

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНКИ С ИНСЕКТИЦИДНЫМИ ДОБАВКАМИ**INFLUENCE OF FUNCTIONAL FILLERS ON PHYSICAL-CHEMICAL AND PERFORMANCE PROPERTIES OF FILM WITH INSECTICIDE ADDITIVES**

УДК 691.175.5/.8

Е.В. Лашкина**Белорусский государственный университет транспорта*<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2021-2-115-123>**E. Lashkina****Belarusian State University of Transport***РЕФЕРАТ**

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИНСЕКТИЦИДЫ, КАРБОНАТ КАЛЬЦИЯ, ГИДРОКСИБЕНЗОФЕНОНЫ, УФ-АБСОРБЕНТ, ОДОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработаны и изготовлены многофункциональные материалы, на основе полиэтилена высокого давления, путем модифицирования полимерной матрицы химически активными реагентами (инсектицидами из классов: синтетические пиретроиды, фосфорорганические соединения, неоникотиноиды), УФ-стабилизатором и мелкодисперсными частицами карбоната кальция, оптимизированные по рецептурным, структурным, физическим и физико-химическим параметрам и биоактивности.

Целью работы является изучение влияния функциональных наполнителей на физико-химические и эксплуатационные свойства многофункциональной инсектицидной защитной пленки.

Предложен способ получения инсектицидной полимерной композиции, модифицированной функциональными наполнителями. Показаны изменения величин деформационно-прочностных характеристик модифицированных полиэтиленовых пленок в процессе светового старения.

Исследованы возможные физико-химические закономерности процессов, происходящих при пленкообразовании инсектицидных полимерных материалов между функциональными группами компонентов. Проведены одометрические исследования по определению наличия, интенсивности и характера запаха воздуха, создаваемого химическими веществами, выделяющимися из

ABSTRACT

POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS, INSECTICIDES, CALCIUM CARBONATE, HYDROXYBENZOPHENONES, UV-ABSORBENT, ODOMETRIC STUDIES

A method has been developed for the production of multifunctional polymer film materials based on high-pressure polyethylene by modifying the polymer matrix with chemically active reagents: insecticides (class synthetic pyrethroids (permethrin, cypermethrin, β -cypermethrin) organophosphorus compounds (pyrimiphos-methyl), neonicotinoids (imidacloprid)), fine particles of calcium carbonate, UV-absorbent class hydroxybenzophenones, optimized for physical, physical-chemical properties, microbiological activity

Studies by the method of IR spectroscopy have shown that in insecticidal polymer composites, an ether bond is formed between the molecules of the components.

Insecticide molecules immobilized in the loose structure of calcium carbonate particles retain their mobility and ability to evaporate, providing a prolonged action of the film.

The developed samples of insecticidal polymer films will reduce losses from biological damage to light industry products packed in film cases.

* E-mail: llashkina@mail.ru (E. Lashkina)

изучаемых полимерных образцов инсектицидных пленок в воздушную среду.

Разработанные новые многофункциональные инсектицидные полимерные материалы пролонгированного действия могут найти применение в качестве упаковочной пленки для изделий из кератинсодержащих материалов (шерстяные ткани, меха, ковры, одежда, мебель и т. д.), предотвращающей их повреждение молью, кожеедами, мехоедами и другими насекомыми-вредителями.

ВВЕДЕНИЕ

Потребность в создании полимерных композиционных материалов с высоким комплексом защитных свойств в различных отраслях промышленности непрерывно возрастает. Полимерные пленки занимают лидирующие позиции в мире среди различных материалов, поскольку сохраняют высокое качество упакованных в них товаров в течение длительного срока, имеют минимальную массу, толщину, стоимость.

