

особи, комерційні й урядові організації, фонди тощо.

Література

1. Артемьева Т. В. Фандрайзинг. Привлечение средств на проекты и программы в сфере культуры и образования / Т. В. Артемьева, Г. Л. Тульчинский. – СПб. : Лань, 2010. – 286 с.
2. Брайсон Джон М. Стратегічне планування для державних і неприбуткових організацій : Пер. з англ / Джон М. Брайсон. – Львів : Літопис, 2004. – 352 с.
3. Корінцева О. І. Менеджмент неприбуткових організацій : [навч. посіб.] / Під загал. ред. О. І. Корінцевої. – Суми : «Собор», 2004. – 104 с.
4. Краплин Р. Методи підвищення фінансової життєздатності недержавних організацій / Р. Краплин. – К., 2004. – 76 с.
5. Стратегічне планування / Колектив, автор ; за ред. В. Г. Воронкова // Планування та прогнозування в умовах ринку : [навч. посібник] / за ред. В. Г. Воронкова. – К. : Професіонал, 2006. – С. 254–320.
6. Фандрайзинг: привлечение средств на некоммерческую деятельность / [В. А. Барезев, С. Леликов, С. Е. Орлова и др.]. – СПб : ГУКИ, 2005. – 102 с.

PROBING PROPERTIES OF COLD RADIOFREQUENCY PLASMA WITH POLYMER PROBE

Bormashenko E., Chaniel G., Multanen V., Ramat Gan, Israel

Abstract: The probe intended for the characterization of cold plasma is introduced. The probe allows estimation of the Debye length of the cold plasma. The probe is based on the pronounced modification of surface properties (wettability) of polymer films by cold plasmas. The probe was tested with the cold radiofrequency inductive air plasma discharge. The Debye length and the concentration of charge carriers were estimated for various gas pressures. The reported results coincide reasonably with the corresponding values established by other methods. The probe makes possible measurement of characteristics of cold plasmas in closed chambers.

1. Introduction.

Cold plasmas, produced by electrical discharges in low-pressure gases, consist of a mixture of highly reactive species, i.e. ions, radicals, electrons, photons and excited molecules.[7] Their composition and characteristics strongly depend on device parameters, such as vacuum chamber geometry, gas pressure, gas flow rate and electrical power input and frequency.[7] However, probing of physical properties of cold plasmas is a challenging task.[4,5] When the cold plasma is open, such probing may be successfully carried out with the Langmuir probe.[9] When the cold plasma is enclosed in a chamber the probing procedure becomes far from to be trivial. At the same time, the precise data concerning the physical properties of plasma (especially the concentration of charged particles) is crucial for a diversity of applications of cold plasma, in particular, materials science application of plasmas.

Cold plasma treatment is broadly used for modification of surface properties of polymer materials.[1,4] The plasma treatment creates a complex mixture of surface functionalities, which influence surface physical and chemical properties and results in a dramatic change in the wetting behaviour of the surface.[10-17] Surface modification of polymers by cold plasmas allowed various applications of plasma for cleaning, printing and coating processes.[1,4,7]

In our paper we introduce the polymer-based probe, exploiting surface functionalization of polymers by the cold plasma, allowing effective characterization of plasma in closed chambers.

2. The role of a sheath in the interaction of cold plasma with polymer materials.

At the edge of a bounded plasma, a potential exists to contain the more mobile charged species. This allows the flow of positive and negative carriers to the wall to be balanced. In the usual situation of the plasma, consisting of equal numbers of positive ions and electrons, the electrons are far more mobile than the ions. The plasma will therefore be charged positively with the respect to a grounded wall. The non-neutral potential region between the plasma and the wall is called a sheath.[7] Spatial distributions of charge carriers and a potential in the vicinity of a sheath are depicted in Fig. 1.

When a polymer sheet (film) is placed into chamber containing a cold plasma, it is also surrounded by the sheath (polymer sheet works as a wall), as shown schematically in Fig. 2. The thickness of the sheath is on the order of magnitude of the few Debye lengths of the plasma given by:

$$\lambda_{De} = \left(\frac{\varepsilon_0 T_e}{en_0} \right)^{1/2} \quad (1)$$

where T_e is the temperature of electrons in units of Volts, e is the charge of electron, $n_0 = n_i = n_e$ is the density of charge carriers far from a wall, depicted in Fig. 1.[1] The experimental establishment of n_0 in a closed chamber containing plasma is a challenging experimental task. We introduce the probe allowing the estimation of parameters of plasma based on surface effects produced by cold plasma on polymer films.

