

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра физики твердого тела**

Горельчик
Алексей Николаевич

**Исследование структуры и фазового состава образцов сплава T15K6 с покрытием
из Zr, подвергнутых облучению СЭП**

Дипломная работа

Научный руководитель
кандидат физ.-мат. наук, доцент
Понарядов Владимир Васильевич
Научный консультант
кандидат физ.-мат. наук, доцент
Ходасевич Валерий Васильевич

Минск, 2015

Слайд 2

Приготовление образца

Циркониевое покрытие наносилось на пластину из спечённого твёрдого сплава Т15К6 методом КИБ. Пластина была разрезана на 7 образцов, каждый из которых был облучён СЭП на импульсной электронно-пучковой установке при разных режимах работы. Образцы Ez1, Ez2, Ez3 облучались СЭП с плотностью энергии 40 Дж/см² и длительностью импульсов 100, 150, 200 мкс соответственно, образцы Ez4, Ez5, Ez6 облучались с плотностью энергии 60 Дж/см² с такими же длительностями импульсов, образец Ez7 облучался с плотностью энергии 80 Дж/см² и с длительностью импульсов 200 мкс.

Отжиг производился при температуре 800 °С на воздухе в течении часа, последующее охлаждение образцов до комнатной температуры осуществлялось

Метод анализа фазового состава закалки.

Фазовый анализ проводился с использованием методов рентгеноструктурного анализа, по дифрактограммам полученным на установке Дрон-2.

Метод получения топографии поверхности

Снимки топографии поверхности образцов были получены при помощи Растрового Электронного Микроскопа. Режим съёмки QBSD, энергия электронов 20 КэВ. Съёмка проводилась при увеличениях кратностью 45х, 100х, 1000х, 5000х, и 20000х.

Метод получения морфологии поверхности поперечного сечения

Снимки торцевых шлифов были получены при помощи Растрового Электронного Микроскопа. Режим съёмки QBSD, энергия электронов 20 КэВ. Съёмка проводилась при увеличениях кратностью 37х, 100х, 200х, 1000х, 2000х, 5000х, и 20000х.

