

29 High rate vacuum deposition of polymer electrolytes Affinito J. D., Gross M. E., Coronado C. A., Dunham G. C., and Martin P. M. J. Vac. Sci. Technol. A, 1996.– Vol. 14, No. 3. – P.733– 738
30 Affinito J. D., Gross M. E., Mounier P. A., Shi M.– K.,

and Graff G. L. Ultrahigh rate, wide area, plasma polymerized films from high molecular weight/low vapor pressure liquid or solid monomer precursors// J. Vac. Sci. Technol. A, 1999.– Vol. 17, No. 4.– P.1974– 1981.

Получено 10.12.2002

V.P. Kazachenko. Deposition methods of polymer coatings in vacuum.

In the review basic methods of the thin polymer coatings deposition in vacuum are analyzed: plasma polymerization, polymerization of the monomer on the surface of solid substance by concentrated flow of energy (CFE), coatings deposition from active gas phase forming by disintegration of initial material by CFE, combined methods developed last years. We concentrated attention on last two methods, it's used for deposition of nanocomposite and multilayer coatings.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2003. № 1(6)

УДК 677.027

В. Т. ГАВРИЛЬЧИК, соискатель; Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО АППРЕТИРОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Приведены данные о влиянии режимов и условий аппретирования бумаги на ее устойчивость к истиранию, адсорбционные свойства. Показано, что наиболее значительное улучшение служебных свойств достигается при проведении комплексной обработки, включающей предварительную активацию бумаги в плазме барьерного разряда и последующее нанесение тонкого полимерного покрытия.

Нанесение тонких полимерных покрытий на поверхность различных материалов является эффективным приемом придания им специфических поверхностных свойств [1–3]. Это обусловлено благоприятным, подчас уникальным сочетанием физико-механических свойств аппретированных материалов: высокой химической стойкости; хороших диэлектрических характеристик; гидрофобности (или гидрофильности); низкого коэффициента трения; эластичности и ряда других показателей.

Одним из перспективных, принципиально новых направлений совершенствования технологии аппретирования полимерных волокнисто-пленочных материалов является замена жидкой технологической среды на активную газовую [1]. Однако при обработке в газовой фазе создаются специфические условия, существенно изменяющие протекание химико-физических, в том числе и адсорбционных процессов [4]. Так, например, при реализации данной технологии осуществляется непосредственное взаимодействие молекул красящего или аппретирующего вещества с поверхностью обрабатываемого материала, свободной от адсорбированных веществ жидких технологических сред. При этом молекулы аппрета находятся, как правило, в возбужденном состоянии, что определяет их высокую химическую активность и сказывается на природе, структуре поверхностных слоев и, в конечном счете, на свойствах обработанных материалов.

Основной целью данной работы является исследование влияния условий и режимов плазмохимической обработки бумаги в активной газовой фазе на ее гидрофобные свойства, устойчивость к истиранию.

Методика исследования. Плазмохимическая обработка бумаги проводилась путем осаждения тонких покрытий политетрафторэтилена (ПТФЭ) и полиимида (ПИ) из активной газовой фазы, генерируемой методом электронно-лучевого диспергирования исходных полимеров по методике, приведенной в [3]. Контроль толщины наносимого покрытия осуществлялся при помощи кварцевого резонатора. Схема устройства, с помощью которого проводилось аппретирование материалов, представлена на рисунке 1.

При проведении экспериментов использовалась бумага офсетная книжная плотностью 0,6 г/дм². Методика исследования устойчивости модифицированной бумаги к истиранию включала следующие этапы: предварительная обработка бумаги в плазме барьерного разряда (при необходимости); печатание текста; нанесение покрытия в активной газовой фазе; истирание; сканирование текста; автоматическое распознавание текста; подсчет ошибок при распознавании текста. Текст размером 80x25 мм, состоящий из 361 символа, наносился на лист писчей бумаги с помощью лазерного принтера.

