

Bibliography:

1. I.N. Bogachev, R.I. Mints, Rising Cavitations' Resistant of Parts of Machine, Moscow: Machin-building 1964, 143 p.
2. L.S. Malinov, T.D. Aismond, The strengthening of Metastable Austenite Cr-Mn-N Steels, News of Academy of Sciences of USSR. Metals № 2 (1969) 113-120.
3. M.A. Filippov, V.S. Litvinov, Y.R. Nemirovskiy, Steels of Metastable Austenite, Moscow: Metallurgy (1988) 256 p.
4. Narutani T., Olson G.B., Cohen M., Constitutive flow relations for austenitic steel during Strain-induced martensitic transformation, J. phys.-1982.-43, № 12.- suppl: "ICOMAT-82: Int. Conf. Martensitic Transform Levven, Aug.8-12.1982.-P. 429-434.
5. V.F. Zackay, E.R. Parker, D. Fahr, R. Bush, The Enhancement of Ductility in High-Strength Steels, Trans. ASM v.60, №1 (1969) 252-259.
6. M.M. Tenenbaum, Resistant of abrasive wear, Moscow: Machinebuilding 1976, 271 p.
7. J. Sepak, The influence of contact stress on the wear of a carburized steel case with a high content of retained austenite, Wear 80, № 3 (1982) 301-305.
8. D.L. Chu, M. Yao, Effect of retained austenite on rolling fatigue durability of carburized and carbonitrided steels, Proc. Int. Symp. Gear. and Power Transm. Tokyo, Vol1 (1981) 435-439.
9. Xinba Yaer, Kazumichi Shimizu, Hideto Matsumoto, Tadashi Kitsudo, Nadashi Momono, Erosive wear characteristics of spheroidal carbides cast iron, Wear 264 (2008) 947-957.
10. A.P. Cheiliakh, Economical Metastable Alloys and Strengthening Technologies, Kharkov: National Scientific Center "Kharkov Physical-Engineering Institute" (2003) 212 p.
11. A.A. Shmykov, V.G. Horoshaylov, E.L. Gyulikhandanov, Thermodynamic and kinetic processes interrelation control atmosphere with surface of steel, Moscow: Metallurgy (1991) 160 p.
12. H. Oikawa. Lattice Diffusion of Substitutional Element in Iron and Iron-Base Solid Solution. A Critical Review, Technology Reports Tohoku Univ. 48, №1 (1983) 7.
13. Imai Iunoshin, Toshio Sato, The influence of carbon on phase composition of high-manganese steels, Journal Japan Institute of Metals 5 (1962), Translated from Metallovedinie i Termicheskaya obrabotka Metallov №7 (1963) P. 43.

Reviewer: Yefremenko V.G.

dr. tech. of sciences, Pryazovskyi State Technical University

Received 06.11.2013

УДК 667.657.2.004.12

© Дан Л.А.¹, Олейник И.М.², Трофимова Л.А.³, Дан Е.Л.⁴

**СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ
ПЕНОПОЛИСТИРОЛА**

Исследованы пленкообразующие материалы на основе растворов пенополистирола в скипидаре. Показано, что 30% раствор обеспечивает наилучшее сочетание свойств и может быть предложен в качестве основы для приготовления защитных красок и покрытий.

Ключевые слова: пенополистирол, скипидар, пленка, защитное покрытие.

Дан Л.О., Олійник І.М., Трофімова Л.О., Дан О.Л. Властивості захисних покриттів на основі розчинів пінополістиролу. Досліджені плівкоутворюючі матеріали на основі розчинів пінополістиролу у скипидарі. Показано, що 30% розчин за-

¹ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

³ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

⁴ студент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

безпечує ліпшу сукупність властивостей і може бути запропонований для приготування захисних фарб і покриттів.

Ключові слова: пінополістирол, скипидар, плівка, захисне покриття.

L.O. Dan, I.M. Oleynyk, L.O. Trofimova, O.L. Dan. Properties of protecting coating based on solutions of polystyrene in turpentine. Studied film-forming materials based on solid solutions of polystyrene in turpentine. It is shown that 30% solution provides the best combination of properties and can be proposed as a basis for the preparation of protection of paints and coatings.

Keywords: polystyrene, turpentine, film, protecting coating.

Постановка проблеми. В мире отмечается стремительный рост потребления полимерных материалов. Например, в странах СНГ его темпы составляют 5-6% ежегодно и к концу 2013 года, по прогнозам, общий объем производств достигнет 250 млн. тонн. Их потребление на душу населения в индустриально развитых странах за последние 20 лет примерно удвоилось (достигнув 85-90 кг), а к концу десятилетия, как полагают, повысится на 45-50% [1].

