

UDC 621.316:678.175

**Author:** MAZITOVA Aliya Karamovna, Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department «Applied and Natural Sciences»; Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; elenaasf@yandex.ru;

**Author:** MASKOVA Albina Rafitovna, PhD in Engineering; Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; asunasf@mail.ru;

**Author:** NAFIKOVA Railya Faatovna, Doctor of Engineering, Professor; Sterlitamak branch of Ufa State Petroleum Technological University; Prospect Octyabria St., 2, Sterlitamak, Bashkortostan Republic, Russia, 453118; taiffa27@mail.ru;

**Author:** AMINOVA Guliya Karamovna, Doctor of Engineering; Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; aminovagk@inbox.ru

---

## THE USE OF NANOADDITIVES IN POLYVINYLCHLORIDE COMPOSITIONS IN CONSTRUCTION

---

### EXTENDED ABSTRACT:

One of the most common polymers is polyvinylchloride (PVC), which is on the third place after polyethylene and polypropylene in the world in overall production. High demand for PVC is caused by the possibility of its modification and production of wide range of materials and articles with improved properties as well as by cost-advantageous price – performance ratio, availability of raw materials, saving natural resources. Along with many advantages PVC has a serious drawback: abnormally low stability. The observed thermal aging of PVC begins at 100°C, especially intensively the polymer decomposes during processing in the range of 160–180°C. Therefore, to obtain high-quality products based on PVC one needs effective stabilization of polymer, that provides high technology in the processing and long service life without deterioration of consumer properties.

An effective way to improve the efficiency of stabilizer is to add available, well-known secondary stabilizers, which action mechanisms are different, namely dipentaerythritol (DPET) that acts as an acceptor of HCl, and dinonylphenol (phosphite NF), that inhibits thermal degradation of PVC interaction with unstable carbonally groups.



The paper presents the results of development of complex stabilizer containing not only heat stabilizer and lubricant but also nanoadditives that are secondary stabilizers dipentaerythritol and phosphite NF. The influence of nanoadditives on the technological properties of PVC-materials has been studied. It is shown that the secondary stabilizers can significantly improve the efficiency of multifunctional stabilizer to provide thermal stability and color stability of PVC-compositions for construction purposes. Testings of friction lubricant with content of multistabilizer taken in dosage of 0.02 wt.h. – phosphite NF, 0.03 wt.h – DPAT 100 wt.h. PVC, in the PVC formulas of the upper and intermediate layers of linoleum and layered linoleum have been performed. It has been determined that the use of a complex stabilizer in the formulas of PVC films favours improvement of operational characteristics of the finished product – a multi-layer polyvinylchloride linoleum, and it contributes to the reduction of specific surface electrical resistance, the absolute residual deformation, abrasion, and changes in linear dimensions.

**Key words:** secondary stabilizers, dipentaerythritol, integrated stabilizer, friction, PVC linoleum, PVC-formulation, stability, phosphite NF, color fastness.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35](https://dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35)

