Инновационные направления развития плазменных технологий

1,2Будаев В.П.

1Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия  
2Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия,  
 [budaev@mail.ru](mailto:budaev@mail.ru)

В обзоре обобщены недавние экспериментальные наблюдения материалов [1-5], подверженных экстремальным плазменным нагрузкам в установках термоядерного синтеза и плазменных установках с высокотемпературной плазмой. Мощная плазменная нагрузка на материал и коллективные эффекты при взаимодействии турбулентной пристеночной плазмы [1,6] с поверхностью в таких установках приводят к стохастической кластеризации и фрактальному росту поверхности на масштабах от десятков нанометров до сотен микрометров, что создает статистическое самоподобие шероховатости поверхности с чрезвычайно высокой удельной площадью, в том числе на тугоплавких металлах – вольфраме и др., Рис.1. Особенностью образующихся фрактальных структур является наличие различных масштабов структуры поверхности (поры, кратеры и т. д.) от десятков нанометров до десятков микрометров, что может обеспечить дополнительные физико-химические и, в том числе, особые каталитические свойства такой многомасштабной поверхности. Статистические характеристики иерархической гранулярности и масштабной инвариантности поверхности таких материалов качественно отличаются от свойств шероховатости обычной броуновской поверхности, что обеспечивает потенциал инновационных плазменных технологий для синтеза новых наноструктурированных материалов с запрограммированными свойствами шероховатости для ядерных, химических, гиперзвуковых технологий [7], для биотехнологий и биомедицинских применений. Работа поддержана грантом РНФ № 17-19-01469.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fig2  (a) | im XIM-Жит-W-1278  (б) | 23  (в) |
| Рис. 1. СЭМ-микрофотографии поверхности материалов после действия высокотемпера­турной плазмы: (а) углеродная пленка из токамака Т-10, (б) вольфрама из установки КСПУ-T, (с) бериллий из КСПУ-Be. | | |

Литература.

1. Budaev V.P. Physics Letters A. 2017, V 381, 43,  3706-3713
2. Будаев В.П.  [Вопросы атомной науки и техники. Термоядерный синтез](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1527685). 2015. 38,  [4](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1527685&selid=25075622), 5.
3. Будаев В.П. и др. Письма в [ЖЭТФ](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1014999). 2012. Т. 95. [№ 1-2](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1014999&selid=17706697). С. 84-90.
4. Будаев В.П. Письма в [ЖЭТФ](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1014999). 2017. Т. 105. [№ 5](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1014999&selid=17706697). С. 284–290.
5. Budaev V.P., e a , Physica A. 2007. T. 382. № 2. 359-377.
6. Будаев В.П. и др.  [Успехи физических наук](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1373844). 2011. Т. 181. [№ 9](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1373844&selid=23062388). С. 905-952.
7. Брутян М.А., Будаев В.П., Волков А.В. и др., [Ученые записки ЦАГИ](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1127858). 2013. Т. XLIV. [№ 4](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1127858&selid=19143611). С. 15-30.