Использование изделий из полимерных материалов неуклонно связано с образованием отходов, как в сфере производства, так и в сфере потребления. Особенность полимерных отходов – их устойчивость к агрессивным средам, они не гниют, процессы деструкции в естественных условиях протекают достаточно медленно, с образованием вредных веществ, отравляющих окружающую среду.

Упаковка из пенополистирола, составляющая 40% всего бытового мусора, практически «вечна» – она не подвергается разложению. Поэтому использование подобной упаковки сопряжено с образованием отходов в размере 40 - 50 кг/год в расчете на одного человека.

В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и связана с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья пластмассовые отходы становятся мощным сырьевым ресурсом.

Все это делает проблему утилизации отходов полимерных материалов актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций. Как показал анализ литературы [1 - 4], вторичное использование полистирольных пластиков (ПС) может идти по следующим путям утилизации: сильно загрязненных промышленных отходов; технологических отходов производства методами литья под давлением, экструзии и прессования; изношенных изделий; отходов пенополистирола (ППС); смешанных отходов.

Технологические отходы ПС по своим физико-механическим и технологическим свойствам не отличаются от первичного сырья. Эти отходы являются возвратными и в основном используются на тех предприятиях, где они образуются. Их можно добавлять к первичному ПС или использовать в качестве самостоятельного сырья при производстве различных изделий.

Отходы ППС можно растворять в стироле, а затем полимеризовать в смеси, содержащей измельченный каучук и другие добавки. Полученные таким способом сополимеры характеризуются достаточно высокой ударной прочностью.

Украинские ученые показали, что полистирол может быть эффективно переработан для получения связующих и клеев широкого назначения. В частности, разработаны способ компактирования и рецептуры формовочных и стержневых смесей на основе растворов отходов ППС в скипидаре [5, 6].

Цель статьи – исследование пленкообразующего материала на основе отходов пенополистирола с целью изучения его свойств и анализа возможности использования в качестве заменителя существующих покрытий.

Изложение основного материала. При проведении работы были приготовлены растворы пенополистирола ПСБС – 25 в живичном скипидаре с массовыми концентрациями 10, 20, 30 и 40%. Данные растворы в один слой наносили на поверхность стеклянных или металлических подложек и высушивали, получая пленочное покрытие.

Для определения адгезии покрытий применяли метод решётчатого надреза (ТУ МХТ 4202-54). Прочность покрытия при изгибе определяли по шкале гибкости ШГ согласно ГОСТ 6806-73. Соппротивление пленок к истиранию исследовали с помощью прибора рекомендуемого ГОСТ 20811-75. Определение стойкости исследуемых пленок в дистиллированной воде и ма-

шинном масле проводили по ОСТ 10086-39 (М.И.33).

В качестве эталона была использована пентафталевая краска ПФ-115.

Адгезия покрытий определяется характером надрезов и количеством прочно сцепленных с подложкой квадратов, не осыпающихся и не вылетающих из решетки при легком воздействии на них пальцем, и оценивается по четырехбалльной шкале.

Исследования адгезионной прочности опытных и эталонного покрытий показали следующее. Покрытие пентафталевой краской, являющейся эталоном, после нанесения решетчатых надрезов было целым, гладким и не имело отслоений. Таким образом, адгезионная прочность эталона соответствовала первому баллу согласно ТУ МХТ 4202-54. Площадь отслоения покрытия 10%-ным раствором полистирола в скипидаре после нанесения решетчатых надрезов, составила примерно 36% от общей площади исследуемой поверхности. Следовательно, адгезионная прочность данного покрытия соответствовала четвертому баллу ТУ МХТ 4202-54. Аналогичный результат наблюдали на покрытии 20%-ным раствором полистирола в скипидаре. Пленка, образованная 30%-раствором полистирола, не имела отслоений и других нарушений целостности, и адгезионная прочность соответствовала первому баллу. Адгезионная прочность покрытия, полученного при нанесении 40%-ного раствора полистирола в скипидаре, соответствовала третьему баллу, т.к. после нанесения решетчатых надрезов количество осыпавшихся участков составило примерно 28%.

Для получения более полного представления об адгезии покрытий было проведено дополнительное испытание, которое заключалось в том, что на поверхность пленки покрытия наносилась липкая лента, которую затем резко снимали. Данному испытанию подверглись покрытия, адгезионная прочность которых соответствовала первому баллу, а именно, пленка из раствора 30% полистирола в скипидаре и эталон.