Слайд 3 Изменения фазового состава после обработки СЭП

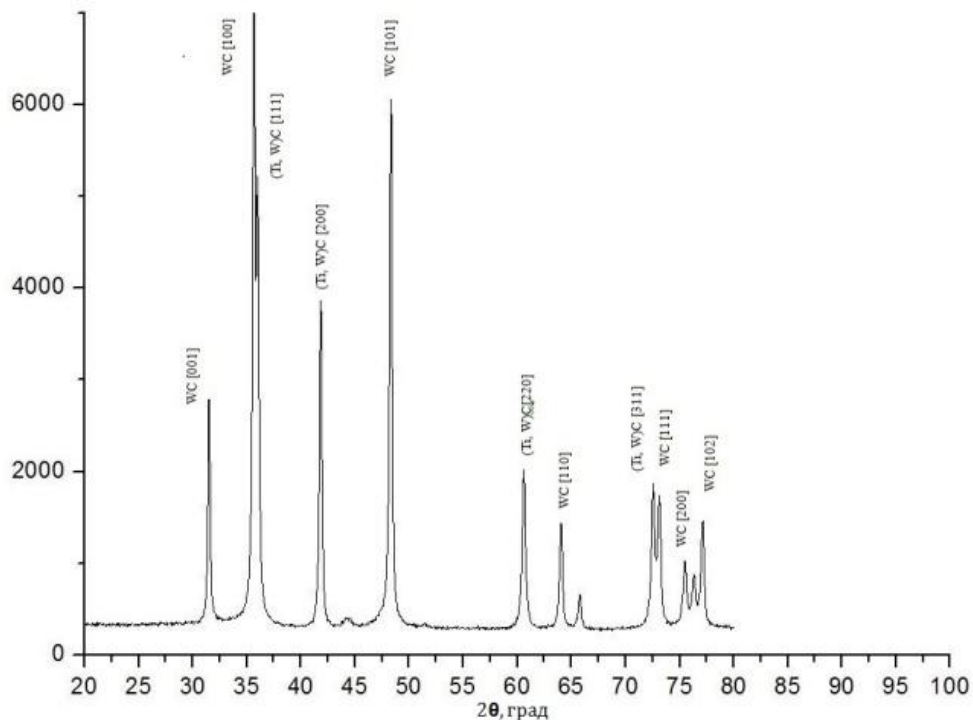


Рисунок 1— Контрольный образец, твердосплавная пластина Т15К6

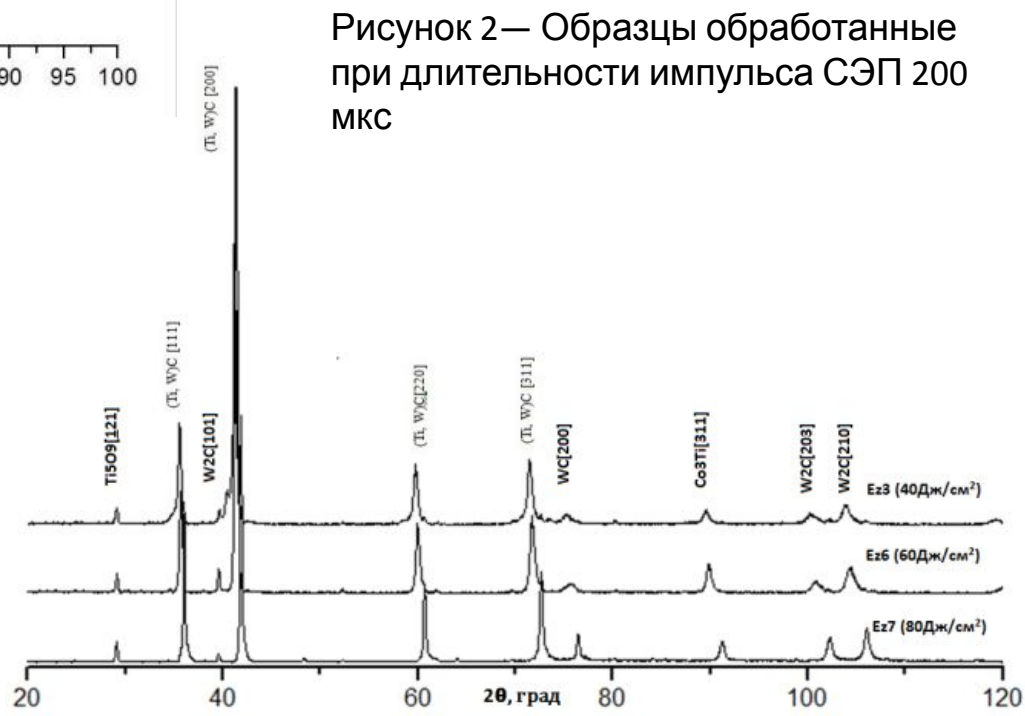
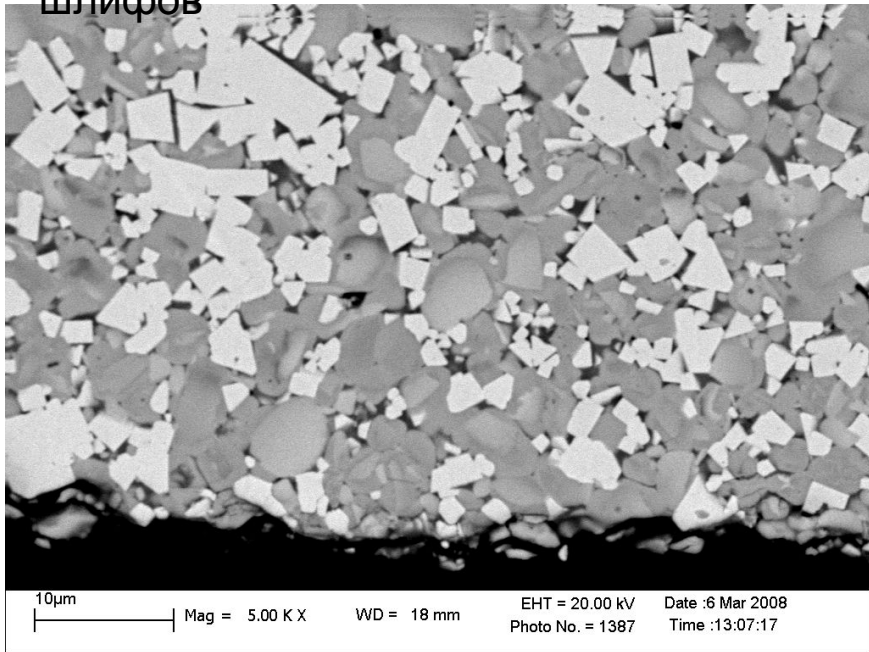


Рисунок 2— Образцы обработанные при длительности импульса СЭП 200 мкс

Слайд 4 Изменения морфологии торцевых шлифов

а)



б)

