

Наличие и соотношение интенсивностей полос на спектрах КР зависит от условий термообработки (рис. 3, а). Более упорядоченные тонкие края пластин УНС толщиной в несколько графеновых слоев, выгорают в первую очередь, что приводит к уменьшению интенсивности полосы G и увеличению соотношения I_D/I_G . После термообработки при температурах $>600^\circ\text{C}$ УНС теряет сплошность, на что указывает появление на спектрах КР полосы Si и широкой полосы при $\Delta\nu$ 2273–2286 cm^{-1} ($\Delta\nu_{1/2}=120\text{--}160 \text{ cm}^{-1}$) (рис. 3, а). Спектр КР образца, подвергнутого термообработке при температуре 800°C , показывает размытые полосы D и G , а также узкую (не интенсивную) полосу алмаза при 1335 cm^{-1} ($\Delta\nu_{1/2}=6,7 \text{ cm}^{-1}$). Результаты воздействия термообработки на воздухе в течение 1 ч на состав и строение УНС, определяющих ВАХ автоэмиссионных катодов, показаны на рис. 3, б. При испытании автоэмиссионного катода, подвергнутого термообработке (800°C), при максимальном для использованного источника напряжении (2000 В), автоэмиссии не наблюдалось.

Заключение

Состав и строение сформированных и после термообработки на воздухе УНС исследованы методами растровой электронной микроскопии, спектроскопией КР и рентгеновской дифрактометрией. Установлено, что УНС многофазны и состоят из кристаллических и рентгеноаморфных фаз графита, алмаза, чаоита и карбина, при этом основная масса слоя представлена в виде изогнутых пластинчатых форм или (уплотненных по $\{0001\}$) кристаллитов графитоподобной фазы.

Показана взаимосвязь условий формирования УНС с характеристиками автоэмиссионных катодов на их основе. Выявлены значения температур, при которых происходит изменение морфологии пластин, составляющих УНС, и эмиссионных характеристик автоэмиссионных катодов на их основе. Установлены температуры нагрева, после воздействия которых невозможна эмиссия автоэлектронов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Collins J.L. Diamond-like carbon (DLC) – a review // *Industrial diamond review*. – 1998, v. 58, № 578, p. 90–92.
2. Белянин А.Ф., Борисов В.В., Тимофеев М.А., Ламский А.Н. Ненакаливаемые катоды на основе углеродных наноструктурированных слоистых структур // *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. – 2013, № 4, с. 31–36.
3. Белянин А.Ф., Самойлович М.И., Житковский В.Д., Пащенко П.В., Тимофеев М.А., Ковальский К.А., Клещева С.М., Борисов В.В., Петухов К.Ю. Слоистые ненакаливаемые катоды // *Нано- и микросистемная техника*. – 2005, № 8, с. 39–47.
4. Белянин А.Ф., Самойлович М.И., Пащенко П.В., Борисов В.В., Дзбановский Н.Н., Тимофеев М.А., Дворкин В.В., Пилевский А.А., Евлашин С.А. Получение и строение поликластерных пленок алмаза и алмазоподобных углеродных пленок // *Наноинженерия*. – 2013, № 7, с. 16–26.
5. Самойлович М.И., Белянин А.Ф. Наноструктурированные пленки AlN: получение, строение и применение в электронной технике // *Инженерная физика*. – 2006, № 5, с. 51–56.
6. Белянин А.Ф., Самойлович М.И., Борисов В.В., Сушенцов Н.И., Тимофеев М.А., Пилевский А.А., Беляев О.А. Ненакаливаемые катоды на слоистых структурах нитридов и углеродных материалов // *Нано- и микросистемная техника*. – 2015, № 7, с. 48–60.
7. Ferrari A.C., Meyer J.C., Scardaci V., Casiraghi C., Lazzeri M., Mauri F., Piscanec S., Jiang D., Novoselov K.S., Roth S., and Geim A.K. Raman spectrum of graphene and graphene layers // *Physical review letters*. – 2006, v. 97, 187401.