В результате испытаний поверхность покрытий в обоих случаях осталась без изменений. Края были гладкие, задиров и отслоений не наблюдалось.

Таким образом, наибольшей адгезионной прочностью обладает исследованное покрытие с содержанием 30% полистирола в скипидаре.

При проведении испытаний прочности исследуемых материалов при изгибе на полосы металлической фольги определенного размера, обезжиренные и высушенные, одним слоем наносили покрытие толщиной 20-30 мкм. После высыхания пластину с исследуемым покрытием, плотно прижимая к стержню, изгибали пленкой вверх на 180° вокруг стержней различных диаметров (от большего к меньшему). Прочность пленки при изгибе выражают минимальным диаметром стержня, d , на котором покрытие остается неповрежденным. Состояние поверхности исследовали при помощи лупы. Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

Результаты испытаний прочности при изгибе

Диаметр стержня d , мм	Содержание полистирола, %				Эталон (пентафталевая краска)
	10	20	30	40	
15	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	+

Примечание: «+» указывает на поверхность покрытия без разрушения.

Из таблицы видно, что пленки исследуемых материалов, в том числе и эталон, в ходе проведения испытания не разрушились. Исходя из этого, можно судить о высокой прочности исследуемых материалов при изгибе, не уступающей по свойствам покрытию пентафталевой краской.

Стойкость пленки к истиранию определяется количеством песка в граммах, необходимо-го для разрушения покрытия. На рисунке приведены результаты опытов.

На рисунке видно, что для истирания покрытия из 10% раствора полистирола в скипидаре до стеклянной подложки было израсходовано около 600 г песка (см. рис.). Это свидетельствует о низкой износостойкости покрытия. Более высокую стойкость к истиранию имеет покрытие, содержащее в своем составе 20% полистирола. Для его истирания потребовалось 1000 г песка. Высокое сопротивление к абразивному истиранию показали материалы, содержащие 30% и 40% полистирола. В опытах израсходовали 10000 г песка, но покрытие осталось без повреждений. Аналогичный результат был получен на подложке, покрытой краской ПФ (см. рис.). Очевидно, что материалы, содержащие 30 и 40% полистирола, не уступают по абразивной стойкости эталону.

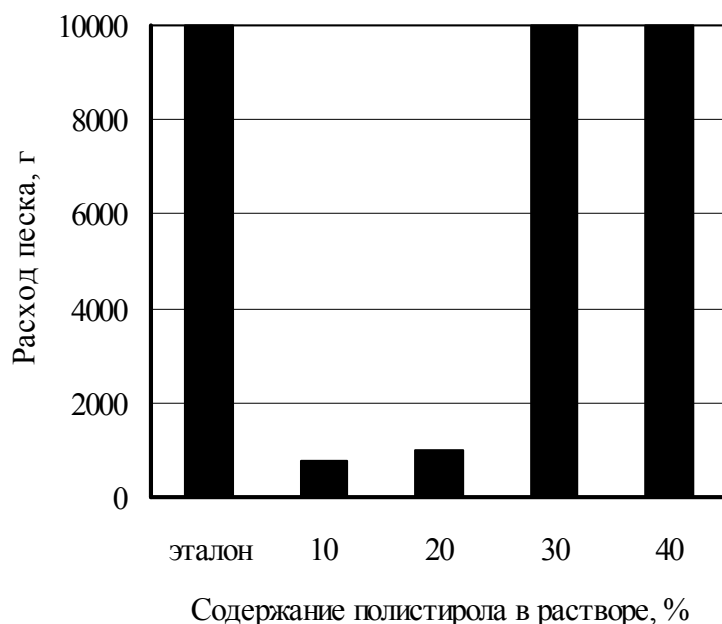


Рисунок – Абразивная стойкость исследованных материалов

растворы полистирола в скипидаре и пентафталевою краску. После полного высыхания, образцы погружали на 2/3 их высоты в емкости с дистиллированной водой и машинным маслом.

По истечении семи дней, покрытие краской на пентафталевой основе, находящееся в воде, потеряло глянец. Пленка, содержащая 40% полистирола, начала мутнеть. Материалы с содержанием 10, 20 и 30% полистирола остались без изменений.

К концу второй недели эксперимента стало матовым покрытие с содержанием 30% полистирола. Покрытие с 40% полистирола стало еще более мутным, поверхность стала шероховатой. Слой пентафталевою краски начал вздуваться, отслаиваться. Поверхность окончательно потеряла глянцевый блеск, стала шероховатой. Внешний вид материалов с содержанием 10 и 20% полистирола не изменился.