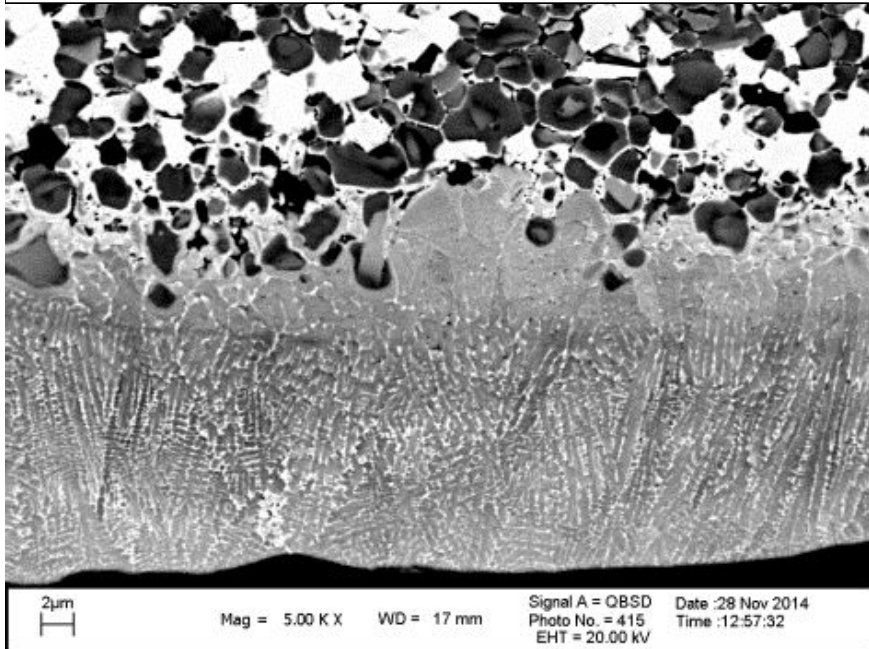


Рисунок 3— снимки торцевых шлифов контрольного образца (а), образца обработанного при плотности поверхностной энергии 60 Дж/см² и длительности импульса 150 мкс (б)

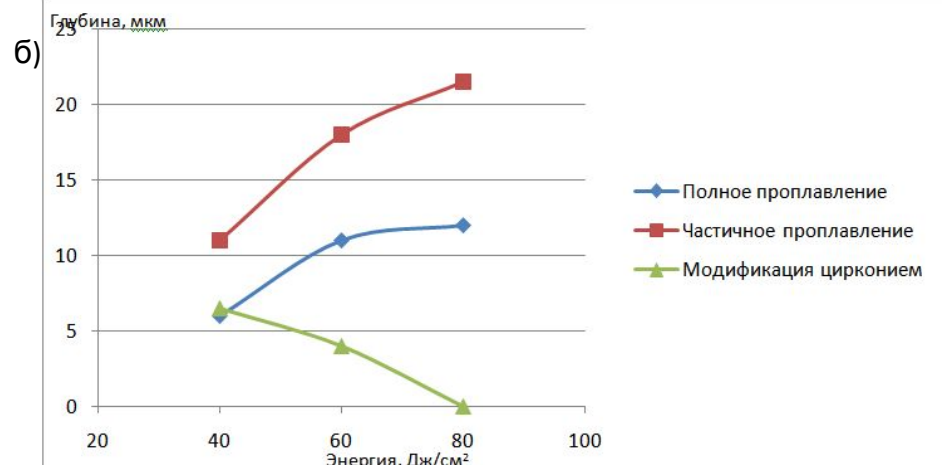
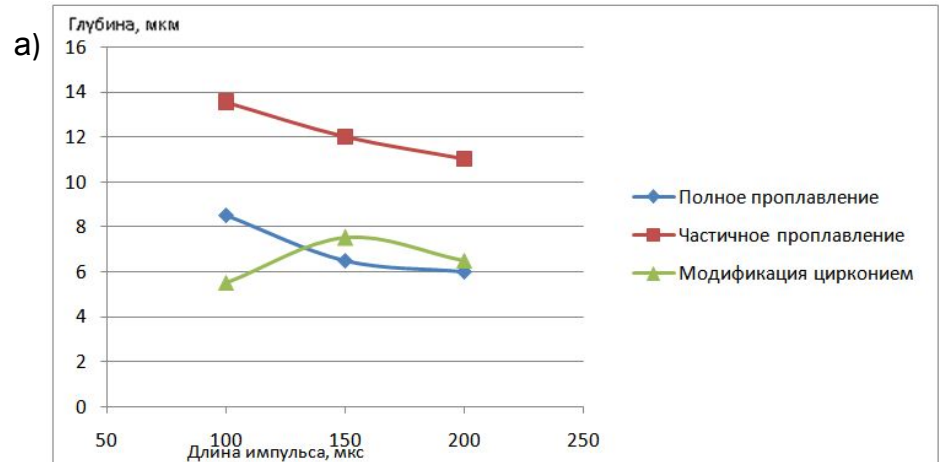


Рисунок 4 — Зависимость глубины модификации образца от энергии облучения при длительности импульса 200 мкс(а), от длины импульса при энергии обработки 40 Дж/см²(б)

