

автоматизированного выбора технологического оборудования, основанный на применении метода дихотомии к межпроектной разнице, позволяет создавать проектные решения с регулируемой мощностью переговорного множества.

Список литературы:

1. Чарнко Д.В., Хабаров Н.Н. Основы проектирования механосборочных цехов, М.: Машиностроение, 1975, 352 с.
2. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов, М.: Машиностроение, 1974, 290 с.
3. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем, М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982, 286 с.

**ВЛИЯНИЕ КОБАЛЬТА НА СМАЧИВАНИЕ ВОЛЬФРАМА И КАРБИДА
ВОЛЬФРАМА ОЛОВЯННО-МЕДНЫМИ ПРИПОЯМИ**

*Озолин А. В., аспирант кафедры автосервиса и материаловедения.
Кубанский государственный технологический университет
350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2
Тел. 89180585654
E-mail: ozolinml@yandex.ru*

*Соколов Е.Г., к.т.н., доцент кафедры автосервиса и материаловедения
Кубанский государственный технологический университет
350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2
Тел. 89034110312
E-mail: e_sokolov.07@mail.ru*

Введение

В машиностроении алмазно-абразивные инструменты применяют для шлифования твердых неметаллических материалов, керамики, а также для правки шлифовальных кругов из корунда и карбида кремния. Эксплуатационные характеристики алмазно-абразивных инструментов во многом определяются свойствами металлической связки.

Припой системы Sn-Cu-Co используется в качестве связки для закрепления алмазных зерен на рабочих поверхностях алмазного инструмента. Они отвечают требованиям, предъявляемым к металлическим связкам: хорошо смачивают алмаз, имеют температуру пайки ниже температуры графитизации алмазов, имеют высокую износостойкость, прочно удерживают алмазные зерна [1].

При добавлении в связку Sn-Cu-Co порошка W увеличивается вязкость припоя, необходимая для получения сложных фасонных поверхностей. Однако в работе [2] показано, что порошок W при пайке плохо смачивается жидкой фазой припоя, о чем свидетельствует наличие пор по периметру частиц W. В результате повышенная пористость связки негативно сказывается на износостойкости инструмента. Устранение данного дефекта возможно при установлении

оптимальных условий, способствующих смачиванию порошка W другими компонентами связи.

Цель данной работы – определить условия для смачивания расплавами Sn-Cu-Co порошков вольфрама и карбида вольфрама.

Как известно, хорошее смачивание достигается многими факторами: химическим родством элементов, температурой пайки, вязкостью припоя, газовой средой пайки [3].

Наибольший научный интерес среди перечисленных факторов представляет исследование влияния химического средства элементов припоев, обеспечивающего высокий уровень смачивания.

Влияние добавления кобальта на смачиваемость W и WC компонентами припоев установлено с помощью описанного ниже эксперимента.

Методика проведения исследований

Смачивание W и WC расплавами припоев и влияние добавления кобальта на смачиваемость изучали при пропитке пористых образцов.

Подложки для пропитки были приготовлены из порошков вольфрама и карбида вольфрама (массой по 30 г).

В качестве пропиточного материала были приготовлены образцы припоев (массой по 5 г) из порошков олова, меди и кобальта технической чистоты следующих составов, % (масс.):

31Sn+69Cu

30Sn+68Cu+2Co

Частицы порошков имели равноосную форму и следующие размеры, мкм: олово – 13...30, медь – 45...70, кобальт – 1...2, вольфрам – 6...20, карбид вольфрама – 1...3.

Для приготовления порошковых смесей указанных составов использовали аналитические весы AdventurerAR2140 фирмы «OHAUS» с точностью взвешивания 0,0001 г.

Порошковые навески припоев и подложек прессовали в стальной пресс-форме с усилием в 12 т/см² и подвергали предварительному спеканию в вакууме при температуре 1150°C с временем выдержки 180 минут.