Проблема защиты материалов от биоповреждений, вызываемых насекомыми-вредителями на транспорте и складских помещениях, всегда была объектом внимания служб, занятых хранением изделий на складских помещениях, организаций МЧС, обеспечивающих хранение шерстяных изделий для чрезвычайных ситуаций. Доставляемый насекомыми-кераторфагами (например, платяной, шубной, меховой, войлочной и ковровой молью, кожеедами, мехоедами) вред заключается не только в уничтожении и порче материала, но и в его загрязнении.

Технология борьбы с насекомыми-вредителями с помощью инсектицидных препаратов традиционно используется в текстильной промышленности. Инсектицидное средство на основе четвертичной аммониевой соли наносят в виде покрытий на ткани, меха и изделия из них [1]. Такой препарат получил ограниченное применение из-за технологической сложности и ухудшения качества изделий.

Способ защиты товарной продукции от насекомых-кераторфагов – модифицирование бумажных носителей раствором инсектицида (бумажные мешки погружают в раствор инсектицида) [2]. Такой способ предполагает использование

в качестве основного упаковочного материала бумаги, которая характеризуется низкими прочностью и влагостойкостью.

Известна инсектицидная композиция, содержащая полимерное связующее на основе полипропилена и аддукт (продукт, полученный в результате реакций присоединения) на основе пиретроида, ПАВ и винилфосфата (инсектицид). В такой композиции отсутствует компонент, позволяющий равномерно распределять малое количество модификаторов в связующем. Пленка имеет невысокую стойкость к окислению на воздухе вследствие неоптимального распределения в полимерном связующем антиоксиданта [3].

Одним из способов воздействия на численность летающих насекомых широкое применение находят пиретроидные инсектицидные препараты фумигационного действия [4]. Эффективность данных препаратов достигается только при нагревании их до температуры 130–160 °С.

В настоящее время основными средствами борьбы с биоагентами являются химические препараты – инсектициды, которые относятся к различным классам соединений и отличаются по своей структуре, действию на различные виды членистоногих, скоростью и характером метаболизма в организме, продолжительностью остаточного действия и избирательной токсичностью.

Значительное изменение имеющихся у материала свойств и придание ему новых характеристик возможно за счет введения модифицирующих добавок, которые изменяют эксплуатационные и технологические свойства, облегчая переработку материала в изделие при

снижении производственных затрат [5].

В качестве стабилизатора, повышающего стойкость полиэтиленового связующего к термоокислительной деструкции и действию УФ-излучения, использовали УФ-абсорбент класса 2-гидроксibenзофенон, мировым лидером по производству которых является Швейцарская компания CIBA (BASF) [6].

Высокая стабилизирующая активность гидроксibenзофенонов обусловлена их многофункциональностью. Они поглощают УФ-излучение, защищая тем самым от него не только упакованные товары, но и саму полимерную упаковку [7].

Для равномерного распределения в полимерной матрице инсектицида и стабилизатора, а также повышения устранения слипания готовой к эксплуатации пленки применяют порошок карбонат кальция (CaCO_3) [8], [9], [10].

Цель работы – изучение влияния активных функциональных наполнителей на физико-химические и эксплуатационные свойства инсектицидной защитной пленки.

МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

Объектом исследования служили полимерные пленочные образцы инсектицидных полимерных составов на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД) марки 16803-070 (ГОСТ 16337-77).

В качестве активных компонентов в полимерных пленочных материалах были выбраны инсектициды различного спектра действия, обладающие высокой инсектицидной активностью, экологической безопасностью, эксплуатационные характеристики ($T_{\text{разл.}}$ 180–230 °C, $T_{\text{кип.}}$ 120–286 °C), удовлетворяющие температуре переработки полимерной матрицы, [11], [12], [13]:

– синтетический пиретроид – перметрин (торговая марка «Перметрин», вязкая жидкость) – (IRS)-цис, транс-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилцикло-пропанкарбоновой кислоты 3-феноксibenзиловый эфир, ТУ 113-04-331-91, эмпирическая формула $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{Cl}_2\text{O}_3$;