Слайд 5 Изменения топографии

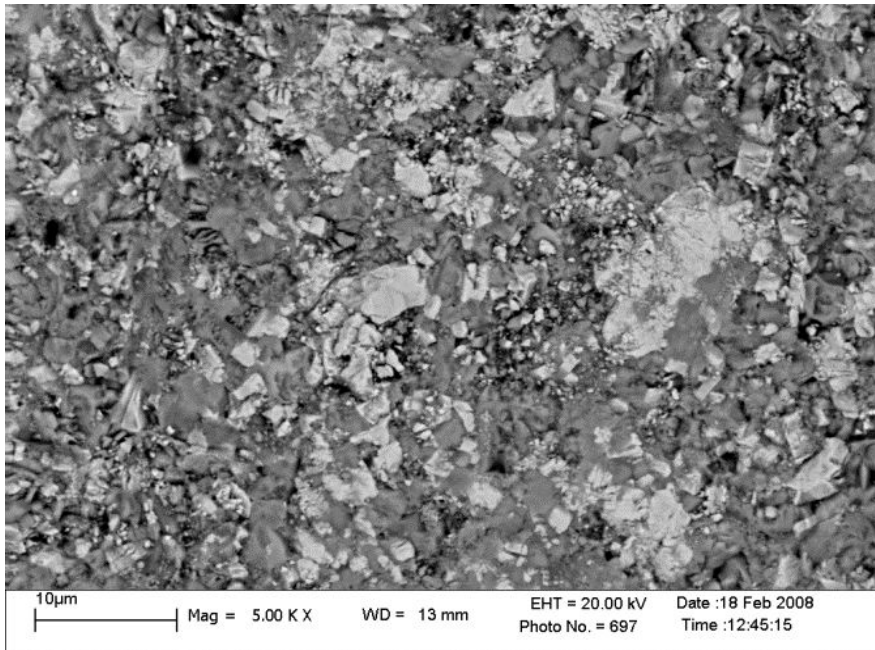
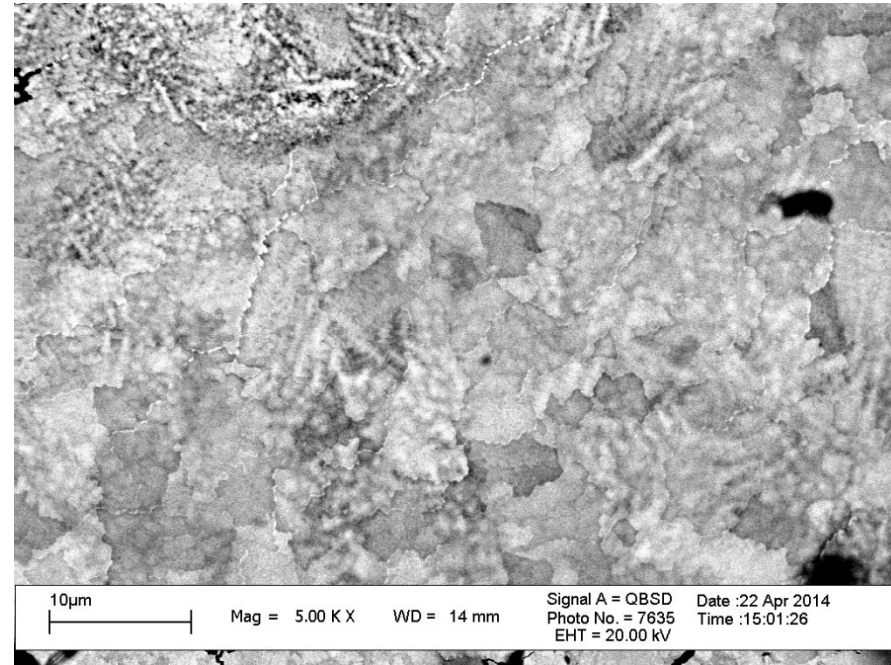
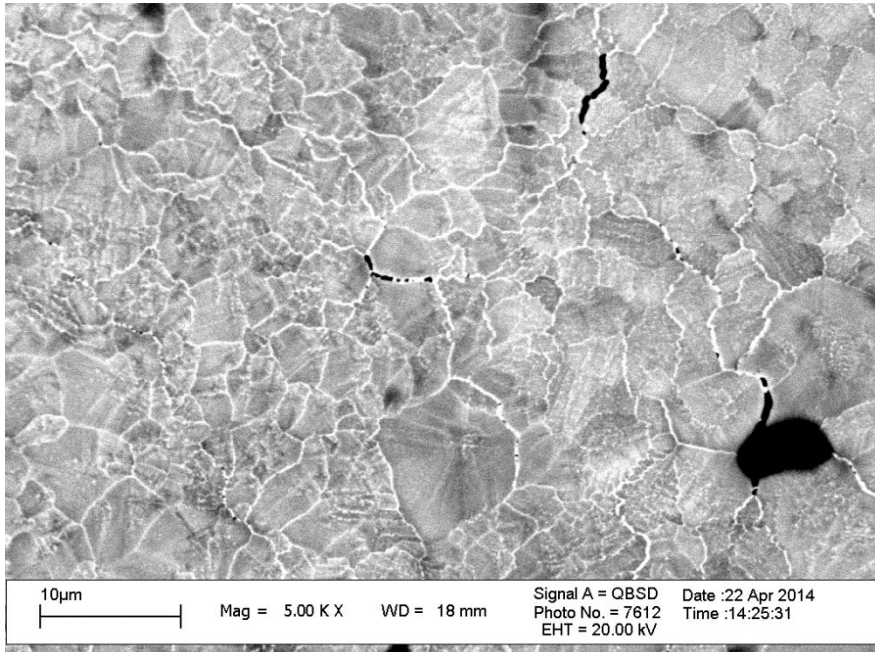


Рисунок 5 — Снимки топографии поверхности образца обработанного при 40 Дж/см²: 100 мкс (а), 60 Дж/см² 200 мкс (б), контрольного образца (в) при 5000 кратном увеличении.