По истечении третьей недели, практически все исследуемые покрытия (кроме материала, содержащего 10% полистирола) стали матовыми. Образцы с содержанием 30 и 40% полистирола начали отслаиваться от подложки. Площадь отслоения покрытия пентафталевою краской увеличилась.

К концу четвертой недели материал, содержащий 10% полистирола, имел слегка матовый белый цвет. Материалы с содержанием 20, 30, 40% полистирола отслоились. Покрытие пентафталевою краской полностью отслоилось.

По результатам данного эксперимента можно заключить, что чем выше концентрация полистирола в скипидаре, тем ниже водостойкость покрытия.

После того, как образцы находились неделю в масле, покрытие с содержанием 40% поли-

Для определения твердости опытных и эталонного покрытий были использованы чертежные карандаши различной твердости. Их затачивали таким образом, чтобы грифель имел окончание радиусом 0,5 – 1,0 мм. Под прямым углом карандашами проводили по нанесенному покрытию со средней величиной нажима. После этого исследовали поверхность на наличие на ней рисок и отметин. Было установлено, что карандаш твердостью 1 НВ не оставлял отметин, а грифель карандаша твердостью 2 НВ оставлял четкие риски на всех опытных и эталонном покрытиях. На основании результатов эксперимента сделали вывод, что покрытия имеют твердость 1 НВ.

Для определения водо - и маслостойкости на стеклянную подложку наносили исследуемые

стирола начало отслаиваться. Пленки, содержащие 10, 20, 30% полистирола, остались без видимых изменений. Покрытие краской на пентафталевой основе также не изменилось.

К концу второй недели площадь отслоения покрытия раствором, содержащим 40% полистирола в скипидаре, увеличилась. Покрытие пентафталевой краской, являющееся эталоном, местами начало вздуваться, что свидетельствовало об отслоении. Покрытия из материалов с содержанием 10, 20 и 30% полистирола остались без изменений.

По истечении трех недель покрытие, содержащее 10% полистирола отслоилось, оставаясь прозрачным. Покрытия с содержанием 20 и 30% полистирола потеряли прозрачность, но отслоений не наблюдалось.

После четырех недель осмотр образцов показал, что покрытие с содержанием 10% полистирола отслоилось, а после удаления масла с поверхности разрушилось. Покрытия с содержанием 20 и 30% полистирола потеряли прозрачность, но не отслоились. Покрытие из материала с содержанием 40% полистирола полностью отслоилось. Покрытие пентафталевой краской, вздулось и отслоилось.

По результатам данного этапа исследований можно сделать вывод, что покрытия с содержанием 20 и 30% полистирола по маслостойкости превосходят покрытие пентафталевой краской.

Выводы

Проведенные исследования показали возможность получения защитных покрытий из растворов отходов пенополистирола в скипидаре.

Покрытие, полученное из раствора, содержащего 30% полистирола в скипидаре, по сравнению с покрытиями, содержащими 10, 20 и 40% полистирола, обладает более высокими адгезионной прочностью и износостойкостью и не уступает пентафталевой краске, а по маслостойкости превосходит эталон.

Данное покрытие может быть рекомендовано для проведения испытаний в производственных условиях.

Список использованных источников:

1. Пономарева В.Т. Использование пластмассовых отходов за рубежом / В.Т. Пономарева, Н.Н. Лихачева, З.А. Ткачик // Пластические массы. – 2002. – № 5. – С. 44-48.
2. Вторичные ресурсы: проблемы, перспективы, технология, экономика : учебное пособие / Г.К. Лобачев, В.Ф. Желтобрюхов [и др.]. – Волгоград : Наука, 1999. – 180 с.
3. Вторичное использование полимерных материалов / под ред. Е.Г. Любешкиной. – М.: Наука, 1985. – 192 с.
4. Полистирол. Физико-химические основы получения и переработки / А.Я. Малкин, С.А. Вольфсон, В.Н. Кулезнев, Г.Н. Файдель. – М. : Химия, 1975. – 288 с.
5. Пат. 9003 V Україна, МПК С 08 j3/02, С 08 F 12/00, В 22 С1/16. Застосування живичного скипидару як розчинника для відходів пінополістиролу / О.Й. Шинський, Є.В. Терліковський, А.О. Стрюченко та ін. – опубл. 15.09.2005, Бюл. № 9.
6. Пат. 102624 Україна, МПК⁵ В 22 С 1/16, В 22 С 1/20, В 22 С 1/10 (2006.01). Суміш для виготовлення ливарних форм і стрижнів / Л.О. Дан, Л.О. Трофімова, С.В. Шевченко [та інш.]; заявитель и патентообладатель ДВНЗ «ПДГУ». – № a201104353; заявл. 14.02.2012; опубл. 25.07.2013, Бюл. № 14.

