

С. Г. Купцов, М. В. Фоминых, Д. В. Мухинов,  
Р. С. Магомедова, В. П. Плещёв  
УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург  
matu@mail.ru

## УПРОЧНЕНИЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ ВК8

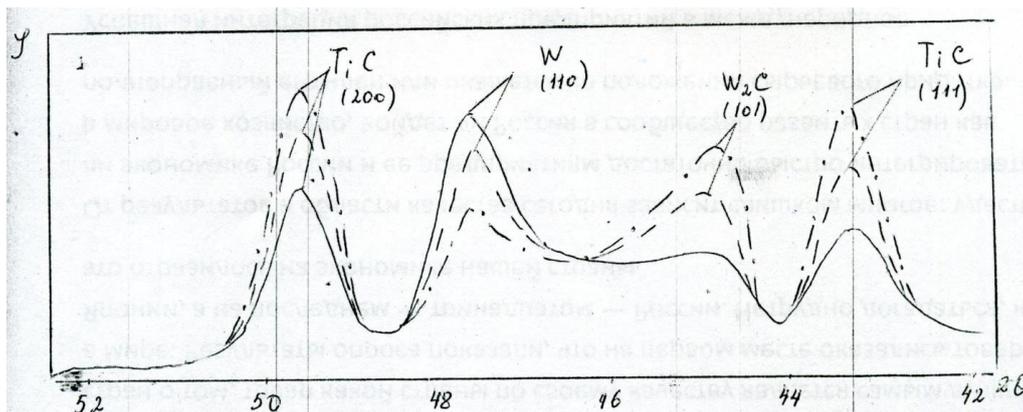
В работе рассмотрены закономерности легирования сплавов титана твердыми сплавами ВК8, Т30К4, Т15К6. Показано, что в соответствии с увеличением суммарной энергии воздействия на поверхности, происходит образование и увеличение слоев карбидов вольфрама и титана, а также увеличение микротвердости, привеса и глубины «белого слоя».

*Ключевые слова:* титановый сплав, твердые сплавы, микротвердость, «белый слой», привес, параметр кристаллической решетки, карбид вольфрама, карбид титана.

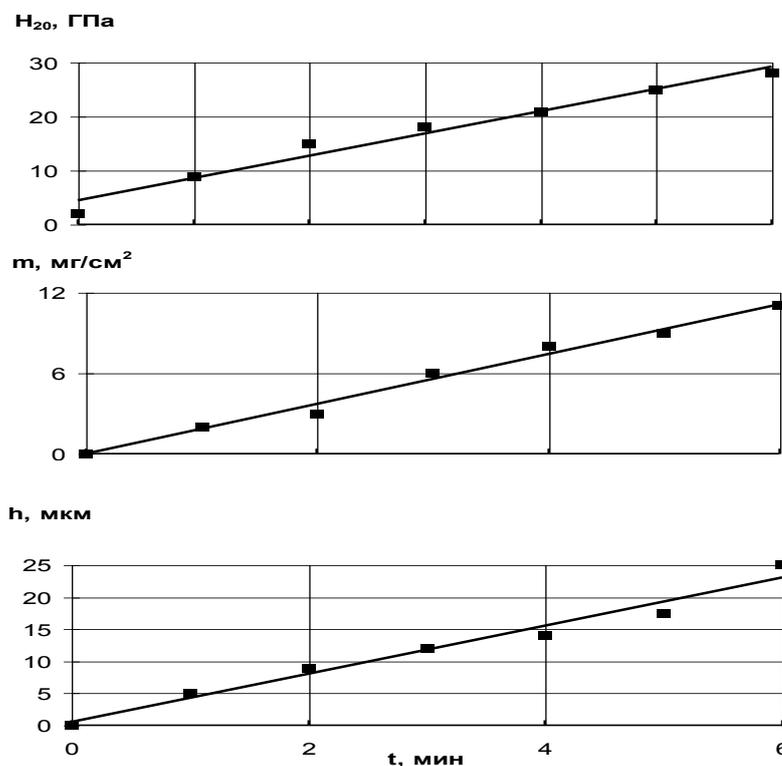
In the main regularities of alloying of titanium carbide grades VK8, TC, T15K6. It is shown that in accordance with the increase in total energy impacts on the surface, the formation and increase of layers of carbides of tungsten and titanium, as well as the increase of microhardness, weight gain and depth of the "white layer".

*Keywords:* Titanium alloy, hard alloy, microhardness, "white layer", the gain, the lattice parameter, tungsten carbide, titanium carbide.