#### MACHINE-READABLE INFORMATION ON CC-LICENSES (HTML-CODE) IN METADATA OF THE PAPER

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br /><span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">The use of nanoadditives in polyvinylchloride compositions in construction</span> by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 5, pp. 22-35. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35. " property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Mazitova A.K., Maskova A.R., Nafikova R.F., Aminova G.K. </a> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>.<br />Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-5-2017/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-5-2017/</a>.<br />Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="elenaasf@yandex.ru" rel="cc:morePermissions">elenaasf@yandex.ru</a>.
```



## References:

1. *Uilki Ch., Sammers J., Daniels Ch.* Polivinilhlorid [Polyvinylchloride]. Saint-Petersburg, Professija [Profession], 2007. 728 p. (In Russian).
2. *Chalaja N.M.* Proizvodstvo produkcii iz PVH – real'nost' i perspektivy [Production of PVC – reality and prospects]. *Plasticheskie massy* [Plastic mass]. 2006. № 1. pp. 4–7.
3. *Ul'janov V.M., Rybkin Je.P., Gudkovich A.D., Pishin G.A.* Polivinilhlorid [Polyvinylchloride]. Moskow. Himija [Chemistry], 1992. 288 p. (In Russian).
4. *Popova Z.V., Tihova N.V.* Poluchenie i svojstva polivinilhlorida [Preparation and properties of PVC. Ed.by B.N. Zil'bermana]. Moskow. Himija [Chemistry], 1968. 288 p. (In Russian).
5. *Mazitova A.K., Aminova G.K., Nafikova R.F., Deberdeev R.Ja.* Osnovnye polivinilhloridnye kompozicii stroitel'nogo naznachenija [Main polyvinylchloride compositions for building purposes]. Ufa, 2013. 130 p. (In Russian).
6. *Maskova A.R.* Polivinilhloridnye kompozicii stroitel'nogo naznachenija, plastificirovannye ftalatami oksialkilirovannyh spirtov [Polyvinylchloride compositions for construction, plasticized by phthalates of alcohols oxyalkylated]: Abstract of Ph.D. thesis. Ufa, 2012. 143 p. (In Russian).
7. *Aminova G.K., Maskova A.R., Nafikova R.F., Mazitova A.K.* Polivinilhloridnye linoleumy [Polyvinylchloride linoleum]. *Nauka i jepoha: monografija*. Pod obshej red. prof. O.I. Kirikova [Science and epoch: monograph. Under the General editorship of Professor O. I. Kirikova]. Moskow; Voronezh, 2013. pp. 187–212. (In Russian).
8. *Minsker K.S., Fedoseeva G.T.* Destrukcija i stabilizacija polivinilhlorida [Degradation and stabilization of polyvinylchloride]. Moskow. Himija [Chemistry], 1979. 272 p. (In Russian).
9. *Gorbunov B.N., Gurevich Ja.M., Maslova I.P.* Himija i tehnologija stabilizatorov polimernih materialov [Chemistry and technology of stabilizers in polymeric materials]. Moskow: Himija [Chemistry], 1984. 367 p. (In Russian).
10. *Starenie i stabilizacija polimerov* [Aging and stabilization of polymers. Ed. by M.N. Levantovskaya]. Moskow: Himija [Chemistry], 1964. 347 p. (In Russian).
11. *Aminova G.K., Nafikova R.F., Maskova A.R., Stepanova L.B., Bujlova E.A.* Stabilizatory polivinilhlorida [Stabilizers of polyvinylchloride] / *Nauka i jepoha: monografija*. Pod obshej redakciej professora O.I. Kirikova [Science and epoch: monograph. Under the General editorship of Professor O. I. Kirikova]. Moskow; Voronezh, 2012. pp. 277–297. (In Russian).



12. *Maslova I.P.* Himicheskie dobavki k polimeram. Spravochnik [Chemical additives to polymers. Reference book]. Moskow. Himija [Chemistry], 1981. 264 p. (In Russian).
13. *Karimov F.Ch., Mazitova A.K., Khamaev V.Kh., Minsker K.S., Zaikov G.E.* Stabilization of plasticized polyvinylchloride by 3-mercapto-1,2,4-triazine-5-one derivatives. *Oxidation Communications*. 1997. Vol. 20, № 2. pp. 286–289.
14. *Karimov F.Ch., Mazitova A.K., Khamaev V.Kh., Zaikov G.E., Minsker K.S.* Stabilization of plasticized polyvinylchloride by 3-mercapto-1,2,4-triazine-5-one. *Russian Journal of Physical Chemistry B*. 1997. Vol. 16. № 7. pp. 1241–1245. (In English).
15. *Jemmanujel' N.M., Buchachenko A.L.* Himicheskaja fizika starenija i stabilizacii polimerov [Chemical physics of aging and stabilization of polymers]. Moskow. Nauka, 1982. 423 p. (In Russian).
16. *Mukmeneva N.A., Agadzhanjan S.I., Kirpichnikov P.A., Minsker K.S.* Vzaimodejstvie karbonilallil'nyh gruppirovok v polivinilhloride s jefirami fosforistoj kisloty [Interaction carbonally groups in the polyvinyl chloride with esters of phosphorous acid]. *Doklady AN SSSR [Reports of Academy of Science USSR]*. 1977. Vol. 233, № 3. pp. 375–377. (In Russian).
17. *Aminova G.F., Stepanova L.B., Maskova A.R., Sulejmanova M.D., Bujlova E.A.* Izuchenie vlijanija kompleksnyh stabilizatorov na tehnologicheskie i jekspluatacionnye svojstva PVH-kompozicij [A comprehensive study of the influence of stabilizers on technological and operational properties of PVC compositions]. *Materialy XIX mezhdunarod. nauchn.-tehn. konferencii «Problemy stroitel'nogo kompleksa Rossii» [Materials of the XIX international. scientific and technical conference «Problems of the construction complex in Russia»]*. Ufa: UGNTU [Ufa: USPTU], 2015. pp. 18–22. (In Russian).
18. *Aminova G.F., Stepanova L.B., Maskova A.R., Mazitova A.K.* Izuchenie termicheskoj stabilizacii polivinilhlorida pri razrabotke kompleksnyh stabilizatorov [The study of the thermal stabilization of polyvinyl chloride in the development of complex stabilizers] / *Materialy XII mezhdunarod. nauchn.-tehn. konferencii «Problemy stroitel'nogo kompleksa Rossii» [Materials of the XIX international. scientific.-tehn. conference «Problems of the construction complex of Russia»]*. Ufa: UGNTU [Ufa: USPTU], 2015. pp. 23–26. (In Russian).