Согласно диаграмме тройных сплавов Sn-Cu-Co [4], пропиточные материалы указанного состава при температуре 1150°C находились в жидком состоянии. После спекания пропиточные материалы взвешивали для контроля потери масс при испарении.

Смачивание подложек расплавами изучали следующим образом: на подложки W и WC помещали образцы сплавов Sn-Cu и Sn-Cu-Co и нагревали в вакууме при температуре 900°C с временем выдержки 20 минут. Затем полученные образцы фотографировали, угол смачивания измеряли при помощи программного обеспечения ImageJ, готовили поперечные срезы образцов. Микроструктуру зон взаимодействия сплавов с прессовками изучали при помощи металлографического микроскопа AxioObserver.A1m фирмы CarlZeiss при увеличениях ×50...1000. Измерение элементов микроструктуры осуществляли при помощи программного обеспечения AxioVisionRel. 4.8. Для выявления микроструктуры использовали травитель, содержащий 5 г хлорного железа FeCl₃, 15 мл соляной кислоты HCl, 100 мл воды. Микротвердость структурных составляющих измеряли по методу Виккерса при нагрузке 10 г на автоматическом твердомере DuraScan80 фирмы EmcoTest.

Результаты исследования и их обсуждение

Внешний вид образцов после нагрева показан на рисунке 1. На фотографии видно, что расплав припоев без кобальта (рисунок 1.а и 1.б) образовывал с подложками краевой угол смачивания свыше 90° , не смачивал поверхность и скатывался с поверхности подложек.

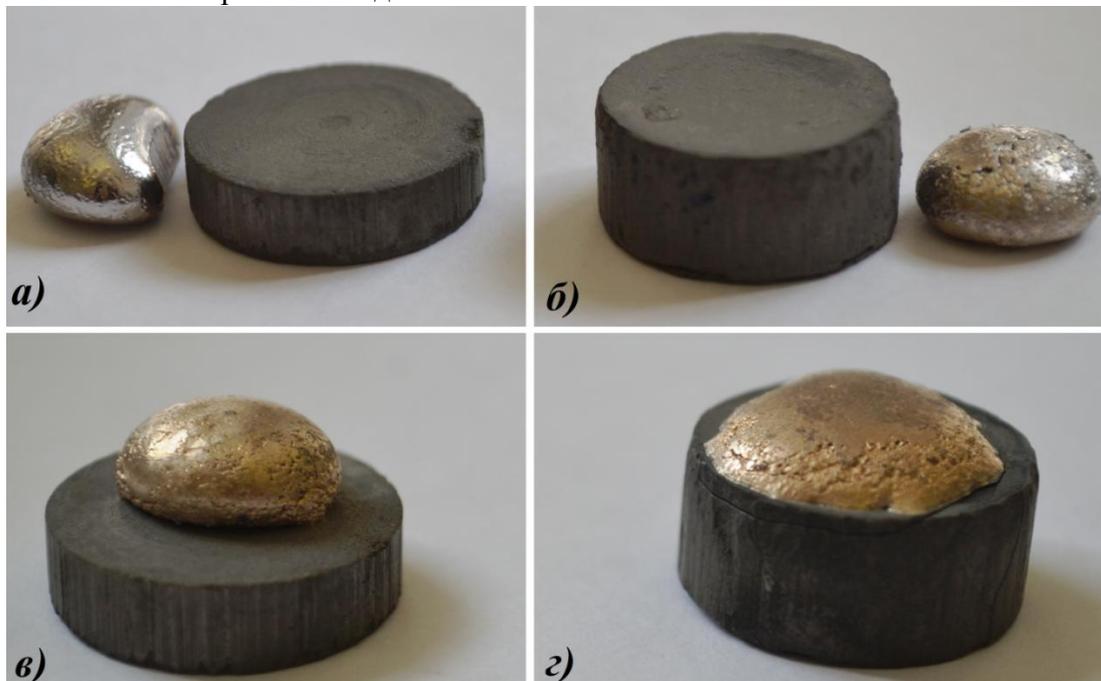


Рис. 1. Результаты эксперимента по исследованию пропитки подложек W и WC припоями Sn-Cu-Co и Sn-Cu:
а – Sn-Cu на W подложке, б – Sn-Cu на WC подложке, в – Sn-Cu-Co на W подложке, г – Sn-Cu-Co на WC подложке