Слайд 6 Изменения фазового состава после отжига

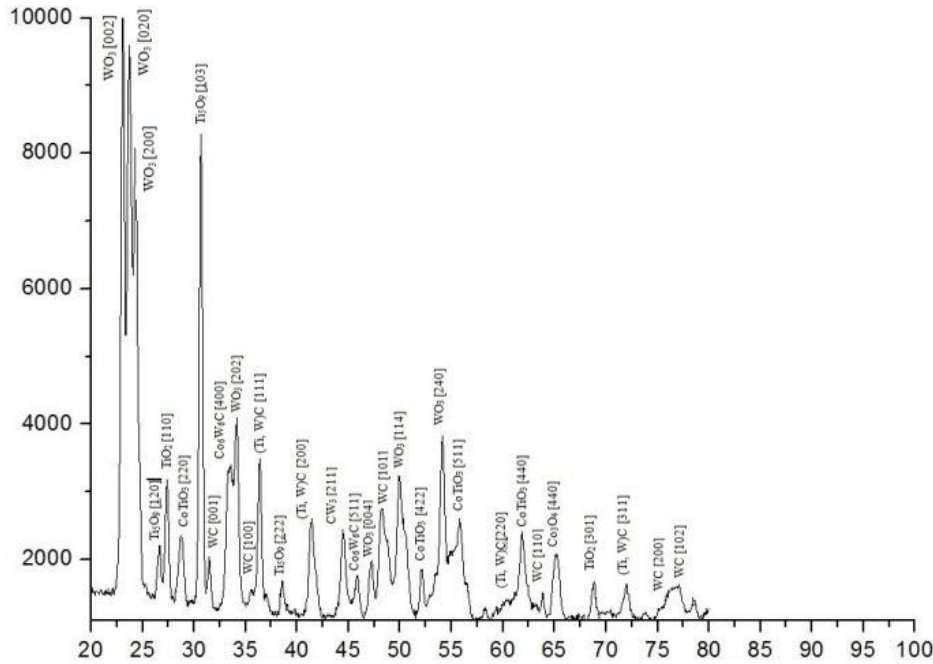
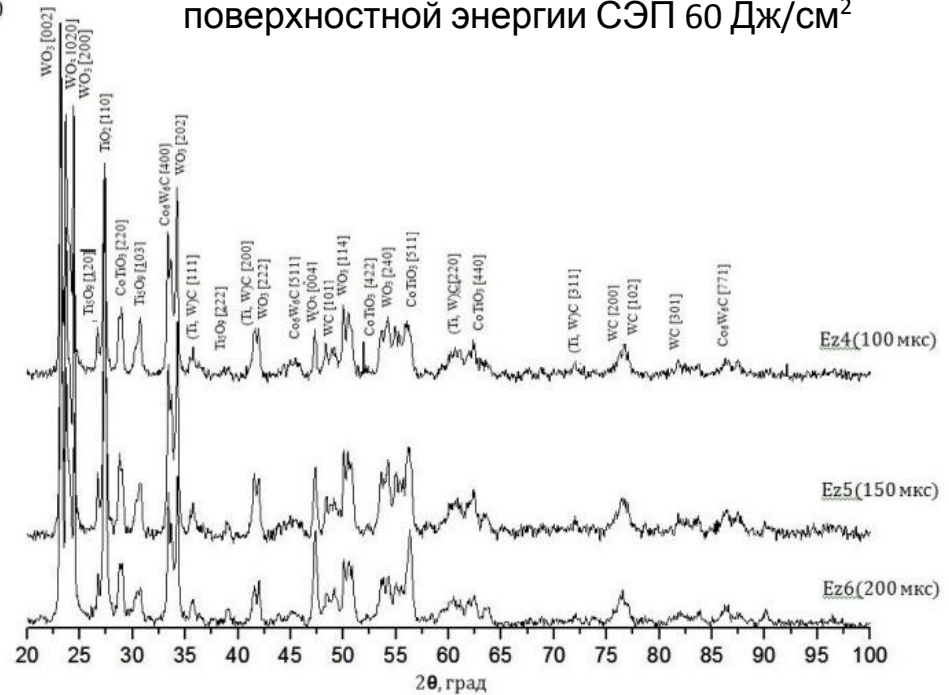