– синтетический пиретроид – циперметрин (торговая марка «Шарпей», МЭ) – (IRS)-цис, транс-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилцикло-пропанкарбоновой кислоты (RS)-3-фенокси-б-

цианобензиловый эфир, ТУ 2387-015-45418518-99, эмпирическая формула $\text{C}_{22}\text{H}_{19}\text{Cl}_2\text{NO}_3$;

– синтетический пиретроид – β -циперметрин (торговая марка «Кинмикс», КЭ) – б-циано-3- феноксibenзол-3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметил-циклопропанкарбоксилат, ТУ 2441-061-48811647-2006, эмпирическая формула $\text{C}_{22}\text{H}_{19}\text{Cl}_2\text{NO}_3$;

– фосфорорганический инсектицид – пиримифос-метил (торговая марка «Актеллик», КЭ)

– 2-диэтиламино-6-метилпиримидин-4-ил диметилфосфат, ТУ 2387-007-00494172-97, эмпирическая формула $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{N}_3\text{O}_3\text{PS}$;

– инсектицид класса нионикотиноидов, действующее вещество – имидаклоприд (торговая марка «Искра Золотая», ВРК) – 4,5-дигидро-N-нитро-1-[(6-хлор-3- пиридил)метил]имидазолин-2-иленамин, ТУ 2387-087-42315284-04.

В качестве пластификатора для улучшения технологических и эксплуатационных свойств был выбран диоктилфталат (ДОФ) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO}-\text{OC}_8\text{H}_{17})_2$ (ТУ 6-09-08-1504, ГОСТ 8728), обладающий слабым инсектицидным действием.

В композициях использовали УФ-абсорбент – стабилизатор из класса 2-гидроксibenзофенонов – 2-гидрокси-4-октилорксibenзофенон (Chimassorb 81) – светло-желтый, кристаллический порошок с коэффициентом пропускания: при $\lambda = 440 \text{ нм}$ – не менее 79 %, при $\lambda = 460 \text{ нм}$ – не менее 89 %. Chimassorb 81 термодинамически совместим с ПЭВД (интервал температур плавления 47–49 °C), что обуславливает технологичность процесса получения пленки методом рукавно-пленочной экструзии.

Композиции готовили следующим образом: в порошок CaCO_3 (до 5 мас. %) последовательно путем смешивания вводили инсектицид (1–2 мас. %), затем стабилизатор (Chimassorb 81) – 0,5–1 мас. %; смесь пластифицировали жидким ДОФ (2–3 мас. %), интенсифицирующим процесс выделения инсектицида и выполняющим функцию диспергатора в процессе компаундирования минерального наполнителя. Полученную массу смешивали с ПЭВД (рисунок 1).

Пленки формовали из смесевых композиций методом рукавной экструзии [14].

Технологичность процесса переработки композиций в пленку оценивали с помощью экструзионного агрегата HAAKE RHEOCORD 90 по