Образец припоя Sn-Cu-Co (рисунок 1.в) образовал краевой угол смачивания с вольфрамовой подложкой $\theta \approx 119^\circ$ (рисунок 2.а). Анализ микроструктуры образца (рисунок 3.а) показал, что на границе контакта припоя с подложкой в отдельных точках происходило смачивание и проникновение расплава в поры на глубину около 30 мкм. Это подтверждается результатом измерения микротвердости: твердость припоя составила 200 HV, твердость припоя, проникшего в поры – 180-190 HV.

Припой Sn-Cu-Co хорошо смочил подложку из карбида вольфрама (рисунок 1.г), образовав краевой угол смачивания $\theta \approx 57^\circ$ (рисунок 2.б).

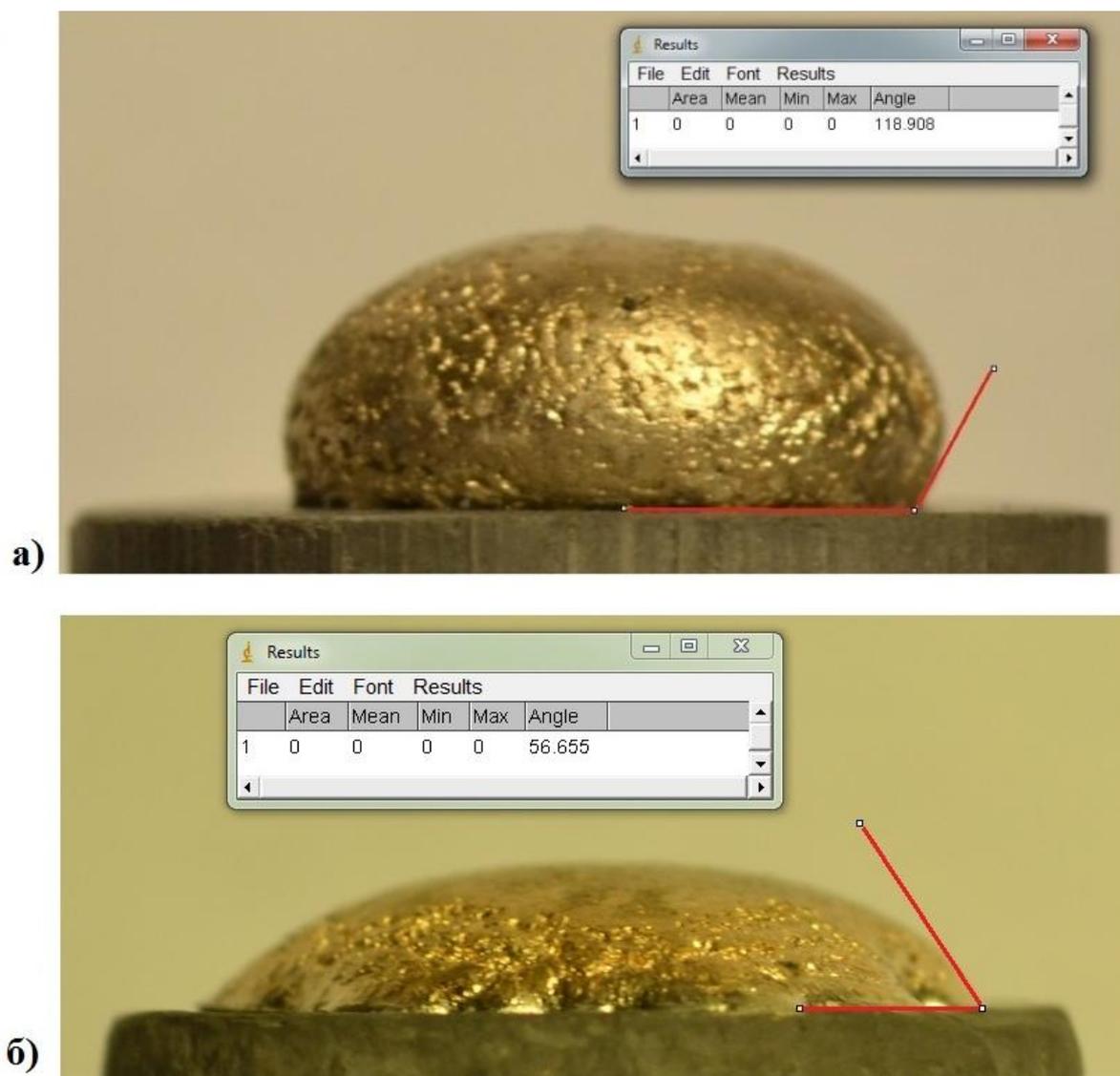


Рис. 2. Измерение краевых углов смачивания припоями Sn-Cu-Co подложек из: *a* – вольфрама, *б* – карбида вольфрама

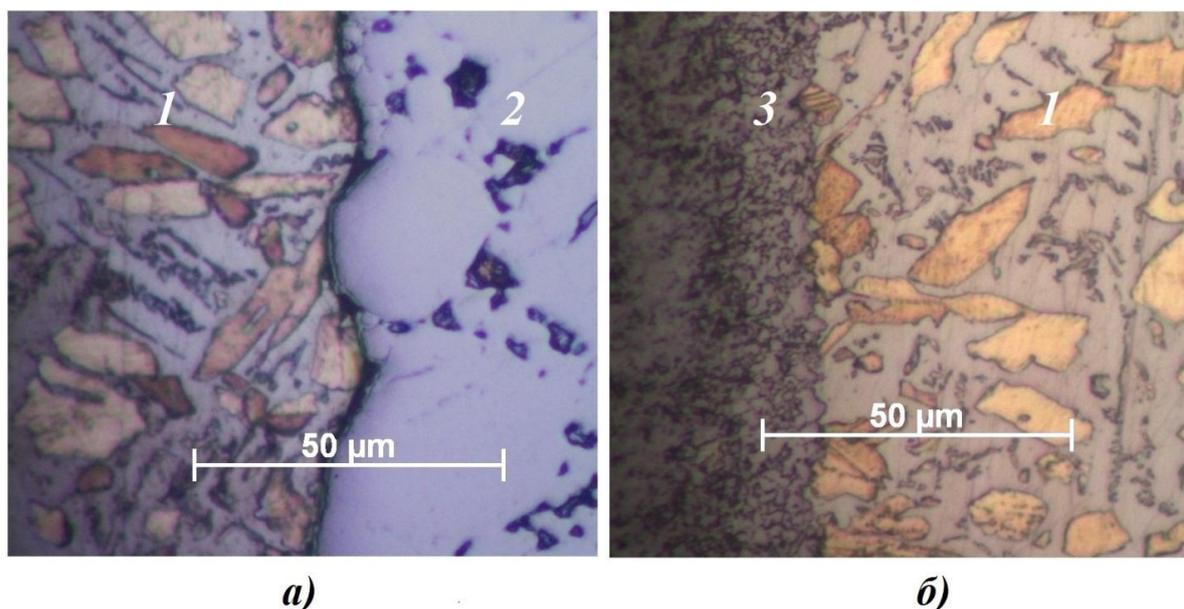


Рис. 3. Микроструктуры зон взаимодействия припоев Sn-Cu-Co с подложками из: *a* – вольфрама, *б* – карбида вольфрама, $\times 500$;
1 – припой Sn-Cu-Co, 2 – подложка W, 3 – подложка WC

Отсутствие смачивания припоями Sn-Cu подложек W и WC объясняется тем, что, олово и медь не взаимодействуют с вольфрамом и карбидом вольфрама ни в твердом, ни в жидком состояниях [5].