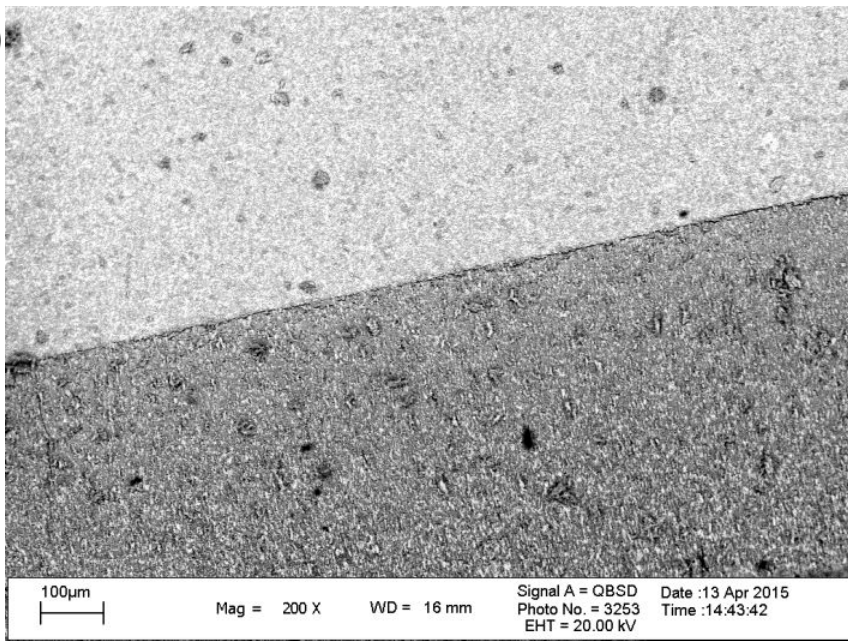
Рисунок 6 — Дифрактограмма контрольного образца после отжига

Рисунок 7 — Отожжённые образцы, обработанные при плотности поверхностной энергии СЭП 60 Дж/см²

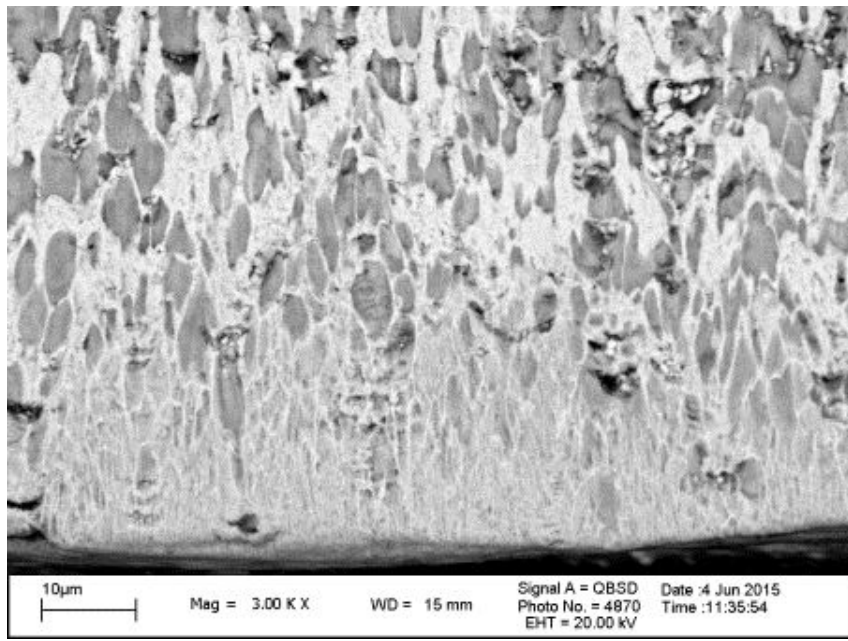


Слайд 7 Изменения морфологии торцевых шлифов отожжённых образцов

а)



в)



б)