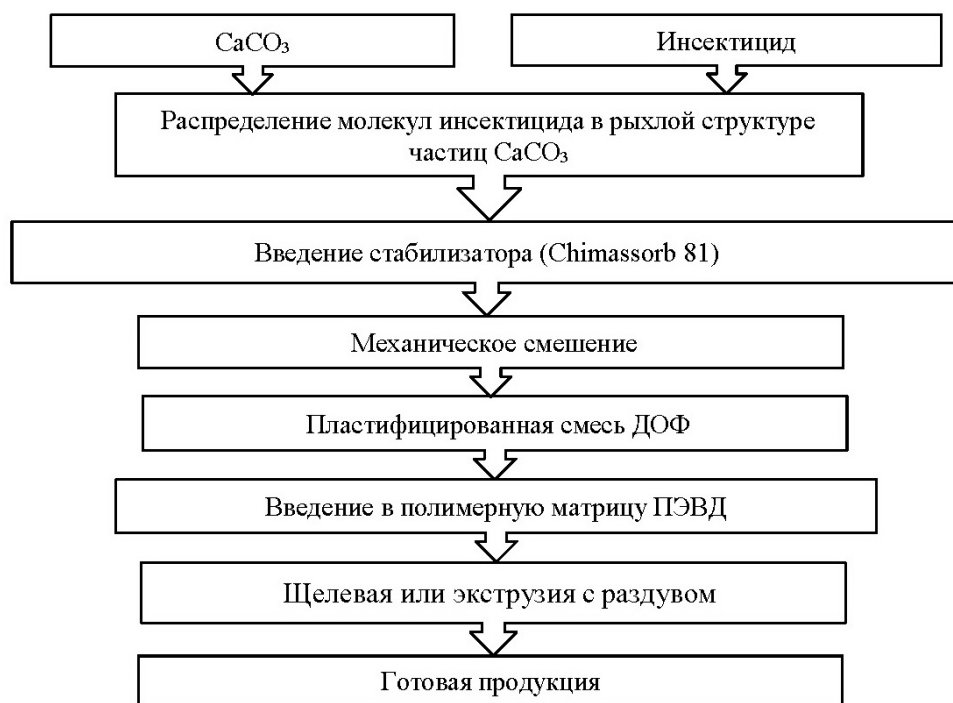


Рисунок 1 – Технологическая схема изготовления пленочных инсектицидных полимерных материалов на основе композиций ПЭВД/инсектицид/ CaCO_3 /Chimassorb 81/ДОФ

критерию *min* крутящего момента в шнеке. По соответствию этому критерию определен диапазон оптимальной дисперсности частиц CaCO_3 – менее 500 нм (ГОСТ Р 56549-2015).

Деформационно-прочностные показатели исследуемых образцов (разрушающее напряжение σ и относительное удлинение ϵ при разрыве) определяли по ГОСТ 14236-81 с помощью разрывной машины Instron 5567 (США).

Испытания на воздействие солнечной радиации инсектицидных пленок проводили по методу, изложенному в ENISO 4892-2:2011 (Пластмасса. Методы испытаний на воздействие лабораторных источников света. Часть 2. Ксеноновые дуговые лампы). Перед определением деформационно-прочностных характеристик проводили кондиционирование образцов по ГОСТ 12423-66 в течение 6 ч при температуре $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$. Количество образцов в каждой выборке составило 10 шт.

Для определения термической стабильности полученных инсектицидных композиций был проведен дифференциально-термический

анализ (ДТА). ДТА проводили на дериватографе Q-1500 (Венгрия) в среде воздуха при скорости нагрева $5^\circ\text{C}/\text{мин}$. Эталонном служил прокаленный дисперсный оксид алюминия квалификации «ч» (ТУ 6-09-426-75).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены показатели разрушающего напряжения при растяжении (σ) и относительного удлинения при разрыве (ϵ) инсектицидных пленок, полученных при формовании из смесевых композиций ПЭВД (92)/Перметрин (1)/Chimassorb 81 (0,5 – 1)/ДОФ (2)/ CaCO_3 (1–7).

Значение оптимальных концентраций CaCO_3 в составе полимерной композиции составило 4–5 мас. %.

По данным деформационно-прочностных показателей диапазон оптимальных концентраций стабилизатора Chimassorb 81 равен 0,5–1 мас. %. При содержании Chimassorb 81 = 0,2 мас. % приводит к снижению деформационно-прочностных показателей пленок в процессе старения (таблица 2). А увеличение содержания в пленке до 1,2 мас. % не дает преимуществ по

Таблица 1 – Деформационно-прочностные характеристики (разрушающего напряжения при растяжении (σ) и относительного удлинения при разрыве (ϵ)) инсектицидных пленок, состава, мас. %: ПЭВД (92)/Перметрин (1)/Chimassorb 81 (0,5 – 1)/ДОФ (2) от концентрации CaCO_3