Высокий показатель смачивания подложки WC припоем Sn-Cu-Co обусловлен высоким химическим сродством Co к WC, что подтверждается анализом тройной диаграммы W-Co-C.

Несмотря на наличие высокого химического сродства Co к W, расплав Sn-Cu-Co смачивал подложку W только на отдельных участках, что связано с наличием оксидных пленок на поверхности W.

Удаление оксидных пленок с поверхности металлов может происходить следующим образом: восстановление, диссоциация оксидов, растворение их в основном металле, а также растворение контактирующей жидкой фазой. Согласно ряду химического сродства элементов к кислороду, компоненты припоев Sn-Cu-Co обладают меньшим сродством к кислороду, чем W, поэтому восстановление оксидов расплавом происходить не будет.

В соответствии с данными [2], оксидные пленки W начинают распадаться при нагреве в вакууме при температуре около $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако температура $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ оказалась недостаточной для полного удаления оксидных пленок. Для их удаления с поверхности W целесообразно повышать температуру пайки.

Выводы

1. Добавление в припой Sn-Cu порошка Co способствует смачиванию порошков W и WC.

2. Несмотря на высокое химическое сродство Co к W, смачивание W расплавом Sn-Cu-Co при 900°C затруднено ввиду наличия на поверхности W стойких оксидных пленок. Для их удаления и получения беспористой связки Sn-Cu-Co-W целесообразно проводить спекание при температурах выше 900°C .

Список литературы

1. Sokolov E.G., Artemyev V.P. Interaction of composite brazing alloy Sn-Cu-Co-W with diamond at brazing of diamond abrasive tools //Applied mechanics and materials.– 2015 -Т. 799-800 - Р. 266-271
2. Соколов Е.Г., Артемьев В.П. Влияние вольфрама на свойства металлических связок алмазных инструментов, полученных композиционной пайкой // Технология металлов. - 2005 – С. 19-22
3. Петрунин И.Е. Справочник по пайке. Машиностроение, 2003
4. Yu-KaiChen, Chia-MingHsu, Sinn-WenChen, Chih-MingChen, Yu-ChihHuang. Phase Equilibria of Sn-Co-Cu Ternary System // Metallurgical and Materials Transactions A.–2012 - V. 43, Is. 10 -Р. 3586-3595
5. Н.П. Лякишев. Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник. В 3-х т. Машиностроение, 1996

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ
БУРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗБОЙКОВОГО СИЛОВОГО
МЕХАНИЗМА**

Б.С. Алексеев, студент гр. 4Е41

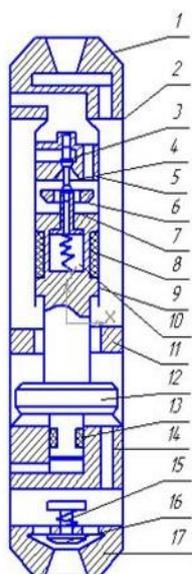
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

Тел. 8-913-1103-33-98

E-mail: Alekseev.bn@gmail.com

Одним из перспективных направлений развития бурильных машин и механизмов является безбойковый силовой механизм. Однако на данный момент наиболее широкое применение имеет гидроударный привод объемного типа. Принцип работы гидроударника (рис.1) заключается в прямом действии поршень-ударник, который перемещается вниз и наносит удар по наковальне под действием жидкости, а в первоначальное положение возвращается под действием пружины сжатия.



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 1- Переходник | 12- Боёк |
| 2- Корпус | 13- Хвостовик |
| 3- Впускной клапан | 15- Пружина |
| 4- Толкатель | 16- Пусковой клапан |
| 5- Клапанная коробка | 17- Нижний переходник |
| 6- Выпускной клапан | |
| 7- Хвостовик выпускного клапана | |
| 8- Поршень | |
| 9- Цилиндр | |
| 10- Пружина | |
| 11,14- Верхняя, нижняя наковальня | |

Рис. 1. Модель гидроударника