3. Probe allowing experimental estimation of parameters of cold plasma.

It is well known, that the cold plasma modifies strongly surface properties of organic materials, resulting in the dramatic change of their wettability.[3,18] It is also generally accepted that the strong hydrophilization of polymer surfaces by cold plasma is at least partially due to the re-orientation of hydrophilic groups of polymers towards the solid/air interface, occurring under the cold plasma treatment.[2,19,22] This re-orientation results in the increase of the dipole-dipole interaction between the plasma-treated polymer and a liquid, contacting with this polymer.[17,19,20] It is reasonable to attribute the re-orientation of hydrophilic groups of polymer chains to the collisions of these groups with ions accelerated by the electric field of a sheath, displayed in Fig. 1. [7] The electrons of the sheath practically do not transfer energy to much heavier hydrophilic moieties of polymer chains. Thus, it is plausible to suggest that when the sheath is not formed, and ions are not accelerated by the electric field of the sheath, the influence of plasma on a polymer will be essentially weakened.

This hints an idea of the plasma probe displayed in Fig. 3. This probe contains the glass slide and polymer film, placed into the aluminium frame, allowing free access of charged particles into the clearance separating the polymer and the glass slide. Now we place the probe into the chamber containing the cold plasma. When the clearance h between the glass slide and polymer is larger than the Debye length $h > \lambda_{De}$, the sheath is formed and polymer will be influenced by ions of the sheath; however, when the condition $h < \lambda_{De}$ takes place the separation of charge carriers becomes impossible and a sheath will not be formed. Hence, when the condition $h < \lambda_{De}$ takes place the polymer will not feel the presence of plasma, and its surface properties will remain the same. Thus, varying the value of the clearance separating the polymer and the glass slide will allow the rough experimental estimation of the the Debye length λ_{De} . Thus, the concentration of charge carriers may be calculated with Exp. (1).

This hypothesis was experimentally checked with two polymers: polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Extruded PP (thickness 30 μm) and PE (thickness 500 μm) films were used in our experiments. The linear dimensions of both of polymer films were the same, i.e. length – 5 cm, width – 2.5 cm. The probe was introduced into the inductive radiofrequency cold plasma discharge (Harrick PDC-32G). The parameters of plasma were: air pressure - 2Torr, power – 18W. The time span of irradiation was 1min. The clearance h was varied from 10 μm to 250 μm . The simplest possible experimental procedure allowing detecting of plasma impact on polymer films is the measurement of the apparent water contact angle.[17,19,20] The measurement of water contact angle was carried out under ambient conditions with a Ramé–Hart goniometer (model 500), immediately after introducing the probe into the chamber. Drops were placed at the center of polymer plates exposed to plasma. Fifteen measurements were taken to calculate the mean apparent water contact angle.

The apparent “as placed”, [21] water contact angle θ was plotted as a function of the clearance h , as shown in Fig. 4. When the clearance h was larger than 150 μm the apparent contact angle of polymer films decreased dramatically. Starting from the critical value of $h_{cr} \sim 100-120 \mu m$ the impact of plasma on polymers was weakened, and when the clearance was less than 50 μm , no influence of plasma on wetting properties of polymers was registered, as demonstrated in Fig. 4. It should be emphasized that the results were the same for both of polymers used in our investigation, as it is seen from Fig. 4. This means that the critical value of clearance h_{cr} depends on the properties of the plasma sheath only. Thus, the thickness of the sheath may be estimated roughly as $d \sim h_{cr} \sim 100 \mu m$. Thus, for the rough estimation of the concentration of charge carriers far from a wall n_0 , we obtain using Exp. (1):

$$n_0 \approx \frac{\varepsilon_0 T_e}{e \lambda_{De}^2} \approx \frac{4 \varepsilon_0 T_e}{ed^2} \cong 2 \cdot 10^{16} \div 2 \cdot 10^{17} m^{-3} \quad (2)$$

where $\lambda_{de} \approx d/2 \approx h_{cr}/2 = 50 \mu m$; $T_e \cong 1 \div 10V$ are taken for a sake of estimation of n_0 . The

concentration of charge carriers, supplied by Exp. (2), coincides reasonably with the values typical for inductive cold radiofrequency plasma discharges.[8,9]

Summary.