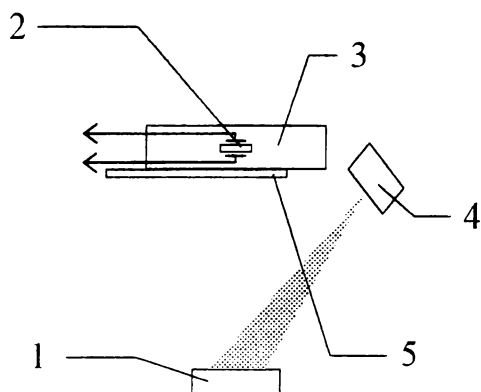


Рисунок 1 – Схема осаждения покрытия на бумагу из активной газовой фазы: 1 – тигель с диспергируемым полимерным материалом; 2 – кварцевый генератор; 3 – подложкодержатель с обрабатываемым материалом; 4 – электронно-лучевая пушка; 5 – заслонка

Испытания на циклическое истирание проводили на специальной машине возвратно-поступательного трения. Истирание образцов с напечатанным текстом проводилось сухим (бумага) и влажным (бязь, смоченная водой) плоским индентором при нагрузке 9,8 Н.

Воздухопроницаемость обработанных материалов определяли путем измерения объема воздуха, прошедшего через определенную площадь образца бумаги за единицу времени при заданной разности давлений по одну и другую сторону образца. Измерения производились на приборе RX-3300 по ГОСТ 13525.14-90.

Об адсорбционных свойствах обработанной бумаги судили по результатам измерения краевого угла смачивания.

Установлено, что при истирании исходной бумаги сухим индентором при указанных выше режимах число ошибок монотонно возрастает (рисунок 2). При 700 циклах истирания число ошибок распознавания достигает трети всех символов.

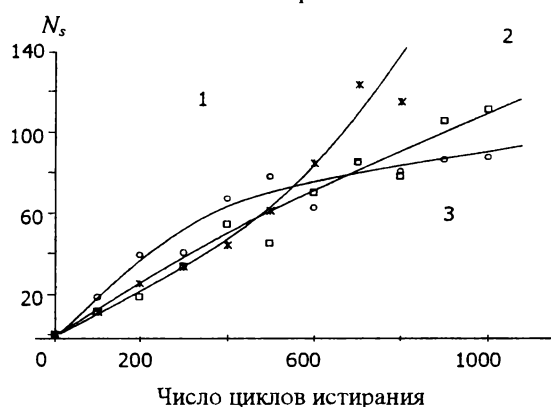


Рисунок 2 – Изменение числа ошибок распознавания N_s в процессе истирания сухим индентором исходной бумаги (1), бумаги с покрытием ПТФЭ (2), ПИ (3)

Нанесение полимерных покрытий на бумагу без ее предварительной активации не приводит к существенному повышению износостойкости. Достаточно существенные различия в износостойкости при нанесении полимерных покрытий наблюдаются только после 600...700 циклов истирания.

Это связано, по-видимому, с особенностями строения бумаги. На первом этапе происходит интенсивное изнашивание покрытия, нанесенного на волокна, расположенные на поверхности бумаги и вступающие в контакт с индентором. Образовавшиеся частицы износа закрепляются в пористой структуре волокон, находящихся в поверхностном слое, и экранируют от механического повреждения нанесенный на их поверхность текст.

Установлено, что влияние предварительной обработки бумаги в плазме барьерного разряда с последующим нанесением покрытия на ее свойства зависит от природы полимерного покрытия. Так, при нанесении покрытия ПИ предварительная обработка бумаги практически не оказывает значительного влияния на износостойкость (рисунок 3). Для покрытий ПТФЭ получен значительно более высокий эффект при их нанесении на бумагу, обработанную в плазме барьерного разряда при достаточно жестком режиме (мощность разряда $P = 60$ Вт), при котором бумага подвергается интенсивному травлению. При истирании бумаги влажным индентором кинетика износа значительно изменяется (рисунок 4). Установлено, что уже при 50 циклах истирания начинается катастрофический износ исходной бумаги. При этом основным механизмом износа является скатывание, что сказывается на форме полученных кинетических кривых.