19. *Mazitova A.K., Stepanova L.B., Aminova G.F., Maskova A.R.* Razrabotka funkcional'nyh dobavok dlja polivinilhloridnyh kompozicij stroitel'nogo naznachenija [Development of functional additives for polyvinylchloride compositions for construction purposes]. *Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie*



- jelastomerov [Industrial production and use of elastomers]. 2015. № 2. pp. 27–31. (In Russian).
20. *Maskova A.R., Stepanova L.B., Aminova G.F., Rol'nik L.Z., Abdrahmanova L.K.* Ispytanie receptur PVH-kompozicij stroitel'nogo naznachenija na osnove novyh dobavok [Testing of formulations of PVC-compositions for construction purposes on the basis of new additives]. *Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie jelastomerov* [Industrial production and use of elastomers]. 2015. № 3. pp. 11–15. (In Russian).

**DEAR COLLEAGUES!****THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:**

*Mazitova A.K., Maskova A.R., Nafikova R.F., Aminova G.K.* The use of nanoaditives in polyvinylchloride compositions in construction. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2017, Vol. 9, no. 5, pp. 22–35. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35). (In Russian).



УДК 621.316:678.175

Автор: **МАЗИТОВА** Алия Карамовна, д.х.н., проф., зав. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, elenaasf@yandex.ru;

Автор: **МАСКОВА** Альбина Рафитовна, к.т.н., доц. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, asunasf@mail.ru;

Автор: **НАФИКОВА** Райля Фаатовна, д.т.н., проф., проф. каф. «Общая химическая технология», Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Проспект Октября, 2, г. Стерлитамак, Республика Башкортостан, Россия, 453118, taiffa27@mail.ru;

Автор: **АМИНОВА** Гулия Карамовна, д.т.н., проф. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, aminovagk@inbox.ru

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОДОБАВОК В ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

---

### АННОТАЦИЯ К СТАТЬЕ (АВТОРСКОЕ РЕЗЮМЕ, РЕФЕРАТ):

Одним из наиболее распространенных полимеров является поливинилхлорид (ПВХ), который занимает третье после полиэтилена и полипропилена место в мире по объему производства. Высокий спрос на ПВХ обусловлен возможностью его модификации и получения широкого ассортимента материалов и изделий с улучшенными свойствами, а также экономически выгодным соотношением цена – производительность, доступности сырья, сбережением природных ресурсов. Наряду со многими достоинствами ПВХ обладает серьезным недостатком – аномально низкой стабильностью. Наблюдаемое тепловое старение ПВХ начинается уже при 100°C, особенно интенсивно полимер разлагается при переработке в интервалах 160–180°C. Поэтому для получения высококачественных изделий на основе ПВХ необходима эффективная стабилизация полимера, обеспечивающая высокую технологичность при переработке и длительную эксплуатацию без ухудшения потребительских свойств.

Действенным способом повышения эффективности стабилизатора является добавление доступных, хорошо известных вторичных стабилизаторов,





действующих по различным механизмам, а именно: дипентаэритрита (ДПЭТ), функционирующего как акцептор НСІ, и фосфита НФ, ингибирующего термическую деструкцию ПВХ взаимодействием с нестабильными карбонилаллильными группировками.

В работе приведены результаты разработки состава комплексного стабилизатора, содержащего кроме термостабилизатора и смазки также нанодобавки, представляющие собой вторичные стабилизаторы дипентаэритрит и фосфит НФ. Проведено исследование влияния нанодобавок на технологические свойства ПВХ-материалов. Показано, что вторичные стабилизаторы значительно повышают эффективность многофункционального стабилизатора в обеспечении термостабильности и цветостойкости ПВХ-композиций строительного назначения. Приведены результаты испытания многофункционального стабилизатора, содержащего нанодобавки в дозировке 0,02 мас.ч. – фосфита НФ, 0,03 мас.ч – ДПЭТ на 100 мас.ч. ПВХ, в ПВХ-рецептурах верхнего и промежуточного слоев линолеума, а также многослойного линолеума. Установлено, что использование комплексного стабилизатора в рецептурах ПВХ-пленок способствует улучшению эксплуатационных характеристик готового продукта – многослойного поливинилхлоридного линолеума, а именно способствует снижению удельного поверхностного электрического сопротивления, абсолютной остаточной деформации, истираемости и изменения линейных размеров.

**Ключевые слова:** вторичные стабилизаторы, дипентаэритрит, комплексный стабилизатор, нанодобавки, ПВХ-линолеум, ПВХ-рецептура, термостабильность, фосфит НФ, цветостойкость.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35](https://dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35)

#### Машиночитаемая информация о СС-лицензии в метаданных статьи (HTML-код):

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br />Произведение «<span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">Использование нанодобавок в поливинилхлоридных композициях строительного назначения </span>» созданное автором по имени <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная</a>. <br />Основано на произведении с <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/ru_RU/nanobuild-5-2017/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/ru_RU/nanobuild-5-2017/</a>. <br />Разрешения, выходящие за рамки данной лицензии, могут быть доступны на странице <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="mailto:elenaasf@yandex.ru" rel="cc:morePermissions">elenaasf@yandex.ru</a>.
```