We introduced simple probe intended for the characterization of cold radiofrequency plasma. The probe is based on the change of surface properties of polymer films caused by the cold plasma. This change is mainly due to the formation of plasma sheath surrounding a polymer film. The sheath accelerates ions colliding with a surface of polymer film. These collisions result in a dramatic change of wettability (hydrophilization) of polymer films. The proposed probe contains the glass slide and a polymer film, placed into the aluminum frame, allowing a free access of charged particles into the clearance separating the polymer and the glass slide. When the clearance between the glass slide and polymer is smaller than the Debye length, the sheath is not formed within the clearance. Hence, in this case the wettability of polymer will remain unchanged. This hypothesis was tested experimentally with use of polyethylene and polypropylene films. Indeed, starting from the certain threshold, minimal value of a clearance, the apparent water contact angle of polymer remained unchanged. The thickness of the sheath is on the order of magnitude of few Debye lengths. Thus the Debye length of the plasma was estimated. In our experiments carried out with inductive radiofrequency cold plasma the Debye length was estimated approximately as 50 μm . The concentration of charge carriers was established respectively as: $n_0 \cong 2 \cdot 10^{16} \div 2 \cdot 10^{17} \text{ m}^{-3}$. This value coincides reasonably with the values of concentrations typical for cold radiofrequency plasma inductive discharges, established by other methods. It is noteworthy that the probe allows measurement of characteristics of cold plasma in closed chambers.

References

- [1] H. K. Yasuda, J. Wiley & Sons 1984 Plasma polymerization and plasma treatment, New York.
- [2] Yasuda, H.; Sharma, A. K. 1981 Effect of orientation and mobility of polymer molecules at surfaces on contact angle and its hysteresis. *J. Polymer Sci.* **19**, 1285-1291.
- [3] M. Strobel, C. S. Lyons, K. L. Mittal. 1994 Plasma surface modification of polymers: Relevance to adhesion. VSP, Utrecht.
- [4] M. Strobel, C. S. Lyons, K. L. Mittal (Eds), 2000 Plasma surface modification of polymers: relevance to Adhesion. **Vol. 2**, VSP, Zeist, the Netherlands.
- [5] Stenzel, R. L. 1976 Microwave resonator probe for localized density measurements in weakly magnetized plasmas, *Rev. Scientific Instruments.* **47**, 603-607
- [6] Chasseriaux, J.M., Debrie, R, and C. Renard C. 1972, Electron density and temperature measurements in the lower ionosphere as deduced from the warm plasma theory of the h.f. quadrupole probe, *J. Plasma Physics.* **8**, 231 - 253
- [7] Lieberman, M. A.; Lichtenberg A. J. 2005 Principles of plasma discharges and materials processing, *J. Wiley & Sons*, Hoboken, (2005).
- [8] Hopwood, J. 1992 Review of inductively coupled plasmas for plasma processing, *Plasma Sources Sci. Technol.* **1**, 109.
- [9] Hopwood, J. Guarnieri, C.R. ; Whitehair, S.J. ; Cuomo, J.J. 1993, Langmuir probe measurements of a radio frequency induction plasma, *J. Vacuum Science & Technology A.* **11**, 152 – 156
- [10] Occhiello, M. Morra, F. Garbassi, 1991 *Applied Surface Science.* **47**, 235-242.
- [11] Occhiello, M. Morra, P. Cinquina, F. Garbassi, 1992 *Polymer.* **33**, 3007-3015.
- [12] R. M. France, R. D. Short, 1998 *Langmuir.* **14 (17)**, 4827–4835.
- [13] R. M. France, R. D. Short, 1997 *J. Chem. Soc., Faraday Trans.* **93**, 3173-3178.
- [14] S. Wild, L. L. Kesmodel, 2001 *J. Vac. Sci. Technology.* **19**, 856-860.
- [15] Kondoh, T. Asano, A. Nakashima M. Komatu, 2000 *J. Vac. Sci. Technology.* **18**, 1276-1280.
- [16] D. Hegemann, H. Brunner, Ch. Oehr, 2003 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, **208**, 281–286.
- [17] A. Kaminska, H. Kaczmarek, J. Kowalonek, 2002 *European Polymer Journal.* **38**, 1915–1919.
- [18] Ed. Bormashenko, R. Grynyov, 2012 Plasma treatment allows water suspending of the natural hydrophobic powder (lycopodium), *Colloids and Surfaces B.* **97**, 171– 174
- [19] Ed. Bormashenko, G. Chaniel, R. Grynyov, 2013 Towards understanding hydrophobic recovery of plasma treated polymers: Storing in high polarity liquids suppresses hydrophobic recovery, *Applied Surface Science.* **273**, 549– 553
- [20] M. Pascual, R. Balart, L. Sanchez, O. Fenollar, O. Calvo, 2008 *J. Materials Science.* **43**, 4901-4909.
- [21] R. Tadmor, Pr. S. Yadav, 2008 As-placed contact angles for sessile drops, *J. Colloid and*

Interface Science. 317, 241–246.