$C(\text{CaCO}_3)$, мас. %	σ , МПа	ϵ , %
1	8,9	160
2	9,4	165
3	9,7	170
4	10,9	180
5	10,6	170
6	9,5	155
7	9,3	145

Таблица 2 – Изменение величины деформационно-прочностных характеристик модифицированных пленок в процессе светового старения (разрушающее напряжение при растяжении (σ), МПа и относительное удлинение при разрыве (ϵ), %)

Исследуемые инсектицидные пленки, состава (мас. %)	УФ облучение образцов пленок в течение (мес.)							
	0		3		6		9	
	σ	ϵ	σ	ϵ	σ	ϵ	σ	ϵ
ПЭВД/инсектицид (1)/ CaCO_3 (4)/Chimassorb 81 (1)/ДОФ (2)	8,6	390	8,1	390	8,0	390	7,8	380
ПЭВД/инсектицид (1)/ CaCO_3 (4)/ДОФ (2)/Chimassorb 81 (X)								
X = 0,2	9,8	170	8,04	130	7,68	110	7,31	100
0,5	9,6	170	8,47	140	8,29	130	7,54	110
1 (Перметрин)	10,9	170	10,18	160	10,02	145	9,87	135
1 (Циперметрин)	10,3	170	9,83	160	9,72	150	9,63	140
1 (β -Циперметрин)	11,5	160	10,91	150	10,72	140	10,52	130
1 (Актеллик)	9,22	190	8,80	180	8,65	160	8,39	145
1 (Искра Золотая)	10,8	180	10,21	165	10,03	150	9,86	135
1,2	9,82	170	9,35	165	9,13	150	8,90	140

сравнению с пленками оптимальных составов.

Равномерное распределение дисперсных частиц карбоната кальция в смеси с гранулами ПЭВД позволяет равномерно распределить малое количество добавок в связующем. Молекулы инсектицида, находящиеся в рыхлой структуре частиц CaCO_3 , сохраняют свою подвижность и способность к испарению.

Пленки оптимального состава мас. %: ПЭВД (92)/инсектицид (1)/стабилизатор (1)/ CaCO_3 (4)/ДОФ (2) отличаются повышенной технологичностью и отсутствием липкости, что упрощает

их эксплуатацию.

Результаты ДТА показали, что при введении в инсектицидную полимерную пленку частиц CaCO_3 снижается интенсивность пиков деформации и смещение их в сторону более высоких температур на 10–15 °С, что обусловлено улучшением структуры материала вследствие равномерного распределения дисперсного наполнителя в полимерной матрице.

Целью одометрических исследований явилось определение наличия, интенсивности и характера запаха воздуха, создаваемого хими-

ческими веществами, выделяющимися из изучаемых полимерных образцов пленок в воздушную среду.

Оценка интенсивности запаха, индуцированного изучаемыми многофункциональными инсектицидными полиэтиленовыми пленками, проводилась по пятибалльной шкале Р. Х. Райта (таблица 3) по среднему баллу, полученному для всей группы испытуемых. Испытания проводили в ИММС НАН Беларуси (г. Гомель).

Каждому испытуемому предлагалось выдыхать через нос воздух последовательно из двух дыхательных колпаков, в один из которых «опытный» по соединительной трубке подается воздух из климатической камеры, содержащей изучаемый образец, а в другой «контрольный» – из климатической камеры без материала.

Одометрические исследования образцов проводились с каждым наблюдаемым не менее трех раз; исследования повторялись в пределах одного дня, но с обеспечением перерыва между двумя наблюдениями продолжительностью не менее 1–1,5 ч.

Интенсивность запаха полимерного композиционного материала, предназначенного для применения, хранения и продажи, согласно гигиеническому нормативу здравоохранения РБ, не должна превышать 2 баллов.

По результатам проведенных исследований установлено, что изучаемые образцы пленок не имеют постороннего запаха (0 баллов) и согласно гигиеническому нормативу здравоохранения № 0115/5724 ГУ Республиканского научно-

практического центра гигиены и эпидемиологии могут быть применены в качестве упаковочных материалов.