При ЭИЛ сплава ВТ1-0 твердым сплавом ВК8 наблюдаются в первый период времени (до 1 минуты) происходит распад карбида вольфрама, образование карбида титана (период решетки  $4,2444 \text{ \AA}$ ), что свидетельствует о более высокой его степени насыщенности углеродом, за счет использования углерода, входящего в состав сплава ВК8. По мере увеличения времени обработки количество карбидов титана и вольфрама возрастает. Параметр решетки карбида титана после 2 мин. обработки достигает  $4,2728 \text{ \AA}$ ,  $\beta$ -титан исчезает. При дальнейшем увеличении времени нанесения покрытия наблюдается формирование карбида  $W_2C$  с одновременным уменьшением количества вольфрама и параметра решетки карбида титана до  $4,2202 \text{ \AA}$ . Микротвердость достигает значения  $28,6 \pm 0,6 \text{ ГПа}$ , толщина «белого слоя» – 25 мкм (рис. 1), режимы нанесения покрытий рентгенограммы которых следующие:  $U = 100 \text{ В}$ ,  $f_{\text{узг}} = 22,5 \text{ кГц}$ ,  $f_{\text{ин}} = 11 \text{ кГц}$ ,  $c = 30 \text{ мкФ}$ , фаза разряда –  $216^\circ$ .



— 1 мин/см<sup>2</sup>, -- 4 мин/см<sup>2</sup>, · · · 5 мин/см<sup>2</sup>, · · · · 6 мин/см<sup>2</sup>  
 Рис. 1. Изменение фазового состава поверхностного слоя сплава VT1-0 в зависимости от времени напыления сплавом BK8

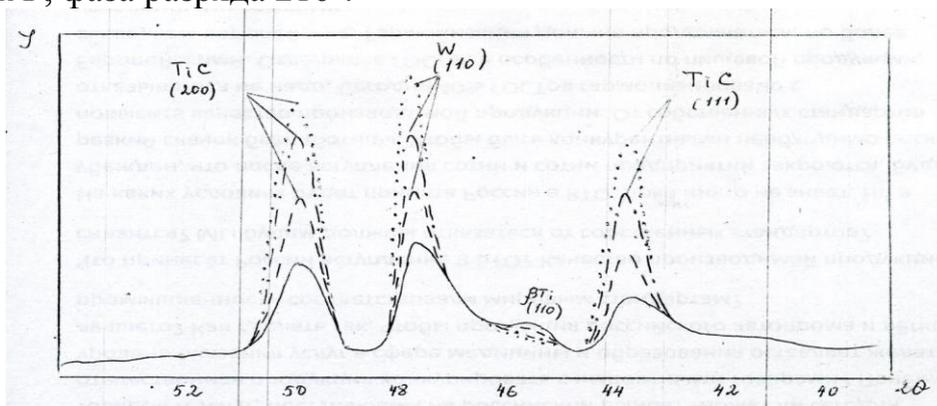


$H_{20}$  – микротвердость,  $\Delta m$  – привес,  $h$  – глубина «белого слоя»

Рис. 2. Изменение поверхностной микротвердости, привеса и глубины «белого слоя» сплава VT1-0 в зависимости от времени напыления сплавом BK8

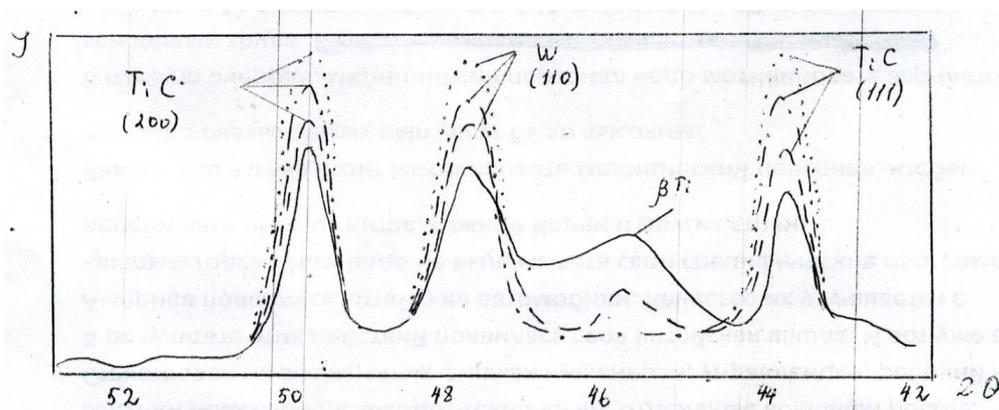
При обработке сплава VT1-0 сплавами T15K6, T30K4, аналогично предыдущему случаю, появляется фаза  $\beta$ -Ti, W, TiC (распад карбида вольфрама на W и C и насыщение титана основы углеродом). После 3 мин. об-

работки количество TiC возрастает и достигает наибольшей величины и дальнейший рост времени обработки практически не изменяет соотношения фаз. В начальный период времени параметр TiC равен 4,2360 Å. После 3 мин. легирования он достигает значения 4,2712 Å (рис. 2, 3). Изменение микротвердости, привеса и глубины «белого слоя» приведены на рис. 4–6. Микротвердость достигает максимального значения после 3 мин. обработки  $28 \pm 0,6$  ГПа. Режим упрочнения:  $U = 100$  В,  $f_{\text{узг}} = 22,5$  кГц,  $f_{\text{ин}} = 11$  кГц,  $c = 30$  мкФ, фаза разряда  $216^\circ$ .