**П**оливинилхлорид (ПВХ) занимает лидирующее место по объемам производства и потребления среди синтетических полимеров. На его основе получают как жесткие материалы (винипласты), используемые в строительстве, электротехнике, сельском хозяйстве; так и мягкие эластичные пластикаты – это строительные отделочные материалы (линолеум, обои, лента липкая), материалы для кабелей, изоляции и прокладок, декоративная клеенка и др. Уникальность ПВХ состоит в том, что в зависимости от способа получения, рецептуры и технологии переработки этот полимер дает большой ассортимент материалов и изделий, характеризующихся различными свойствами [1–7].

Для решения практических задач, которые неминуемо возникают при переработке и эксплуатации ПВХ-материалов и изделий, применяется широкий ассортимент стабилизаторов различных классов, т.к. данный полимер обладает низкой термоустойчивостью и сравнительно легко разрушается в процессе термомеханической переработки [8–18].

Для обеспечения высокой термостабильности пластикатов без ухудшения технологических свойств используют комплекс стабилизаторов, действующих по различным механизмам [8, 15, 16].

Ранее нами была разработана рецептура многофункционального стабилизатора, представляющая собой смесь термостабилизатор : смазка при оптимальном соотношении компонентов (2-этилгексоат кальция : 2-этилгексоат цинка) : моно-2-этилгексоат глицерина – (1,5:0,5):1 [19, 20].

В настоящей работе приведены результаты разработки состава комплексного стабилизатора, содержащего кроме термостабилизатора и смазки (многофункциональный стабилизатор) также нанодобавки, представляющие собой вторичные стабилизаторы дипентаэритрит (ДПЭТ) и тринонилфенилфосфит (фосфит НФ).

Эффективность действия нанодобавок оценивали по показателям термостабильности и цветостойкости ПВХ-композиций при содержа-





нии многофункционального стабилизатора 1 мас.ч. на 100 мас.ч. ПВХ С 7059М. Исследуемые нанодобавки использовались при дозировке 0-5 мас.ч. – фосфита НФ, 1-6 мас.ч. – ДПЭТ на 100 мас.ч. многофункционального стабилизатора. Проведенные исследования показали, что максимальный эффект достигается при концентрации 0,03 мас.ч. – ДПЭТ и 0,02 мас.ч. – фосфита НФ на 100 мас.ч. ПВХ (рис. 1, 2).

