

bility and Processing Productivity Depending on the Grain Size of the Coating or Cutting Tool Base Material, *Advances in Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 300–316 (2019).

2. Kostyuk, G., Popov, V., Kostyk, K.: Computer Modeling of the obtaining nanostructures process under the action of laser radiation on steel. *CEUR Workshop Proceedings*, 2353, 729–743 (2019).

3. Kostyuk, G., Nechyporuk, M., Kostyk, K.: Determination of Technological Parameters for Obtaining Nanostructures under Pulse Laser Radiation on Steel of Drone Engine Parts. In: *10th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, 208–212. IEEE, Leeds, United Kingdom (2019).

PRINCIPLES FOR CREATING A NEW CLASS OF CUTTING TOOLS THAT ENSURE THE HIGHEST POSSIBLE EFFICIENCY OF FORMING AND PRODUCTIVITY OF MILLING

Kostyuk G. I.

National Aerospace University named by N.Ye. Zhukovsky “Kharkiv Aviation Institute”, Chkalov Street, 17, Kharkiv 61070, Ukraine, g.kostyuk@khai.edu

Calculations were made for embodiments CT:

- VK10 (90 % WC and 10 % Co);
- a modified VK10 (79,7 % WC and 9,5 % Co, 3 % CrN; AlN 6,5 %, TiN 3 %) and VK20 (80 % WC and 20 % Co).

Calculated amounts of nanostructures (V), the minimum (h_{\min}) and the maximum (h_{\max}) of depth, as well as the grain size (a). The criterion for the formation of nanostructures in the volume considered the achievement of the desired temperature range (500...1500 K) implementing temperature increase rate of more than 10^7 K/s. Were determined from the dependence of these quantities of energy ions (200, 2000, 20000 eV) by the action of one-, two- and triply charged ions. These values were calculated for the case of steps ions: boron, carbon, nitrogen, aluminum, vanadium, chromium, oxygen, iron, nickel, cobalt, yttrium, zirconium, molybdenum, hafnium, tantalum, tungsten and platinum. comparing these values were held to consider the three cutting tools.

In the case of the action of nitrogen ions (200 eV) to have a volume of $5.8 \text{ VK}10 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 7,97 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $h_{\max} = 3,02 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ and a grain size is $2.23 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. To obtain the volume of $2.91 \text{ Modified VK}10 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 2,88 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ and a grain size is $1.77 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. If actions for nitrogen ions have VK20 volume $7.42 \cdot 10^{-26} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 8,46 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, and the grain size is $5.21 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

Increased energy 20 keV results in a substantial increase in the NC of volume, and it is $4.46 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3$ depth also increase somewhat $h_{\min} = 2,33 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, $h_{\max} = 2,69 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, and the grain size is $2.04 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. VK20 amount $2.63 \cdot 10^{-23} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 1,24 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, $h_{\max} = 5,73 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, and the grain size is $3.69 \cdot 10^{-8} \text{ m}$.

In the case of actions of yttrium ions at an energy of 200 eV we have a volume of $3.98 \cdot 10^7 \text{ m}^3$, $h_{\min} = 5,18 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $h_{\max} = 2,72 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, the grain size is $1.97 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. To obtain the volume of 4.06 modified VK10 $\cdot 10^{-8} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 1,49 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, grain size is $9.19 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. VK20 volume $3.07 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 4,32 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, and a grain size of $2.7 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

Increasing energy of 20 kV leads to an increase in the grain size VK10 to $1.92 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, $h_{\max} = 1,99 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, and the grain size is $1.54 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. To 6.8 VK20 $\cdot 10^{-24} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 1,54 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, $h_{\max} = 2,99 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, and the grain size is $2.35 \cdot 10^{-8} \text{ m}$.

In the case of actions on the VK10 hafnium ions (200 eV) we have volume $1.18 \cdot 10^{-25} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 3,94 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, $h_{\max} = 7,76 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, the grain size is $60.9 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Move to higher energies leads to an increase in volume to $2.6 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, $h_{\max} = 2,21 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, grain size is $1.71 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. VK10 have modified volume $2.54 \cdot 10^{28} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, grain size is $7.86 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. VK20 grain volume up to $6.41 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 3,74 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, and the grain size is $2.3 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

Going to higher energies resulting in an increase in grain volume to $2.64 \cdot 10^{-25} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 0$, $h_{\max} = 1,29 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, and the grain size is $7.96 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. VK20 grain volume increases to $4.6 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3$, $h_{\min} = 6,01 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, $h_{\max} = 2,67 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, and the grain size is $2.06 \cdot 10^{-8} \text{ m}$.

The study was performed for singly charged ions, battery rise results in an increase of particularly significant quantities kVe at 20 and $z = 3$.

Consider the action of boron ions (B+), nitrogen (N+), yttrium (Y+) and hafnium (Hf+) to the modified VK10 (79.7 % WC). VK20 (80 % WC) and VK10 (90 % WC), as in Fig. 1 shows the dependence of the grain size (a), the minimum (b) and maximum (c) NS depth and the grain radius of the ion N+ (Fig. 1), for the case of action on the modified VK10.

