

УДК: 547

doi 10.18101/978-5-9793-0803-6-39-42

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Авторы благодарят сотрудников научной лаборатории и заведующего лабораторией «Плазменные и энергетические технологии» ВСГУТУ профессора С. Л. Буянтуева за выполнение работ по модификации ПТФЭ в плазме тлеющего разряда.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума РАН 44П «Поисковые фундаментальные исследования в интересах развития арктической зоны Российской Федерации».

© **Аюрова Оксана Жимбеевна**, кандидат технических наук,
научный сотрудник Байкальского института природопользования СО РАН
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: chem88@mail.ru

© **Могнонов Дмитрий Маркович**, доктор химических наук, профессор,
главный научный сотрудник Байкальского института природопользования СО РАН
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: dmog@binm.bsnet.ru

© **Корнопольцев Василий Николаевич**, кандидат технических наук,
научный сотрудник Байкальского института природопользования СО РАН
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: kompo@mail.ru

© **Дашицыренова Маргарита Сергеевна**, кандидат технических наук,
ведущий инженер Байкальского института природопользования СО РАН
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: mara8106@yandex.ru

© **Хаглеев Андрей Николаевич**, аспирант
Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ

Представлены результаты исследований по увеличению адгезионных свойств политетрафторэтилена (фторопласт, ПТФЭ). Данные деформационно-прочностных показателей (предел прочности при сдвиге) склеенных внахлест клеем К-300 образцов ПТФЭ — ПТФЭ и ПТФЭ — сплав D16T определяли по ГОСТ 14759-60 на разрывной машине Instron 3367. Для повышения адгезии ПТФЭ применялась обработка поверхности полимера химическим способом (металлароматические комплексы на основе щелочных металлов и ароматических углеводородов), а также обработкой материала в плазме тлеющего разряда (вакуум 6,0–10,7 Па, ток разряда $I = 1 \cdot 10^{-2}$ и $3 \cdot 10^{-2}$ А, напряжение $V = 420$ – 2500 В, экспозиция 30–600 секунд). Сравнительный анализ деформационно-прочностных показателей полученных образцов свидетельствует о более высоких эксплуатационных параметрах после химической модификации поверхности ПТФЭ металлароматическими комплексами. С другой стороны, моди-

фикация поверхности полимера в плазме тлеющего разряда экологически безопасна, не нуждается в дополнительных операциях по регенерации отработанных растворов, сохраняет оптические свойства (прозрачность, цвет) исходного полимера.

Ключевые слова: политетрафторэтилен, поверхность, металлароматические комплексы, тлеющий разряд, прочность при сдвиге, адгезия.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHEMICAL AND PHYSICAL METHODS OF MODIFICATION OF THE SURFACE OF POLYTETRAFTORETILEN

Oksana Z. Ayurova, Candidate of Engineering Sciences,
Research Associate at the Baikal Institute of Nature Management,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Ulan-Ude, Russia.

Dmitry M. Mognonov, Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Chief Researcher at the Baikal Institute of Nature Management,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Ulan-Ude, Russia

Vasily N. Kornopoltsev, Candidate of Engineering Sciences,
Research Associate at the Baikal Institute of Nature Management,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Ulan-Ude, Russia

Margarita S. Dashitsyrenova, Candidate of Engineering Sciences,
Leading Engineer of the Baikal Institute of Nature Management,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Ulan-Ude, Russia

Andrey N. Khagleev, Graduate Student, East Siberia State University
of Technology and Management
Ulan-Ude, Russia

The research results of increasing the adhesive properties of a polytetrafluoroethylene are presented (Teflon, PTFE). Data of these deformation-strength characteristics (strength at shift) the samples which are stuck together with an overlap by K-300 glue defined PTFE-PTFE and the PTFE-alloy of D16T in accordance with GOST 14759-60 by the tensile testing machine Instron 3367. To improve the adhesion of PTFE was applied to the surface treatment of the polymer chemically (metallaromatic complexes based on alkali metals and aromatic hydrocarbons), as well as processing of material in a glow discharge plasma (the vacuum of 6.0 to 10.7 Pa, discharge current $I = 1 \cdot 10^{-2}$ and $3 \cdot 10^{-2}$ A, the voltage $V = 420-2500$ V, exposure 30–600 seconds). The comparative analysis of deformation and strength indicators of the received samples testifies about higher operational parameters after chemical modification of a surface of PTFE metallaromatic complexes. On the other hand modification of a surface of polymer in plasma of the smoldering category is ecologically safe; it doesn't need additional operations on regeneration of the fulfilled solutions; it keeps optical properties (transparency, color) of initial polymer.

