

## ТРАВЛЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ В АРГОН-ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАЗРЯДА

*Д.В. Сиделёв, к.т.н., доц.,*

*С.Е. Ручкин, студент гр. ОДМ01*

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,*

*тел.(3822) -701777 (доп. 2595)*

E-mail: [ruchkin.2010.2010@mail.ru](mailto:ruchkin.2010.2010@mail.ru)

Покрывания на основе углерода обладают уникальными свойствами (высокая износостойкость и твёрдость) [1], благодаря чему они применяются для изменения механических свойств поверхности режущих инструментов, деталей пар-трения, скольжения, качения и пр. В настоящее время актуальными становятся задачи по (1) снижению производственного брака при напылении покрытий и (2) нанесению покрытий на восстановленные детали, т.е. после механической обработки. Следовательно, необходима технология удаления покрытий из углерода с поверхности таких деталей. Данный метод должен обладать высокой скоростью травления ( $> 1$  мкм/час) и селективностью по отношению к материалу подслоя или материала подложки ( $>40$ ). Помимо этого, снятие (удаление) углеродных покрытий необходимо проводить без физического распыления материала изделия. В противном случае может искажаться морфология поверхности, происходить изменение профиля кромки режущего инструмента и т.д. В связи с этим было использовано реактивное ионное травление, где задействовано как физическое, так и химическое распыление. Обычно вклад физического распыления в данной технологии достаточно высок, однако за счёт изменения потенциала смещения на подложке до минимальных значений (по амплитуде – 5...20 В) можно снизить энергию ионов, бомбардирующих поверхность. Таким образом, роль физического воздействия будет минимальна. Цель настоящей работы состоит в получении данных о травлении углеродных покрытий в Ar-H<sub>2</sub> плазме высокочастотного разряда.

Экспериментальная схема установки показана на рис. 1. Был задействован индуктивно-связанный источник плазмы РПГ-128 (ООО "Лаборатория вакуумных технологий плюс", г. Зеленоград, Россия) с блоком питания COMDEL CX-1250S.

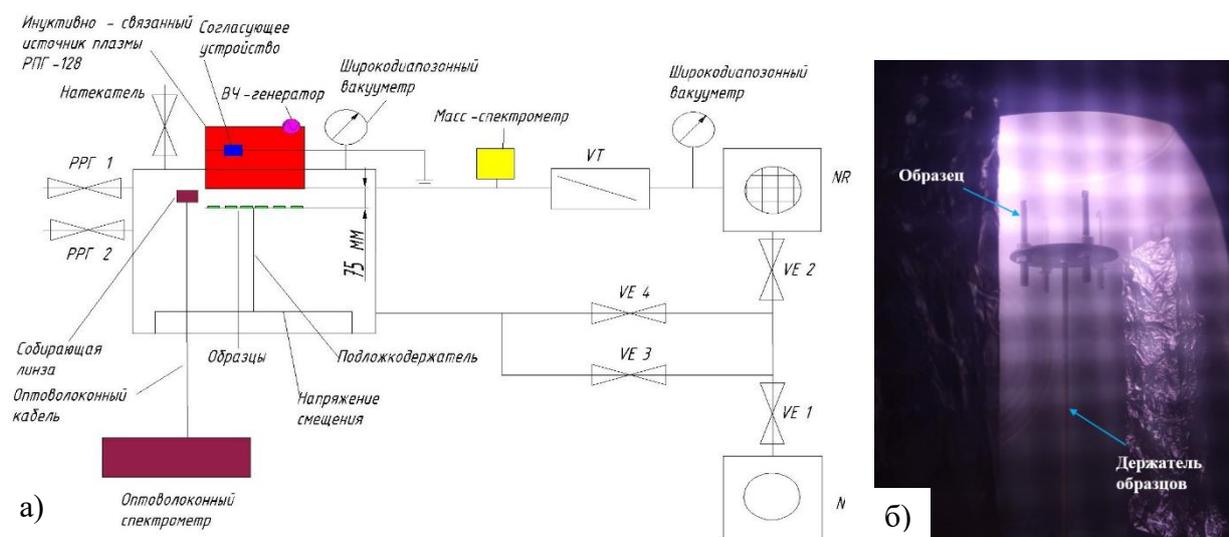


Рис. 1. (а) Схема экспериментальной установки и (б) фотография процесса внутри вакуумной камеры