Токсикологические аппликации водных вытяжек из инсектицидных пленок проводили в Республиканском научно-практическом центре гигиены и эпидемиологии. Соотношение площади образцов к объему модельной среды – $1 \text{ см}^2 / 2 \text{ см}^3$, температурный режим – $40 \text{ }^\circ\text{C}$, экспозиция – 3 часа. При действии водных вытяжек на выстриженные участки кожи спины белых крыс ($S - 16 \text{ см}^2$) не вызывали у животных внешних признаков интоксикации и раздражения кожных покровов. Весь период наблюдений поведение подопытных животных не отличалось от контрольных.

ВЫВОДЫ

Введение дисперсных частиц CaCO_3 и стабилизатора из класса гидроксibenзофеноны – Chimassorb 81 в полимерную пленку на основе ПЭВД, модифицированную инсектицидами классов: синтетические пиретроиды, фосфорорганические соединения, неоникотиноиды, позволяет получить новый многофункциональный инсектицидный полимерный материал, с потенциальной инсектицидной активностью, стойкость к воздействию УФ-лучей, длительным сроком эксплуатации.

Разработанные многофункциональные инсектицидные полимерные материалы соответствуют органолептическим показателям и могут быть рекомендованы после испытаний инсектицидной активности в качестве защит-

Таблица 3 – Оценка силы запаха по шкале Р.Х. Райта

Количественная оценка в баллах	Описание запаха
0	Отсутствует; не имеется ни одним из наблюдаемых
1	Едва заметный; обнаруживается наиболее чувствительными лицами
2	Слабый; не привлекает внимания, но отмечается, если наблюдаемые нацелены на его обнаружение
3	Отчетливый; легко ощутимый, если даже внимание наблюдаемых не обращено на него
4	Сильный; обращает на себя внимание
5	Невыносимый; исключающий возможность длительного пребывания в помещении

ной упаковочной пленки для изделий из керамических материалов, предотвращающей их повреждение биоагентами при хранении и транспортировке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Легин, Г. Я., Иванова, Е. Б., Иванов, А. М., Иванов, М. А. (2005), *Инсектицидное средство для защиты тканей, меха и изделий из них от моли и кожееда: патент RU 2251844*, МПК А01N33/12, D06M13/46. – Оpubл. 20.05.2005, Федеральный институт промышленной собственности, отделение ВПТБ, 2005, 6 с.
2. Стефан Шюле, Бернхард Летцнер, Жоффри Аллс, Франсуа Акль (2012), *Бумага, пропитанная инсектицидными действующими веществами: патент RU 2450517*; заявитель Байер Кроп Сайенс АГ. – № 2008149431/13, МПК А01N53/00, А01N25/20, А01P7/04. – Оpubл. 20.05.12, Официальный патентный бюллетень РФ «Изобретения. Полезные модели», Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2012, № 14, 4 с.
3. Эрбен Пьер, Сарторн Габриелла, Ди Пьетро Фабио (2012), *Инсектицидная композиция и изделия, полученные из нее: патент RU 2463788*; патентообладатель Базель полиолефине ГМБХ (DE), МПК А01N53/00, А01N25/10, А01P7/02, А01P7/04. – Оpubл. 20.10.2012, Федеральный институт промышленной собственности, отделение ВПТБ, 2012, № 29.
4. Лека, Н. А., Бендрышева, С. Н. (2012), Сравнительное контактное и фумигационное действие летучих пиретроидов на насекомых, *Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения»*, 16–18 мая 2012 г., Том 1, Пермь, 2012, С. 365–367.