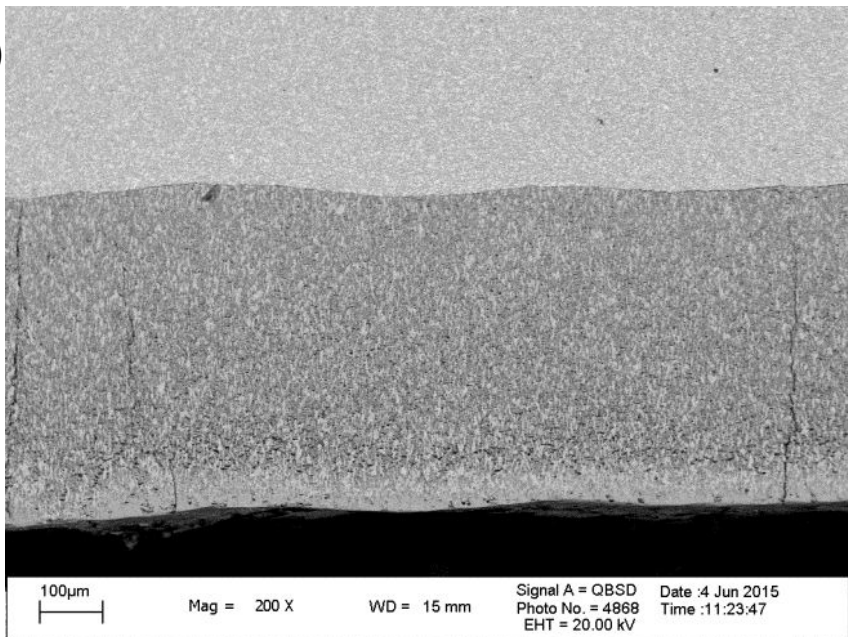


Рисунок 8— Оксидный слой на необработанной поверхности (а), оксидный слой на образце обработанном при 80 Дж/см² 200 мкс увеличение 200х(б), 5000х (в)

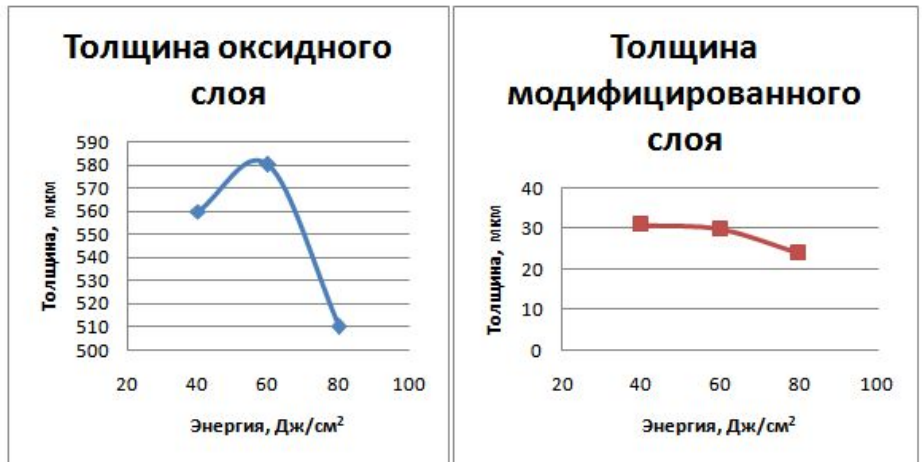
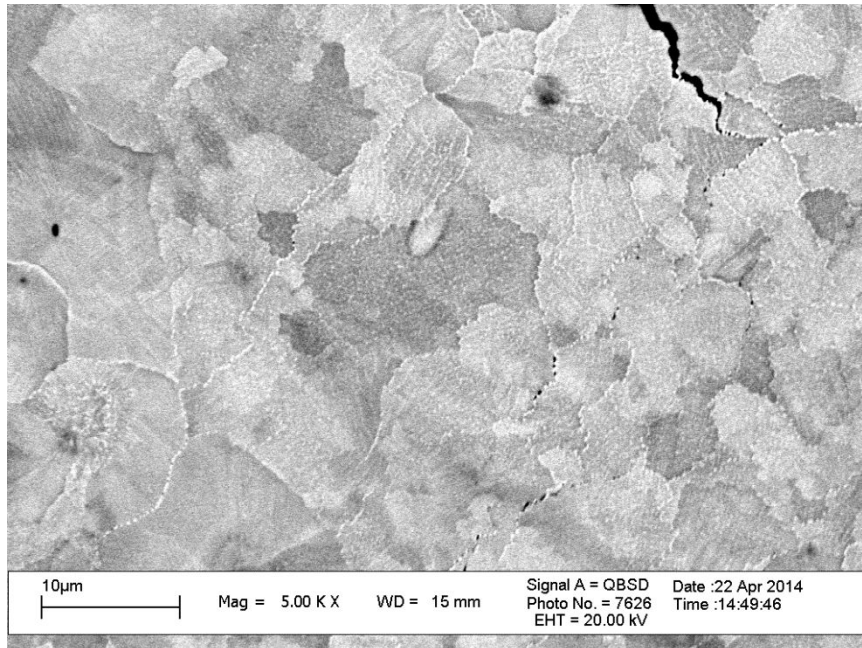