В эксперименте были постоянными следующие параметры: мощность источника высокочастотной плазмы - 750 Вт, потенциал смещения на подложке - (-20 В), суммарный расход газов (аргона и водорода), поступающий в камеру - 75 см<sup>3</sup>/мин. Изменялись следующие параметры: поток Ar (от 15 до 35 см<sup>3</sup>/мин) и H<sub>2</sub> (от 0 до 35 см<sup>3</sup>/мин). Предварительно были получены модельные образцы покрытий из аморфного углерода на подложках из стали 12х18н10т. В качестве подслоя использовался титан, толщиной ~100 нм.

На рис. 2 показаны данные о скорости и селективности травления для системы «углеродное покрытие – подслоя из титана – подложка 12х18н10т». Видно, что в атмосфере Ar происходит только физическое распыление, скорости травления углерода и титана низкие и сопоставимые между собой. С добавлением водорода в газовую смесь и последующим увеличением его наблюдается значительный рост скорости травления и повышается селективность до 40 и более. Это вызвано переходом процесса травления от физического распыления к реактивному ионному, где удаление углерода происходит преимущественно посредством химического механизма.

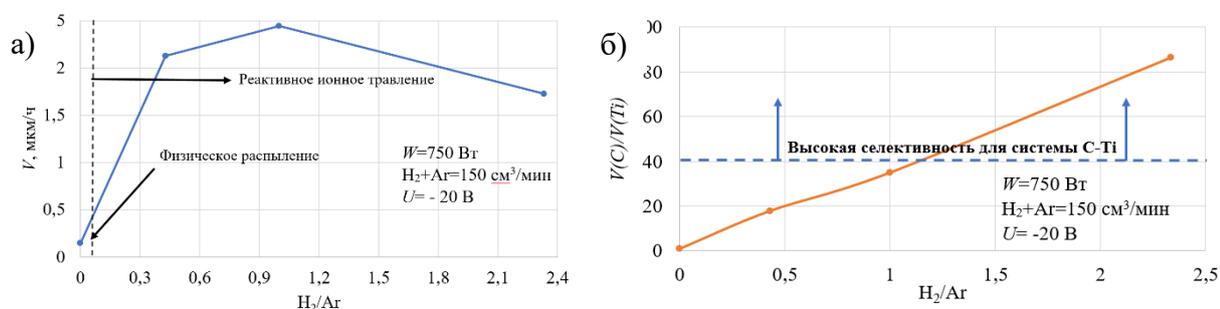


Рис. 2. (а) Скорость травления углерода и (б) селективность его травления по отношению к титану в зависимости от состава газовой смеси

Методом оптической эмиссионной спектроскопии в плазме тлеющего разряда был исследован состав поверхности модельных образцов до и после обработки в аргон-водородной смеси. Показано, что при травлении образцов (сталь 12х18н10т с углеродным покрытием) в течение расчётного времени на их поверхности остаётся только металлический подслоя (титан, толщиной около 50-100 нм). Углеродного покрытия обнаружено не было.

В качестве иллюстрации эффективности данной технологии дополнительно было выполнено несколько серий экспериментов с натурными образцами (концевые фрезы, свёрла, лезвия и пр.), модифицированными углеродными покрытиями в плазме магнетрона и с помощью дуговых испарителей. На рис. 3 показаны результаты обработки поверхности концевой фрезы из стали Р6М5К5 в аргон-водородной плазме при оптимальном режиме. Аналогично модельным образцам на поверхности натуральных изделий остаётся только металлический подслоя, углеродное покрытие удаляется.



Рис. 3. Фотографии концевой фрезы с углеродным покрытием (а) до и (б) после травления покрытия.

#### Список литературы:

1. Robertson, J. Diamond-like amorphous carbon / J. Robertson // Materials Science and Engineering: R Reports. V.37. N.4. – 2002. – P. 129-281.