REFERENCES

1. Legin, G. Ya., Ivanova, E. B., Ivanov, A. M., Ivanov, M. A. (2005), *Insekticidnoe sredstvo dlja zashhity tkanej, meha i izdelij iz nihotmoli i kozheeda: patent RU 2251844* [Insecticidal agent for the protection of fabrics, fur and products from them from moths and skin: patent RU 2251844], МПК А01N33/12, D06M13/46. – Publ. 20.05.2005, Federal Institute of Industrial Property, branch of VPTB, 2005, 6 p.
2. Stefan Schuele, Bernhard Letzner, Joffre Alls, Francois Akl (2012), *Bumaga, propitannaja insekticidnymi dejstvujushhimi veshhestvami: patent RU 2450517* [Paper impregnated with insecticidal active substances: patent RU 2450517]; applicant Bayer Crop Science AG. – vol. 2008149431/13, IPC A01N53/00, A01N25/20, A01P7/04. – Publ. 20.05.12, Official Patent Bulletin of the Russian Federation "Inventions. Utility Models", Federal Intellectual Property Service, 2012, № 14, 4 p.
3. Erben Pierre, Sartorn Gabriella, Di Pietro Fabio (2012), *Insekticidnaja kompozicija i izdelija, poluchennye iz nee: patent RU 2463788* [Insecticidal composition and articles obtained there from: patent RU 2463788]; patentee Basel polyolefine GMBH (DE), IPC A01N53/00, A01N25/10, A01P7/02, A01P7/04. – Publ. 20.10.2012, Federal Institute of Industrial Property, branch of VPTB, 2012, № 29.
4. Leka, N. A., Bendrysheva, S. N., (2012), Comparative contact and fumigation effects of volatile pyrethroids on insects [Srvavitel'noe kontaktnoe i fumigacionnoe dejstvie letuchih piretroidov na nasekomyh], *Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and*

5. Колосова, А. С., Сокольская, М. К., Виткалова, И. А., Торлова, А. С., Пикалов, Е. С. (2017), Наполнители для модификации современных полимерных композиционных материалов, *Фундаментальные исследования*, 2017, № 10 (3), С. 459–465.
6. Gugumus Francois (Allschwil, CH) (2002), *Стабилизатор для полиолефинов: патент. US 6869992*; заявитель Ciba Specialty Chemicals Corporation (Tarrytown, NY), МПК C08K5/34 – Appl. No. 10/182,073; заявл. 23.07.02; опубл. 22.03.05.
7. Цвайфель, Х., Цвайфель, Х., Маер, Р. Д., Шиллер, М. (2016), *Добавки к полимерам. Справочник*. Перевод с англ. под. ред. Узденского, В. Б., Григорова, А. О., Санкт-Петербург, Профессия, 2016, 1088 с.
8. Кулезнев, В. Н. (2010), *Функциональные наполнители для пластмасс*, Санкт-Петербург, *Научные основы и технологии*, 2010, 462 с.
9. Ершова, О. В., Муллина, Э. Р., Чупрова, Л. В., Мишурина, О. А., Бодьян, Л. А. (2014), Изучение влияния состава неорганического наполнителя на физико-химические свойства полимерного композиционного материала, *Фундаментальные исследования*, 2014, № 12-3, С. 487–491.
10. Мельниченко, М. А., Ершова, О. В., Чупрова, Л. В. (2015), Влияние состава наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов, *Молодой ученый*, 2015, № 16 (96), С. 199–202.
11. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь 2020 год, *Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь*.
12. Лашкина, Е. В. (2018), Влияние функциональных наполнителей на физико-химические *Specialists of Rospotrebnadzor "Fundamental and Applied Aspects of Public Health risk Analysis"*, May 16–18, 2012, Volume 1, Perm, 2012, pp. 365–367.
5. Kolosova, A. S., Sokolskaya, M. K., Vitkalova, I. A., Torlova, A. S., Pikalov, E. S. (2017), Fillers for modification of modern polymer composite materials [Napolniteli dlja modifikacii sovremennyh polimernyh kompozicionnyh materialov], *Fundamental'nye issledovanija – Basic research*, 2017, № 10 (3), pp. 459–465.
6. Gugumus Fran. cedilla. ois. (Allschwil, CH) (2002), *Stabilizator dlja poliolefinov: pat. US 6869992* [Stabilizer for polyolefins: patent. US 6869992]; applicant Ciba Specialty Chemicals Corporation (Tarrytown, NY), IPC S08K5/34 – Appl. No. 10/182.073; filed.07.23.02; publ.03.22.05.
7. Zweifel, H., Zweifel, H., Maer, R. D., Schiller, M. (2016), *Dobavki k polimeram. Spravochnik* [Additives to polymers. Directory], St. Petersburg, Profession, 2016, 1088 p.
8. Functional fillers for plastics [Funkcional'nye napolniteli dlja plastmass], (2010), ed. Kulezneva V. N., St. Petersburg, *Nauchnye osnovy i tehnologii – Scientific bases and technologies*, 2010, 462 p.
9. Yershova, O. V., Mullina, E. R., Chuprova, L. V., Mishurina, O. A., Bodyan, L. A. (2014), Study of the effect of the composition of an inorganic filler on the physical and chemical properties of a polymer composite material [Izuchenie vlijanija sostava neorganicheskogo napolnitelja na fiziko-himicheskie svojstva polimernogo kompozicionnogo materiala], *Fundamental'ny eissledovanija – Basic research*, 2014, № 12-3, pp. 487–491.
10. Melnichenko, M. A., Yershova, O. V., Chuprova, L. V. (2015), Influence of the composition of fillers on the properties of polymer composite materials [Vlijanie sostava napolnitelej na svojstva polimernyh kompozicionnyh mate-