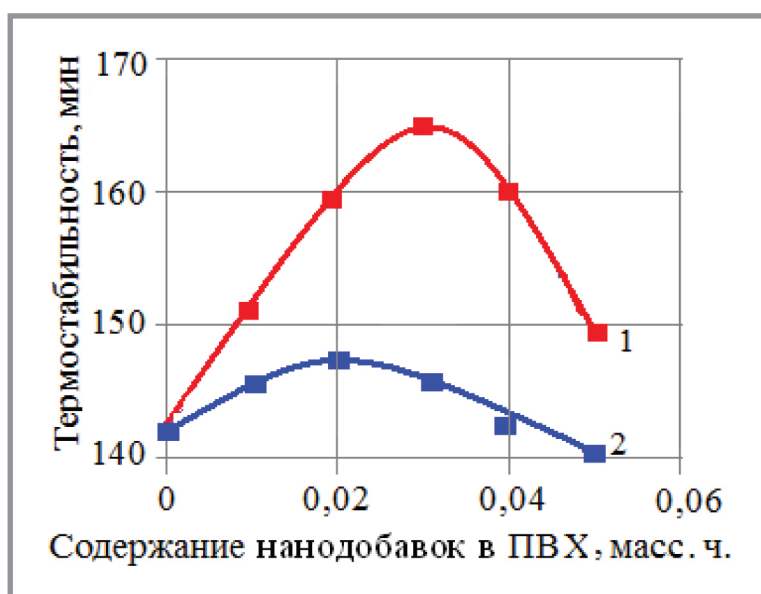


Рис. 1. Влияние нанодобавок на изменение термостабильности ПВХ-композиции при  $T = 160^{\circ}\text{C}$ : 1 – ДПЭТ; 2 – фосфит НФ

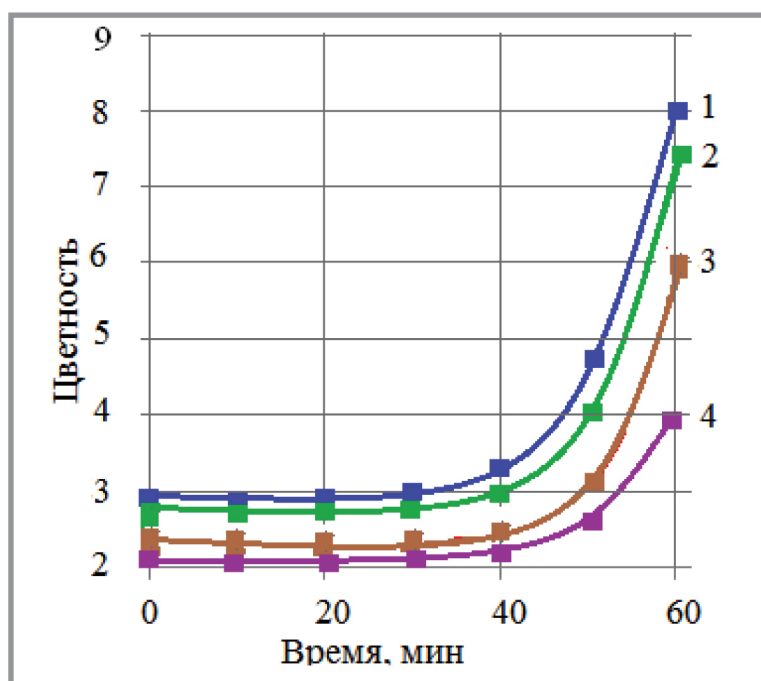


Рис. 2. Влияние нанодобавок на изменение цветостойкости ПВХ-пленок в процессе термообработки при  $180^{\circ}\text{C}$ : 1 – многофункциональный стабилизатор; 2 – многофункциональный стабилизатор + ДПЭТ; 3 – многофункциональный стабилизатор + фосфит НФ; 4 – многофункциональный стабилизатор + ДПЭТ + фосфит НФ



Состав и свойства многофункционального и комплексного стабилизаторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Характеристики стабилизаторов

Наименование показателя	Многофункциональный стабилизатор	Комплексный стабилизатор
Массовая доля кальция, %	4,22	3,74
Массовая доля цинка, %	2,30	1,97
Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup>	1,007	0,982
Температура вспышки, °C	197	199
Кислотное число, мг КОН/г	6,0	5,6
Массовая доля летучих веществ, %	1,4	1,2
Термостабильность ПВХ при 160°C, мин	140	183
Цветостабильность пленки из ПВХ при 180°C, мин	35	50

Из приведенных данных (табл. 1) видно, что нанодобавки значительно повышают термостабильность и цветостойкость поливинилхлоридных композиций строительного назначения, что определяет целесообразность их применения в ПВХ-рецептурах верхнего и промежуточного слоев линолеума, а также многослойного линолеума. Результаты испытаний приведены в табл. 2, 3.

