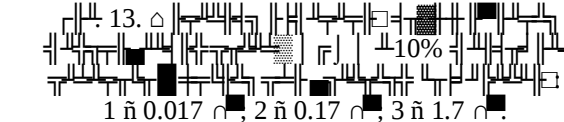
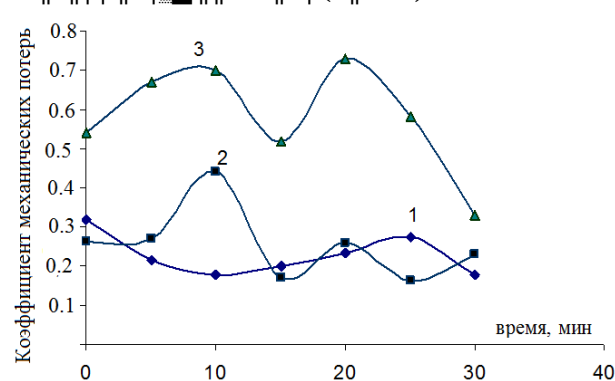
Рис. 7. Зависимость $\ln(t)$ от $\ln(\Phi)$.
(рис. 7(б)).
[34]
(7)

$$\text{[Diagram 6]}(6): \ln \frac{\tau_t}{\tau_o} = \frac{F_2 N}{RT} \Delta \Phi.$$





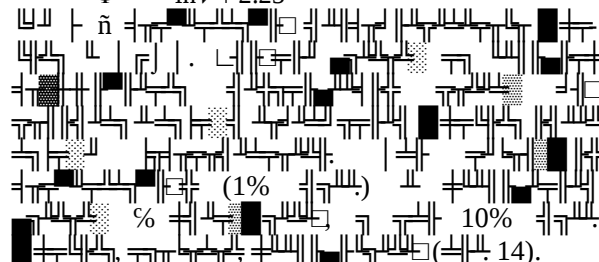
$$t_{\max} = \frac{1000}{\ln \nu + 2.5} \quad (18)$$



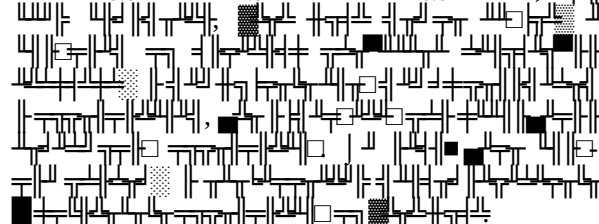
$$t_{\max} = \frac{1000}{0.3 \ln \nu + 2} \quad (19)$$

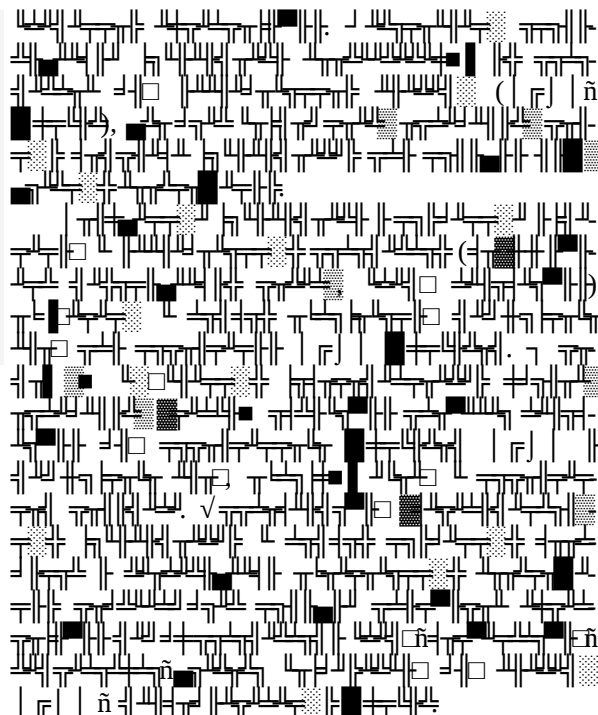
$$\% = 0.1(\ln \nu) + 0.7 \quad (20)$$

$$t_{\max} = \frac{1000}{\Phi^{-0.52} \ln \nu + 2.25} \quad (21)$$



$$\% \sqrt{\nu} + \ln \nu / (A_{1\%} = 0.35, A_{10\%} = 0.65, B_{1\%} = -0.086, B_{10\%} = 0.126) \quad (22)$$