- свойства инсектицидных полимерных пленок, *Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника*, Гр. гос. ун-т им. Я. Купалы, Гродно, 2018, Том 8, № 2, С. 89–98.
13. Лашкина, Е. В. (2020), Исследование физико-химических и эксплуатационных свойств инсектицидных полимерных пленок, *Вестник Витебского государственного технологического университета, УО «ВГТУ»: Витебск*, № 2 (39), 2020, С. 108–117.
 14. Колосова, А. С., Сокольская, М. К., Виткалова, И. А., Торлова, А. С., Пикалов, Е. С. (2018), Современные методы получения полимерных композиционных материалов из изделий из них, *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2018, № 8, С. 123–129.
 11. The state register of means of protection of plants (pesticides) and fertilizers allowed for use in the territory of Republic of Belarus 2020, *Katalog pesticidov i udobrenij, razreshennyh dlja primenenija v Respublike Belarus'*.
 12. Lashkina, E. V. (2018), Influence of functional fillers on the physicochemical properties of insecticidal polymer films [Vlijanie funkcion'al'nyh napolnitelej na fiziko-himicheskie svojs-tva insekticidnyh polimernyh plenok], *Vestnik Grodnenskogo gosudarstvennogo universiteta imeni YAnki Kupaly. Seriya 6. Tekhnika – Vestnik of Grodno State University named after YankaKupala. Series 6. Technology. Scientific*, Gr. state un-t them. Ya. Kupala, Grodno, 2018, vol. 8, № 2, pp. 89–98.
 13. Lashkina, E. V. (2020), Study of physicochemical and operational properties of insecticidal polymer films [Issledovanie fiziko-himicheskih i jekspluatacionnyh svojstv insekticidnyh polimernyh plenok], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University, Educational institution "VSTU": Vitebsk*, № 2 (39), 2020, pp. 108–117.
 14. Kolosova, A. S., Sokolskaya, M. K., Vitkalova, I. A., Torlova, A. S., Pikalov, E. S. (2018), Modern methods of obtaining polymer composite materials from products made from them [Sovremennye metody poluchenija polimernyh kompozicionnyh materialov i izizdelij iz nih], *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij – International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2018, № 8, pp. 123–129.

Статья поступила в редакцию 08. 07. 2021 г.