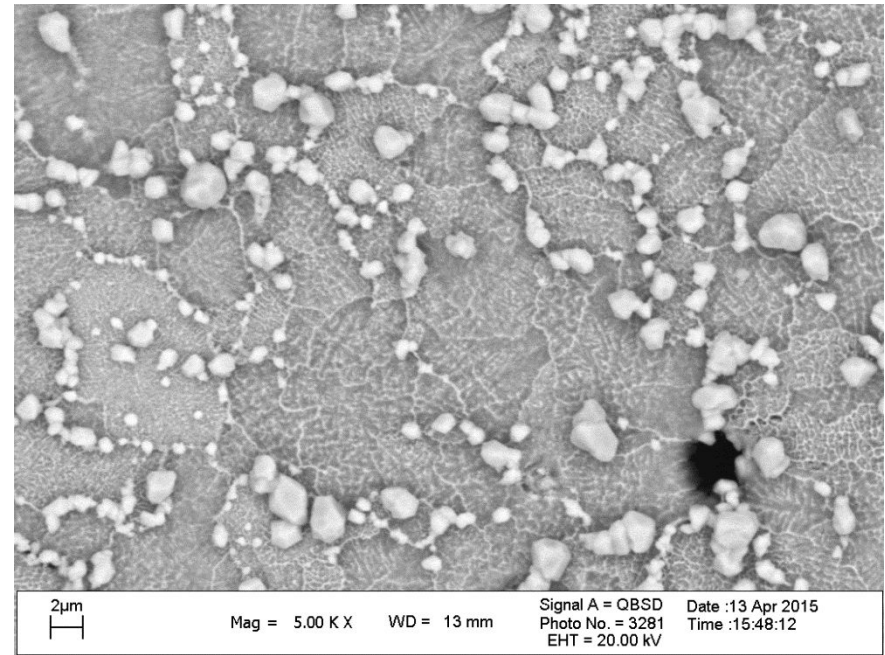
Рисунок 9 — Зависимость глубины окисления образцов от энергии облучения СЭП при длительности импульса 200 мкс

Слайд 8 Изменения топографии поверхности после отжига

a)



в)



б)

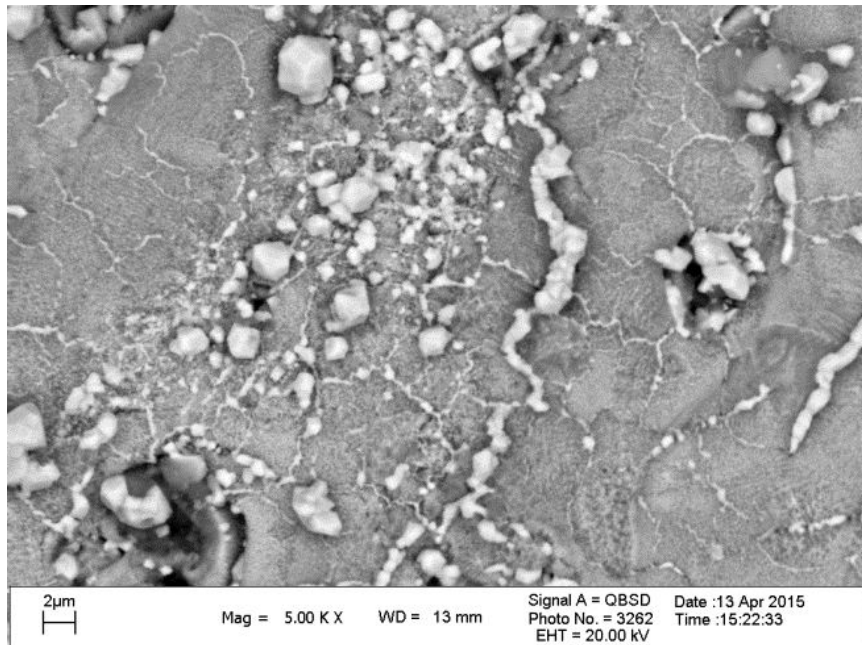


Рисунок 10 — Снимки топографии поверхности образца обработанного при режиме 60 Дж/см² 100 мкс до отжига(а) и после (б), при режиме обработки 80 Дж/см² 200 мкс (в) при 5000 кратном увеличении

Слайд 9 Выводы

1. Облучение сплава Т15к6 с покрытием Zr при различных плотностях поглощённой энергии и длительности импульса СЭП приводит, при всех режимах обработки к появлению дополнительных фаз Ti_5O_9 , W_2C , Co_3Ti . Отжиг при $800^{\circ}C$ способствует формированию оксидных фаз WO_3 , TiO_2 , Co_3O_4 , и $CoTiO_3$ и частичному сохранению фаз $(Ti,W)C$, WC , а также к образованию карбидов CW_3 и Co_6W_6C .

2. Обработка образца с помощью СЭП приводит к изменению топографии поверхности, которое выражается в формировании структуры содержащей зёрна $(Ti,W)C$ с межзёренными границами заполненными фазой WC . Отжиг при $800^{\circ}C$ приводит к образованию поверхности в основном состоящей из смеси оксидов WO_3 и TiO_2 , с выделениями фазы W_2C .

3. Анализ торцевой поверхности образца показал, что в результате облучения СЭП формируются зоны полного проплавления, зона частичного проплавления и зона без структурных изменений. У образцов, отожжённых при температуре $800^{\circ}C$, наблюдается формирование области обусловленной образованием оксидов.

Спасибо за внимание.