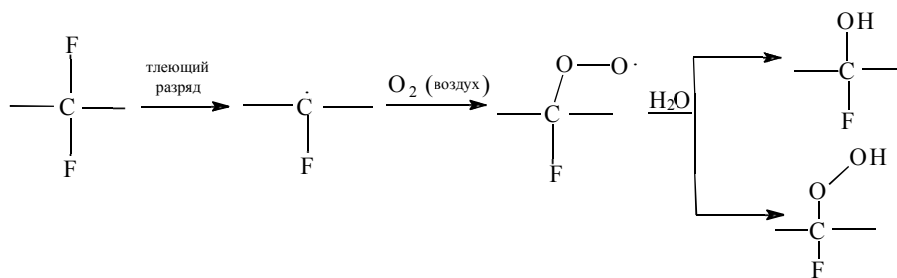
Keywords: polytetrafluoroethylene, a surface, metallaromatic complexes, the smoldering category, durability at shift, adhesion.

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) характеризуется низкой адгезией к большинству материалов, пассивен по отношению ко всем видам клеев, не удерживается на металлических поверхностях. Это затрудняет получение электроизоляционных, термостойких, антипригарных и инертных покрытий, которое зачастую могут решить проблему повышения ресурса и эксплуатационных параметров существующих и разрабатываемых приборов, машин и механизмов.

К химическим методам повышения адгезии ПТФЭ можно отнести обработку поверхности полимера металл-ароматическими комплексами на основе щелочных металлов (Li, Na, K) и ароматических углеводородов (дифенил, нафталин, антрацен и т. д.), приводящую к карбонизации поверхности ПТФЭ. К физическим методам модификации относим обработку материалов в плазме тлеющего разряда в вакууме 6,0–10,7 Па, при токах $1 \cdot 10^{-2}$ и $3 \cdot 10^{-2}$ А в течение 30–600 секунд.

В результате взаимодействия плазмы с полимерными материалами наблюдаются следующие эффекты или их комбинация: электризация, появление диполей, радикалов или функциональных групп, образование или разрушение связей и т. д. Перечисленные эффекты обуславливают активирование поверхностей, что приводит к увеличению поверхностного натяжения, смачивания, адгезионной способности. При этом обработка материалов в тлеющем разряде изменяет только поверхностную структуру материала, не влияя на объемные свойства.

Модификация полимеров в плазме, вызывающая увеличение гидрофильности их поверхностей, сопровождается появлением полярных групп (гидроксильные, гидроперекисные, перекисные) в результате окисления поверхности полимера:



Возможная схема образования полярных групп на поверхности ПТФЭ

Образование кислородсодержащих групп обеспечивает взаимодействие контактирующих с поверхностью подложки химических соединений по механизму водородной связи, диполь — диполь, диполь — индуцированный диполь, ион — диполь. Это обеспечивает увеличение полярного компонента поверхностной энергии.

В таблице приведены данные деформационно-прочностных показателей (предел прочности при сдвиге) склеенных клеем К-300 образцов ПТФЭ-

ПТФЭ и ПТФЭ-D16T, определенных по ГОСТ 14759–69 на разрывной машине Instron 3367.

Таблица

Материал	Способ обработки	Предел прочности при сдвиге, кН/м ² , температура 20 °С	
		через 24 ч	через 6 мес.
ПТФЭ — ПТФЭ	химический	175,4	184,4
ПТФЭ — ПТФЭ	тлеющий разряд	89–92	100–105
ПТФЭ — D16T	химический	205,8	207,3
ПТФЭ — D16T	тлеющий разряд	92–95	98–103

* D16T — алюминиевый сплав

Несмотря на более высокие показатели деформационно-прочностных свойств образцов после обработки поверхности ПТФЭ металлороматическими комплексами, модификация поверхности полимера тлеющим разрядом экологически безопасна, не нуждается в дополнительных операциях по регенерации отработанных растворов, сохраняется оптические свойства (прозрачность, цвет) полимера.

Литература

1. Новый раствор для модификации поверхности фторопласта / О. Ж. Аюрова [и др.] // Журнал прикладной химии. 2005. Т. 78, вып. 5. С. 867–869.
2. Поверхностные свойства политетрафторэтилена, модифицированного в плазме тлеющего разряда / О. Ж. Аюрова [и др.] // Вопросы материаловедения. 2015. № 2(82). С. 60–64.