To assess the degree of influence of the cemented carbide composition (percentage of WC in a material) on the efficiency of producing nanostructures these ions were constructed according to the grain volume of the proportion of the tungsten carbide in CT material for the case of steps of boron ion (B+), nitrogen (N+), yttrium (Y+) and hafnium (Hf+) (Fig. 2). Analysis of the results shows that for low mass ions of boron and nitrogen percentage of tungsten carbide effect slightly, whereas with increasing mass of the ion, this difference becomes significant (especially hafnium ions it varies by more than an order of magnitude). All this testifies to the fact that the mass of the ion significantly affects the volume, and therefore the grain size.

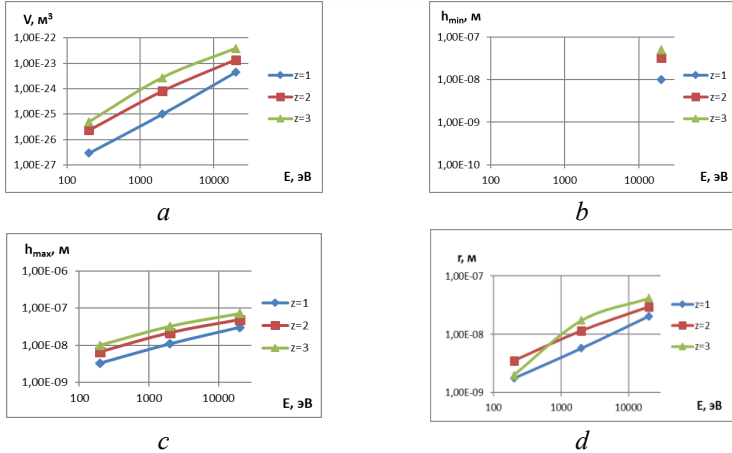


Fig. 1. Dependencies volume nanocluster (NC) (a) and the minimum (b) and maximum (c) depth and radius of NC (d), the energy nitrogen ions (N^+) with different charge ($z = 1, z = 2, z = 3$) VK10 modified

It is seen that for all ions minimum value for the grain size realized VK20 somewhat larger for the modified VK10 and VK10 is significantly higher for the (classical). These results suggest the possibility to use the modified VK10, which has a high physical-mechanical characteristic than VK20 and VK10, although the grain size had substantially the same as that of the VK20.

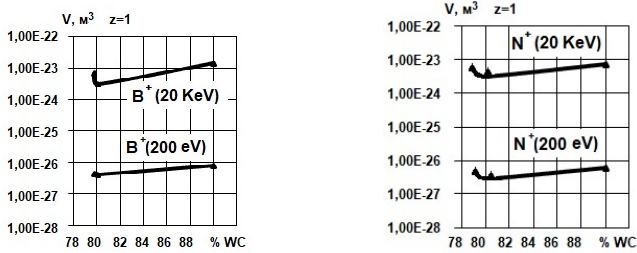


Fig. 2. The dependences of the NC volume percent tungsten carbide composition for modified VK10 (WC – 79.7 %), VK20 (WC – 80.00 %) and VK10 (WC – 90.00 %) under the action of yttrium ions (a) and hafnium (b)

Consideration of the action of boron ions, nitrogen, yttrium and hafnium to the modified VK10 (WC – 79.7 %), VK20 (WC – 80.00 %) and VK10 (WC – 90.00 %) showed:

1. Value of the ion energy and the ion charge states greatly affect the grain size (with increasing energy of the charge and the grain size increases);

2. Increase the percentage composition of the tungsten carbide results in grain growth, and with the increasing mass ion reduction of the grain size is more significant that it can be used to obtain the required grain size;

3. Designing a cutting tool material with the possibility of formation of nanostructures shows that not always increase the proportion of tungsten carbide tool enhances the performance and efficiency, and often the grain size has a decisive influence.

КОНЦЕПЦІЇ ТА ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ І ВИСОКОРЕСУРСНИХ ДЕТАЛЕЙ З УРАХУВАННЯМ ЗМІЦНЕННЯ

Костюк Г. І.¹, Попов В. В.²

¹*Національний аерокосмічний університет ім. Н.С. Жуковського «ХАІ»*

²*Акціонерне товариство ФЕД, Харків*

Концепція полягає в тому, що конструювання РІ і деталей зі зміцненням спрямовано на кінцевий результат досягнення максимуму ефективності формоутворення завдяки РІ, максимуму стійкості або продуктивності оброблення для РІ та для деталей досягнення максимального ресурсу або надійності.

Концепція для різального інструменту базується на виконанні таких принципів:

1. Потрібно вибрати поєднання покриття – опрацьований матеріал та основний матеріал РІ – опрацьований матеріал, які забезпечують мінімальну їх адгезійну взаємодію і, отже, ефективне механічне оброблення.

2. Максимальну адгезійну взаємодію, а отже, і ефективну роботу покриттів на РІ і деталях з покриттями буде забезпечено при максимумі різниці електронегативності матеріалів покриття й деталі (РІ), що також забезпечить максимум адгезії, а отже, і ефективну й тривалу роботу РІ і деталей агрегатів.

3. Як критерій роботоздатності РІ можна взяти технологічні критерії: критична шорсткість, точність розміру або форми (наприклад, максимально допустима конусність, бочкоподібність, хвилястість та ін.)

4. Ефективність формоутворення й роботоздатність твердих сплавів з покриттями під час оброблення загартованих сталей визначається розміром зерна в покритті, причому меншому розміру зерна