Из приведенных данных (табл. 2) видно, что стабилизирующее действие комплексного стабилизатора обусловлено присутствием в его составе оптимального сочетания ДПЭТ и фосфита НФ, действующих по различным механизмам, что обеспечивает повышение технологических показателей. Известно, что ДПЭТ увеличивает индукционный период до начала выделения HCl и замедляет скорость термораспада полимера, а фосфит НФ действует в качестве ингибиторов реакции дегидрохлорирования ПВХ и снижает константу скорости элиминирования HCl в условиях переработки [8, 15, 16].



Таблица 2

**Результаты испытаний опытных пленок в промышленных рецептурах верхнего и промежуточного слоев линолеума**

Наименование показателя		Слой линолеума			
		верхний слой		нижний слой	
		Комплексный стабилизатор	Нормы СТП 00203312-100-2006	Комплексный стабилизатор	Нормы СТП 00203312-100-2006
Прочность при растяжении, кгс/см <sup>2</sup>	вдоль	232	Не менее 175	143	Не менее 100
	поперек	194	Не менее 175	112	Не менее 100
Относительное удлинение при разрыве, %	вдоль	240	Не менее 100	221	Не менее 100
	поперек	206	Не менее 100	216	Не менее 100
Изменение линейных размеров, %		2,4	Не более 3,0	2,2	2,6
<i>Технологические показатели</i>					
Термостабильность при 180°C, мин		1 ч 57 мин	Контр. с ДОФ 1 ч 45 мин	1 ч 43 мин	Контр. с ДОФ 37 мин
ПТР, г/10мин Т = 170°C, Р = 16,6 кг/с		7,5	7,1	10,0	9,9
Температура хрупкости, °С		выдерживают			

Как видно из данных табл. 3, использование комплексного стабилизатора в рецептурах ПВХ-пленок способствует улучшению эксплуатационных характеристик готового продукта – многослойного поливинилхлоридного линолеума, а именно способствует снижению удельного поверхностного электрического сопротивления, абсолютной остаточной деформации, истираемости и изменения линейных размеров, вероятно, это обусловлено более равномерным распределением компонентов в композиции и уменьшением дефектов в структуре материала.



Таблица 3

## Результаты испытаний многослойного линолеума

Добавки, используемые при получении полимерных пленок	Наименование показателей			
	Изменение линейных размеров, % не более	Удельное по- верхностное электрическое сопротивле- ние, Ом, не более	Абсолютна остаточная деформация, мм, не более	Истираемость, мкм, не более
Нормы по ГОСТ 7251-77	0,80	$5,0 \cdot 10^{15}$	0,45	90
Комплексный стабилизатор	0,59	$3,8 \cdot 10^{12}$	0,38	41

Таким образом, применение нанодобавок в дозировке 0,03 мас.ч. – ДПЭТ, 0,02 мас.ч. – фосфита НФ на 100 мас.ч. ПВХ повышает эффективность многофункционального стабилизатора при получении поливинилхлоридных композиций строительного назначения, обладающих улучшенными физико-механическими, а также технологическими и эксплуатационными свойствами.

**Библиографический список:**

1. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч. Поливинилхлорид. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
2. Чалая Н.М. Производство продукции из ПВХ – реальность и перспективы // Пластические массы. – 2006. – № 1. – С. 4–7.
3. Ульянов В.М., Рыбкин Э.П., Гудкович А.Д., Пишин Г.А. Поливинилхлорид. – М.: Химия, 1992. – 288 с.
4. Попова З.В., Тихова Н.В. Получение и свойства поливинилхлорида / Под ред. Б.Н. Зильбермана. – М.: Химия, 1968. – 288 с.
5. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Нафикова Р.Ф., Дебердеев Р.Я. Основные поливинилхлоридные композиции строительного назначения. – Уфа, 2013. – 130 с.