[22] M. Mortazavi, M. Nosonovsky, 2012 A model for diffusion-driven hydrophobic recovery in plasma treated polymers, *Applied Surface Science*. 258, 6876–6883

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИЙ ПРОЦЕС ТРАДИЦІЙНИХ ТА ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСКУРСІЙ

*Буяло Т.Є., Голубнюк В.О., Трохоненко А.Р.
Київ, Україна*

Вимоги часу й розпочата радикальна реформа системи освіти в Україні орієнтують нинішніх і майбутніх викладачів на відмову від авторитарного стилю навчання на користь гуманістичного підходу, на застосування методів і форм роботи з учнями, що сприяють розвитку творчих засад особистості з урахуванням індивідуальних особливостей учасників навчально-виховного процесу.

Однією з форм організації навчальної роботи з біології є екскурсії в природу та музеї. Ця форма передбачена обома чинними програмами з біології [4, 9] і є обов'язковими для втілення в навчально-виховний процес.

Проте, як показує аналіз практичної діяльності учителів-біології, багаторічний досвід проведення педагогічної практики студентів майбутніх учителів біології у школах міста Києва, лише незначна кількість учителів проводить ці екскурсії. Це пояснюється як об'єктивними – відсутність необхідних об'єктів для спостереження в безпосередній близькості від школи, перевантаженість учнів з усіх предметів, участь школярів у спортивних секціях та гуртках, що унеможливило проведення екскурсій у позаурочний час, так і суб'єктивними факторами – пасивністю деяких учителів біології.

Загальновідомо, що екскурсія розширює кругозір учнів, розвиває спостережливість, уміння бачити те, що раніше залишалося поза увагою, виробляє практичні навички, вміння орієнтування в просторі, тощо. [2]. Велике значення екскурсій полягає у тому, що школярі знайомляться з видовими назвами рослин і тварин, що зростають та мешкають у місцевості школи, пізнають практичне значення рослин і тварин у екосистемі, дізнаються, які рослини є отруйними і рідкісними.

Шкільна екскурсія – форма навчально-виховної роботи з класом або групою учнів в умовах природного ландшафту, виробництва, музею, виставки, мета якої – спостереження й вивчення учнями різноманітних об'єктів та явищ дійсності. Практичне й методичне обґрунтування біологічних екскурсій розробив О. Я. Герд. Він указував на необхідність взаємозв'язку уроку з екскурсією. Ідеї О. Я. Герда розвивали вчені-методисти В. В. Половцов, Б. Є. Райков, М. М. Верзілін, В. М. Корсунська, Ю. І. Полянський, І. М. Пономарьова, І. Т. Суравегіна. [8]. Із сучасних учених-методистів Грицай Наталія Богданівна у своїх роботах приділяє значну увагу організації і проведенню екскурсій з біології. [3].

На початкових етапах запровадження екскурсій у шкільну практику вони усвідомлювались як метод навчання. Згодом екскурсія набула статусу самостійної форми навчання.

Екскурсії в навчальній програмі з біології розміщені окремим блоком у кінці кожного класу, відповідно учитель може самостійно на свій розсуд визначати календарний час проведення цієї форми роботи. Наприклад, екскурсію 6 класу «Різноманітність рослин свого краю» можна провести у вересні при вивченні теми «Вступ», що сприятиме розвитку мотивації учнів до вивчення біології. Оскільки школярі побачать, що об'єкти вивчення ростуть у місцевості, де вони живуть, – мають практичне значення. Або весною після вивчення теми «Різноманітність рослин». В цьому випадку учитель буде формулювати завдання для учнів, спрямовані на узагальнення і систематизацію навчального матеріалу.

При плануванні роботи у календарно-тематичному плані вчитель заздалегідь визначає терміни проведення екскурсій. На уроках, що передують екскурсіям, знайомить учнів із певними природними явищами, які вивчатимуться безпосередньо в природі. Вчитель передбачає також і зворотний зв'язок – використання матеріалів екскурсій на наступних уроках.

Проте не завжди є змога організувати передбачені шкільною програмою екскурсії безпосередньо у природі чи на виробництві. Інколи погодні умови не дозволяють реалізувати намічений план і провести екскурсію по обраній темі. Та й складно в досить короткий термін в рамках пішохідної екскурсії познайомитися з різними об'єктами, що представляють ту чи іншу тему, оскільки дані об'єкти можуть перебувати на значних відстанях один від одного, що веде до втоми учнів і різкого зниження сприйняття матеріалу, втрати інтересу. За таких умов можна провести віртуальну екскурсію, створену самим вчителем або учнями під його керівництвом [1,5].