

УДК 669.14

П.И. Боркин (5 курс, каф. ИСиСМ), В.Г. Андреев, асс.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРОПИТОЧНЫХ СПЛАВОВ-СВЯЗОК ШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ СПЕКАНИЯ

В настоящее время большинство алмазного инструмента изготавливается с помощью метода порошковой металлургии, который обеспечивает высокую производительность и высокие эксплуатационные свойства инструмента.

Абразивные инструменты, в зависимости от условий их эксплуатации, должны обладать определенным набором свойств, которые определяются свойствами абразивных материалов и пропиточных сплавов-связок, а также технологией изготовления инструмента. Изменяя свойства пропиточных материалов, можно повышать качество существующих связок и разрабатывать новые.

Одним из способов изменения свойства связок является изменение их фазового состава в процессе спекания. При этом в результате диффузионных процессов в твердых фазах, при термической обработке происходит образование фаз образующихся обычно при кристаллизации из жидкого состояния.

Как правило, металлические связки представляют собой композиции металлов, легированные различными элементами или их соединениями. Основные компоненты низкотемпературных связок - это медь и олово. К ним добавляются в качестве регуляторов физико-механических свойств различные металлические (цинк, кадмий, алюминий, титан и др.) и неметаллические добавки (например, фтористый кальций, сульфид молибдена).

В работе исследовалось влияние времени выдержки при спекании на фазовый состав материала связки. Для исследования были выбраны модельные составы с соотношением компонентов как в реальной связке. Образцы спекались в засыпке из отработанного карбюризатора. Время спекания составляло 1, 5, 10, 20 и 40 часов. Результаты исследования изменения фазового состава приведены в табл. 1, 2 и 3.

Таблица 1. Изменение фазового состава связки Cu:Sn = 4:1

Фаза	Время спекания, час				
	1	5	10	20	40
	Интенсивность, отн.ед.				
Cu	96	-	-	-	-
Sn	1	-	-	-	-
Cu₃Sn	18	-	-	-	-
Тв. р-р. на осн. Cu	-	78	82	83	79
Cu₄₁Sn₁₁	-	2.3	2	1.5	1
Не опред.	-	1	1	1	5

Таблица 2. Изменение фазового состава связки Cu:Ti = 6.5:1

Фаза	Время спекания, час				
	1	5	10	20	40
	Интенсивность, отн.ед.				
Cu	100	94	96	100	100
Ti	4	2	-	-	-
Ti₂Cu	-	22	20	14	17
Ti₂O	-	4	5	5	6

TiO ₂	-	12	20	28	40
------------------	---	----	----	----	----

Таблица 3. Изменение фазового состава связки Ti:Sn = 3:1

Фаза	Время спекания, час				
	1	5	10	20	40
Интенсивность, отн.ед.					
Ti	52	7	-	-	-
Sn	32	33	38	32	37
Sn ₃ Ti ₅	7	-	-	-	-
Ti ₃ Sn	-	32	66	56	42
TiO ₂	-	19	20	54	88
TiC	-	-	5	18	23

При нагревании олово при 232°C расплавляется и образует жидкую фазу, которая, растворяя медь, образует ε-фазу (Cu₃Sn) с повышенной температурой плавления. В результате пропитка приостанавливается, и дальнейшее растворение меди в олове происходит в твердофазном состоянии, с образованием фазы структурного типа Cu₄₁Sn₁₁ количество которой уменьшается по мере увеличения времени выдержки.

В этой системе происходит твердофазное спекание, при котором в начале происходит образование интерметаллида Ti₂Cu, но в дальнейшем его количество уменьшается, но из-за присутствия кислорода увеличивается количество оксидов титана.

В системе титан-олово проходит жидкофазное спекание с образованием в начале соединения Sn₃Ti₅, которое при дальнейшей выдержке переходит в Ti₃Sn количество которого максимально при 10 часах выдержки. С увеличением времени выдержки количество Ti₃Sn уменьшается за счет перераспределения титана между Ti₃Sn и TiC. Одновременно с этим происходит интенсивное окисление титана.

Согласно классическому металловедению и диаграмме состояния систем, образование фаз связано с охлаждением из жидкого состояния в твердое, при котором происходит как образование твердых растворов, так и эвтектические, перетектические реакции, а в твердом состоянии эвтектоидные превращения. Согласно этому, образование высокоэнергетических фаз связано с эвтектическими и перетектическими превращениями при переходе из жидкого состояния в твердое, и эвтектоидные превращения в твердом состоянии. В данной работе исследование фаз производилось при спекании смесей чистых компонентов, максимальная температура спекания в большинстве случаев ниже температуры не только эвтектических превращений, но даже эвтектоидных превращений. И казалось бы на первый взгляд образование высокоэнергетических фаз при температурах ниже эвтектических превращений невозможно. Однако при изучении фазового состава, в зависимости от времени и температуры спекания при 750°C в спекаемых сплавах появляются высокоэнергетические фазы, количество и соотношение которых может изменяться в процессе выдержки при температуре спекания.

Выводы. На основании проведенных исследований установлен фазовый состав в зависимости от режимов спекания. Показано, что количественное соотношение фаз, определенное интенсивностью рентгеновского излучения зависит от температуры и времени изотермической выдержки. Полученные данные могут быть использованы при создании пропиточных материалов, используемых в производстве инструментов на абразивной основе.