1. J. H. ... 1978. 301.
2. ... 1977. 304.
3. ... 1991. 260.
4. ... 1960.
5. ... 1962.
6. ... 1963. 163.
7. ... 1979. 353-389.
8. ... 1963. 117.
9. ... 2009. 15. 1. 137-148.
10. ... 2007. 1(7). 63-66.
11. ... 1966. 8. 4. 592-598.
12. ... 1970. 12. 4. 738-745.
13. Lewitsky M., Shaffer B.W. Residual thermal stress in solid sphere cast from a termosetting material // J. Appl. Mech. 1975. V. 42. 9. P. 651-655.
14. Shaffer B.W., Lewitsky M. termoelastic constitutive equation for chemically hardening materials // J. Appl. Mechanics. 1974. Sept. P. 652-657.
15. Komova N.N., Zaikov G.E. relaxation parameters of polyethylene low density / In: Polymer Yearbook. Polymer, Composites and Nanocomposites. NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 207-221.
16. ... 2001. 4. 3. 63-71.

17. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
18. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
19. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
20. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
21. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
22. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
23. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
24. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
25. Kozlov G.V., Yanovskii Yu.G., Zaikov G.E. The experimental and theoretical estimation of interfacial layer thickness in elastomeric nanocomposites / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 167ñ174.
26. Tsai S. formulas for the elastic properties of fiber reinforced composites, AD 834851. June, 1958.
27. Ahmed S., Jones F.R. A review of particulate reinforcement theories of polymer composites // J. Mater. Sci. 1990. V. 25. № 2. P. 487ñ506.
28. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
29. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
30. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
31. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
32. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
33. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
34. Kozlov G.V., Dzhangurazov B.Zh., Zaikov G.E., Mikitaev A.K. The theoretical stractural model of nanocomposites polymer / Organoclay reinforcement / In: Polymer Yearbook. ñ NY: Nova Science Publishers, 2011. P. 137ñ145.
35. Ferry J.D. Viscoelastic Properties of Polymers. ñ NY: John Wiley & Sons, 1980. 641 p.

SPECIFIC FEATURES OF THE PRINCIPLE OF THE TIME-TEMPERATURE SUPERPOSITION IN LOW DENSITY POLYETHYLENE FILLED WITH SHUNGITE

N.N. Komova[@], E.E. Potapov, A.D. Gruskov, G.E. Zaikov^{*}

M.V. Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technology, Moscow, 119571 Russia

^{*}N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 119977 Russia

[@]Corresponding author e-mail: komova@mail.ru

The time dependence of the mechanical losses of low density polyethylene (LDPE) filled with fine particles of shungite in the process of periodic dynamic loading at changing frequency of loading and temperature was studied. It was shown that upon increasing the filler concentration and loading frequency these dependences are either similar in nature or shifted in the time-temperature scale on the graphs. The temperature and time dependent parameters and the interpretation of their physical meaning were proposed. It was confirmed that development of relaxation processes occurs in filled polymers under dynamic loading. A relationship between the parameters of these processes is described by logarithmic and exponential functions. These dependencies are determined by both the polymer matrix and the transition polymeric layer formed on the filler surface.

Key words: relaxation processes, dissipation of mechanical energy, tangent of the angle of mechanical loss, the principle of temperature-time superposition, carbonaceous filler-filled polymers, low density polyethylene.