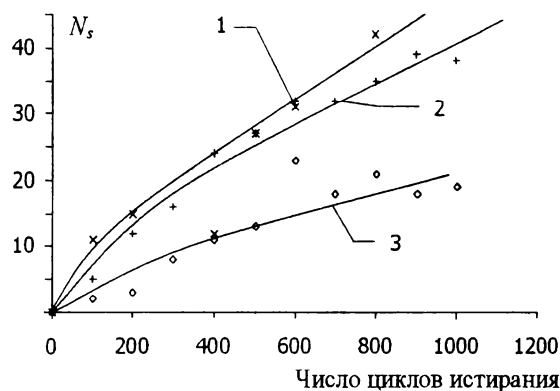


Рисунок 3 – Изменение числа ошибок распознавания N_s в процессе истирания сухим индентором бумаги, обработанной в барьерном разряде (1), предварительно обработанной в разряде и с последующим нанесением покрытия ПИ (2), ПТФЭ (3)

Нанесение полимерных покрытий независимо от их природы заметно повышает устойчивость бумаги к истиранию при данных условиях испытания.

Дальнейшее повышение устойчивости к истиранию влажным индентором можно добиться путем нанесения покрытия ПИ на бумагу, предварительно обработанную в барьерном разряде при режиме, при котором происходит травление (рисунок 5). При этом показано, что при нанесении покрытия ПИ через 14 и более суток после обработки бумаги в разряде значительное повышение ее износостойкости сохраняется.

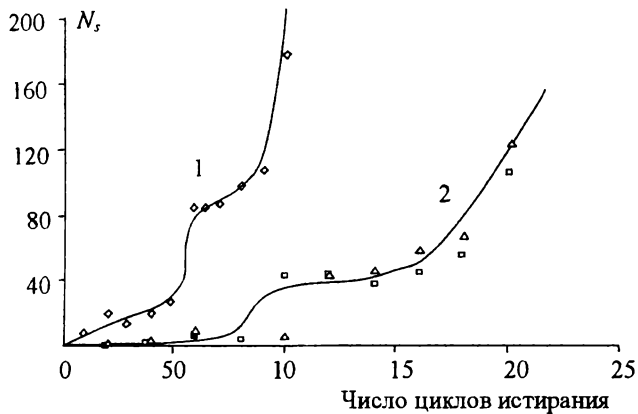


Рисунок 4 – Изменение числа ошибок распознавания N_s в процессе истирания влажным индентором исходной бумаги (1) и бумаги с покрытием (2): \square – бумага с покрытием ПИ; Δ – бумага с покрытием ПТФЭ; \diamond – исходная бумага

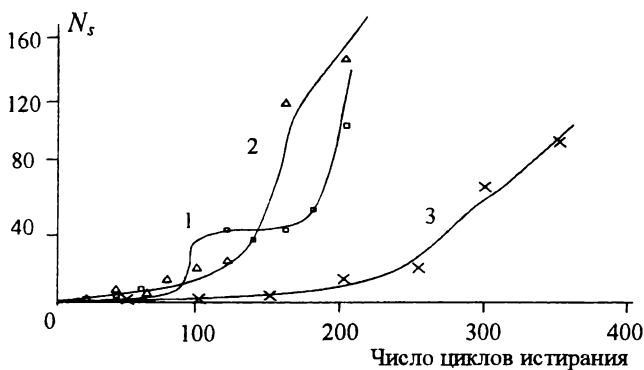


Рисунок 5 – Изменение числа ошибок распознавания N_s в процессе истирания влажным индентором исходной бумаги (1), бумаги с покрытием ПИ, предварительно обработанной в плазме барьерного разряда при мощности 30 Вт (2), 60 Вт (3)

Активационная обработка бумаги перед нанесением покрытия ПТФЭ практически не влияет на ее износостойкость.