— — 1 мин/см<sup>2</sup>, --- 2 мин/см<sup>2</sup>, · · · · 3 мин/см<sup>2</sup>, · · · · 6 мин/см<sup>2</sup>

Рис. 3. Изменение фазового состава поверхностного слоя сплава VT1-0 в зависимости от времени напыления сплавом T15K6



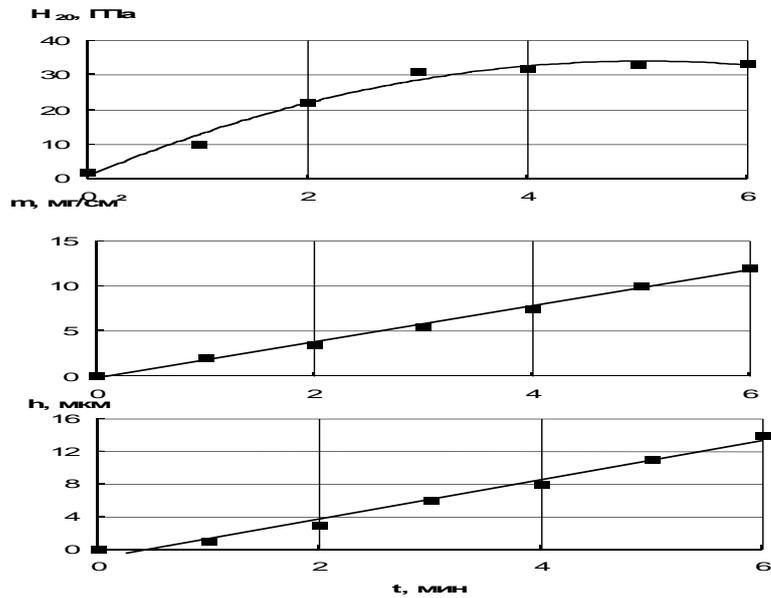
Фаза  $216^\circ$ : — — 1 мин/см<sup>2</sup>, --- 2 мин/см<sup>2</sup>, · · · · 3 мин/см<sup>2</sup>,  
· · · · 6 мин/см<sup>2</sup>

Рис.4. Изменение фазового состава поверхностного слоя сплава VT1-0 в зависимости от времени напыления сплавом T30K4

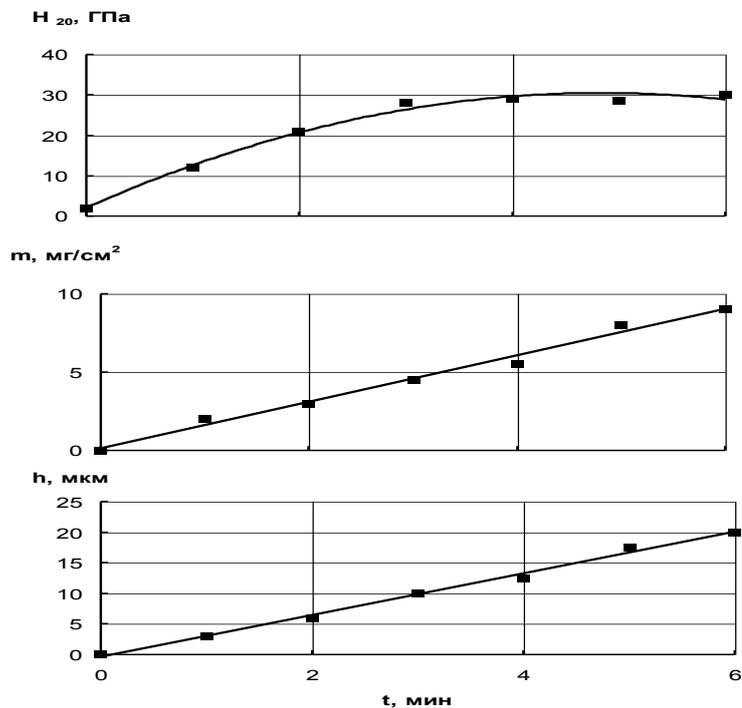
Во всех случаях наблюдается:

- в первый период времени распад карбида вольфрама и образование карбида титана. Затем происходит образование карбида вольфрама и далее с увеличением времени обработки количество карбидов вольфрама и титана возрастает;

- монотонно увеличивается поверхностная микротвердость, привес и глубина белого слоя.



$H_{20}$  – микротвердость,  $\Delta m$  – привес,  $h$  – глубина «белого слоя»  
 Рис. 5. Изменение поверхностной микротвердости, привеса и глубины «белого слоя» сплава ВТ1-0 в зависимости от времени напыления составом Т15К6



$H_{20}$  – микротвердость,  $\Delta m$  – привес,  $h$  – глубина «белого слоя»  
 Рис. 6. Изменение поверхностной микротвердости, привеса, глубины «белого слоя» сплава ВТ1-0 в зависимости от времени напыления составом Т30К4