6. Маскова А.Р. Поливинилхлоридные композиции строительного назначения, пластифицированные фталатами оксиалкилированных спиртов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2012. – 143 с.
7. Аминова Г.К., Маскова А.Р., Нафикова Р.Ф., Мазитова А.К. Поливинилхлоридные линолеумы / Наука и эпоха: монография. Под общей ред. проф. О.И. Кирикова. – Москва; Воронеж, 2013. – С. 187–212.
8. Минскер К.С., Федосеева Г.Т. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. – М.: Химия, 1979. – 272 с.
9. Горбунов Б.Н., Гуревич Я.М., Маслова И.П. Химия и технология стабилизаторов полимерных материалов. – М.: Химия, 1984. – 367 с.
10. Старение и стабилизация полимеров / Под ред. М.Н. Левантовской. – М.: Химия, 1964. – 347с.
11. Маслова И.П. Химические добавки к полимерам. Справочник. – М.: Химия, 1981. – 264 с.
12. Аминова Г.К., Нафикова Р.Ф., Маскова А.Р., Степанова Л.Б., Буйлова Е.А. Стабилизаторы поливинилхлорида // Наука и эпоха: монография. Под общей редакцией профессора О.И. Кирикова. – Москва; Воронеж, 2012. – С. 277–297.
13. Karimov F.Ch., Mazitova A.K., Khamaev V.Kh., Minsker K.S., Zaikov G.E. Stabilization of plasticized polyvinyl chloride by 3-mercapto-1,2,4-triazine-5-one derivatives // Oxidation Communications. – 1997. – Т. 20, № 2. – Р. 286–289.
14. Karimov F.Ch., Mazitova A.K., Khamaev V.Kh., Zaikov G.E., Minsker K.S. Stabilization of plasticized polyvinylchloride by 3-mercapto-1,2,4-triazine-5-one // Russian Journal of Physical Chemistry B. – 1997. – Т. 16. – № 7. – Р. 1241–1245.
15. Эммануэль Н.М., Бучаченко А.Л. Химическая физика старения и стабилизации полимеров. – М.: Наука, 1982. – 423 с.
16. Мукменева Н.А., Агаджанян С.И., Кирпичников П.А., Минскер К.С. Взаимодействие карбонилаллильных группировок в поливинилхлориде с эфирами фосфористой кислоты // Доклады АН СССР. – 1977. – Т. 233, № 3. – С. 375–377.
17. Аминова Г.Ф., Степанова Л.Б., Маскова А.Р., Сулейманова М.Д., Буйлова Е.А. Изучение влияния комплексных стабилизаторов на технологические и эксплуатационные свойства ПВХ-композиций // Материалы XIX международ. научн.-техн. конференции «Проблемы строительного комплекса России». – Уфа: УГНТУ, 2015. – С. 18–22.
18. Аминова Г.Ф., Степанова Л.Б., Маскова А.Р., Мазитова А.К. Изучение термической стабилизации поливинилхлорида при разработке комплексных стаби-



- лизаторов // Материалы XIX международ. научн.-техн. конференции «Проблемы строительного комплекса России». – Уфа: УГНТУ, 2015. – С. 23–26.
19. *Мазитова А.К., Степанова Л.Б., Аминова Г.Ф., Маскова А.Р.* Разработка функциональных добавок для поливинилхлоридных композиций строительного назначения // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2015. – № 2. – С. 27–31.
20. *Маскова А.Р., Степанова Л.Б., Аминова Г.Ф., Рольник Л.З., Абдрахманова Л.К.* Испытание рецептур ПВХ-композиций строительного назначения на основе новых добавок // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2015. – № 3. – С. 11–15.

**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛА ДАННОЙ СТАТЬИ  
ПРОСИМ ДЕЛАТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКУЮ ССЫЛКУ НА НЕЁ:**

*Мазитова А.К., Маскова А.Р., Нафикова Р.Ф., Аминова Г.К.* Использование нанодобавок в поливинилхлоридных композициях строительного назначения // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 5. – С. 22–35. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35](http://dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35).

**DEAR COLLEAGUES!**

**THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:**

*Mazitova A.K., Maskova A.R., Nafikova R.F., Aminova G.K.* The use of nanoadditives in polyvinylchloride compositions in construction. *Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2017, Vol. 9, no. 5, pp. 22–35. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35](http://dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-22-35). (In Russian).