На рисунке 6 представлены обобщенные результаты оценки устойчивости бумаги, модифицированной различными методами, к истиранию влажным индентором. Видно, что для повышения стойкости к истиранию во влажной среде следует рекомендовать комбинированную обработку, включающую активацию в разряде при достаточно жестких режимах и последующее нанесение покрытия полиимида.

Повышение устойчивости текста, нанесенного на активированную бумагу, к истиранию связано с проявлением более сильного адгезионного взаимодействия печатной краски с подложкой. Это подтверждается более высокой (в среднем на 10 – 20 %) износостойкостью бумаги при реализации обработки по схеме активация–печать–нанесение покрытия в сравнении с износостойкостью материала, обработанного по схеме печать–активация–нанесение покрытия.

Установлено, что нанесение полимерных покрытий на бумагу повышает ее гидрофобные свойства (таблица 1). При этом активационная обра-

ботка бумаги в барьерном разряде повышает ее гидрофобные свойства, что связано с образованием на таких поверхностях более сплошных покрытий [5]. Сохранение высокой гидрофобности поверхности после истирания свидетельствует об объемном характере модифицирования, проникновении летучих частиц диспергирования в объем материала.

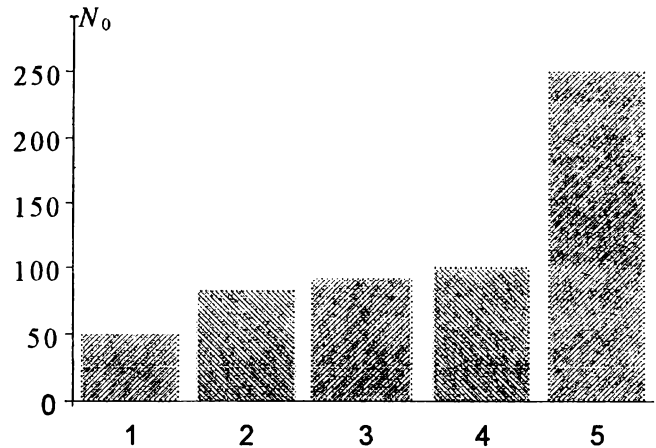


Рисунок 6 – Число циклов истирания до начала интенсивного изнашивания N_0 при трении влажным индентором по бумаге без покрытия (1), с покрытием ПТФЭ (2), с покрытием ПИ (3), обработанной в разряде и с покрытием ПТФЭ (4), обработанной в разряде и с покрытием ПИ (5)

Таблица 1 – Гидрофобные свойства модифицированной бумаги

Вид модификации	Угол смачивания до истирания, град.	Угол смачивания после истирания, град.
Без обработки	75	67
Нанесение покрытия ПИ на необработанную поверхность	92	78
Обработка в разряде при $P=30$ Вт, нанесение покрытия ПИ	96	83
Обработка в разряде при $P=60$ Вт, нанесение покрытия ПИ	103	91

Отметим, что плазмохимическое аппретирование целлюлозосодержащих материалов практически не влияет на их воздухопроницаемость. Так, воздухопроницаемость бумаги с покрытием ПТФЭ при давлении $\Delta P = 50$ Па составляет 0,706–1,401 л/м.с, без покрытия – 0,680 – 1,356 л/м.с.

Выводы. Установлено, что нанесение полимерных слоев политетрафторэтилена и полиимида на поверхность бумаги, предварительно активированной в плазме барьерного разряда, приводит к повышению стойкости нанесенного на ее поверхность текста к истиранию в 1,5–10 раз, значительной ее гидрофобизации. При определении оптимальных режимов обработки следует учитывать условия истирания. Объемные свойства бумаги изменяются незначительно.

Список литературы

1 Пат.1569.МКИ D06P 5/20. Способ обработки волокнисто-тканевого материала/ *Рогачев А. В., Казаченко В. П., Палый О. И.* Заявл. 23. 05.94; Опубл. 30. 09.94 // *Официальный бюллетень*. – 1994. – № 2.