Bibliography:

1. Ponomareva V.T. Use of plastic waste abroad / V.T. Ponomarev, N.N. Likhacheva, Z.A. Tkachik // plastic. – 2002. – № 5. – P. 44-48. (Rus.)
2. Secondary resources: problems, prospects, technology, Economics : textbook / G.K. Lobachev, V.F. Zheltobriukhov [and others]. – Volgograd : Nauka, 1999. – 180 p. (Rus.)
3. Secondary use of polymeric materials / Ed. E.G. Lubeshkina. – M.: Nauka, 1985. – 192 p. (Rus.)
4. Polystyrene. Physico-chemical bases of receiving and processing / A.I. Malkin, S.A. Wolfson, V.N. Kuleznev, G.N. Faidel. – M. : Chemistry, 1975. – 288 p. (Rus.)
5. Pat. 9003 V Ukraine, IPC 08 j3/02, C 08 F 12/00, B C1 22/16. Application of turpentine as a solvent for waste foam / O.I. Shinsky, E.V. Terlikovsky, A.O. Struchenko and others. – Published.

15.09.2005, bul. № 9. (Ukr.)

6. Pat. 102624 Ukraine, МРК⁵ В 22 1/16, В 22 С 1/20, В 22 С 1/10 (2006.01). Mixture for the production of casting molds and cores / L.A. Dan, L.A. Trofimova, S.V. Shevchenko [and others]; applicant and patent holder – «PSTU». No. a201104353; Appl. 14.02.2012; publ. 25.07.2013, bul. № 14. (Ukr.)

Рецензент: А.М. Скрещцов
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 02.10.2013

УДК 669.017.1

© Ткаченко К.И.¹, Рябикина М.А.², Ткаченко Ф.К.³

ОСОБЕННОСТИ МЕЖАТОМНОЙ СВЯЗИ И ФОРМИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В ДВОЙНЫХ Fe–C СПЛАВАХ

Карбидная фаза в сплавах на основе железа играет доминирующую роль в формировании физико-механических свойств сталей различного назначения. Поэтому изучению ее природы и свойств уделяется большое внимание. Наиболее «простой» карбид при охлаждении двойных Fe-C сплавов выделяется в виде соединения Fe₃C, природа которого пока не достаточно изучена. Известно, что эта фаза метастабильна и в определенных условиях может распадаться на свободный углерод и атомы железа. В настоящей работе исследованы особенности формирования цементита, исходя из допущения, что межатомная связь в нем имеет ионно-ковалентный характер, уровень которой определяется разностью электроотрицательностей Fe и C.

Ключевые слова: цементит, концентрация, межатомная связь, электроотрицательность.

Ткаченко К.И., Рябикина М.А., Ткаченко Ф.К. Особенности межатомных связей та формування структури у подвійних Fe-C сплавах. Карбідна фаза в сплавах на основі заліза відіграє домінуючу роль у формуванні фізико-механічних властивостей сталей різного призначення. Тому вивченню її природи і властивостей приділяється велика увага. Найбільш «простий» карбід при охолодженні подвійних Fe-C сплавів виділяється у вигляді з'єднання Fe₃C, природа якого поки не достатньо вивчена. Відомо, що ця фаза метастабільна і в певних умовах може розпадатися на вільний вуглець і атоми заліза. У даній роботі досліджені особливості формування цементиту, виходячи з припущення, що межатомних зв'язків у ньому має іонно-ковалентний характер, рівень якої визначається різницею електровід'ємностей Fe та C.

Ключові слова: цементит, концентрація, межатомна взаємодія, електровід'ємність.

K.I. Tkachenko, M.A. Ryabikina, F.K. Tkachenko. Features of the interatomic bonds and the formation of crystal structure in double Fe-C alloys. Carbide phase in the iron-based alloys plays a dominant role in shaping the physical and mechanical properties of steels for various purposes. Therefore, the study of its nature and properties is paid the great attention. The "simplest" carbides during cooling of double Fe-C alloys are released in the form of a compound Fe₃C, the nature of which is not sufficiently studied. It is known that this phase is metastable and under certain conditions can break down

¹ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь

³ д-р техн. наук, професор, ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет», г. Мариуполь