2 *Глазырин Н. П., Толстопятов Е. М., Рябченко И. Л., Гракович П. Н.* Поли-п-ксилиленовые покрытия пористых материалов // *Материалы, технологии, инструмент*. – 1996. – № 2. – С.61–62.

3 *Егоров А. И.* Физико-химические закономерности процессов массопереноса при плазмохимическом окрашивании и

аппретировании полиэтилентерефталата: Автореф. дис. ...канд. техн. наук / БелГУТ. – Гомель, 1999.

4 *Рогачев А. В., Казаченко В. П., Щебров А. В.* Физико-химические закономерности формирования полимерных покрытий из активной газовой фазы // *Поликом-98: Сб. трудов / ИММС НАНБ*. – Гомель, 1998. – С.59–65.

5 *Рогачев А. А., Саркисов О. А., Гаврильчик В. Т., Рогачев А. В., Егоров А. И.* Влияние активации поверхности на морфологические особенности начальных стадий роста полимерных покрытий из активной газовой фазы // *Тонкие пленки в оптике и электронике: Сб. докладов 14-го Международного симпозиума*. Ч. 1. – Харьков: ННЦ ХФТИ, ИПЦ “Контраст”, 2002. – С. 99–103.

Получено 10.12.2002

V. T. Gavrilchik. Influence of plasma-chemical treatment of cellulose contained materials onto their Physical-mechanical properties.

Data about influence of regimes and conditions of paper treatment onto wear resistance and adsorption properties are reported. It is shown that the greatest improving of properties may be achieved by complex treatment consisted of a previous activation by barrier discharge plasma and deposition of thin polymer coating.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2003. № 1(6)

УДК 624.131:624.131.213

В. В. ТАЛЕЦКИЙ, кандидат технических наук; Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ИСПЫТАНИЯ ИСКУССТВЕННО АНИЗОТРОПНОГО ПЕСЧАНОГО ГРУНТА В ПРИБОРЕ ДВУХОСНОГО СЖАТИЯ

Проведены исследования искусственно сформированных образцов песчаного грунта изотропной и анизотропной структуры в условиях плоской деформации. Испытания проводились в приборе двухосного сжатия с нагружением образцов жесткими штампами. Определены прочностные и деформационные свойства. Установлено повышение прочностных свойств песчаного грунта с искусственно созданной слоистой анизотропией.

Часто строительство необходимо вести на ненадежных и неустойчивых грунтах. В этих условиях особое значение приобретает целенаправленное изменение физико-механических характеристик грунтов, достигаемое их уплотнением или усилением (армированием). Армирование насыпного грунта выполняют введением в него специальных негниющих тканей, пленок, сеток и других материалов.

Обычно при определении прочностных свойств армированных грунтов используют сложные модели, учитывающие свойства грунта, прочность армирующего материала, величину трения его с грунтом и др. [1]. Это ведет к дополнительным затратам на проведение испытаний, а также к снижению точности определения свойств из-за сложности математического описания взаимодействия двух материалов.

Для сокращения количества испытаний и повышения точности определения свойств нами предлагается свойства армированного грунта определять через испытание в приборе двухосного сжатия искусственно сформированных, армиро-

ванных образцов исследуемого грунта, а полученные при испытании прочностные и деформационные характеристики использовать как параметры модели грунта [2].

С целью исследования изменения свойств грунта после его армирования были проведены испытания образцов песчаного грунта нарушенной структуры двух видов. Образцы одного вида были изотропными (грунт № 1), другого – искусственно анизотропными (грунт № 2). Отличие грунта № 2 состояло в помещении в образец при его формировании двух горизонтальных слоев сетки из стекловолокна на расстоянии 20 и 40 мм от верхней грани образца. Сетка имела ячейки размером 4 × 4 мм и толщину волокон 0,5 мм.

Образцы готовились из мелкозернистого песка (намывной песок микрорайона № 17 г. Гомеля). Формирование их происходило в разборных металлических формах. Навеска грунта укладывалась в форму с послойным уплотнением. После формирования образцов формы закрывались крышками, швы герметизировались и образцы грунта в формах замораживались. Перед испытанием форма