

КОНТАКТНО-РЕАКТИВНАЯ ПАЙКА-ЗАКАЛКА ИНСТРУМЕНТА ИЗ ЛИТЕЙНОЙ ВЫСОКОВАНАДИЕВОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

В.Н. Шабалин, А.А. Кононов

Экспериментальные материалы и теоретический анализ, накопленные в настоящее время рядом отечественных исследователей, показывают, что сварку и пайку следует отнести к классу топохимических реакций, для которых характерным является многостадийность процесса образования прочных связей между атомами соединяемых веществ.

Обзор литературных источников и анализ результатов исследований, выполненных на кафедре «Сварочное производство» АлтГТУ показывает, что более эффективным процессом получения биметаллического режущего инструмента является контактно-реактивная пайка, совмещенная с нагревом для закалки в высокотемпературных хлорбариевых ваннах [1].

Как известно, контактно-реактивное плавление приводит к получению эвтектических сплавов, а процесс образования жидкости в зоне спая начинается с температуры плавления эвтектики этих сплавов.

Согласно диаграмме состояния, представленной на рисунке 1 видно, что в системе Fe-B температура плавления эвтектики составляет 1177 °С [2]. Однако, как показала практика, высококачественное соединение быстрорежущей стали с конструкционной при получении биметаллического режущего инструмента происходит при температурах 1240-1280 °С, на 80 - 100 °С выше температуры плавления эвтектики [3]

Для получения биметаллических соединений разработанной высокованадиевой быстрорежущей стали P5M2Ф10СЛ + конструкционная сталь через борированную стальную пластину, методом контактно-реактивной пайки, образцы собирали в фиксирующем приспособлении. Температуру пайки выбирали из расчета температуры нагрева для закалки быстрорежущей стали P5M2Ф10СЛ (1220 °С) [4]. Время выдержки – 8-10 с на 1 мм сечения образца. Приспособление с образцами помещали в хлорбариевую ванну при температуре 1220 – 1225 °С, соответствующей температурному интервалу нагрева для закалки разработанной быстрорежущей стали, предварительный подогрев образцов проводили в соляной ванне при 860 °С, охлаждение в масле. Микроструктура зоны соеди-

нения с использованием системы Fe-B показана на рисунке 2.

В структуре на границах раздела видны не растворившиеся бориды, которые имеют высокую микротвердость (рисунок 3), т.е. данной температуры нагрева и выдержки было недостаточно для их растворения.

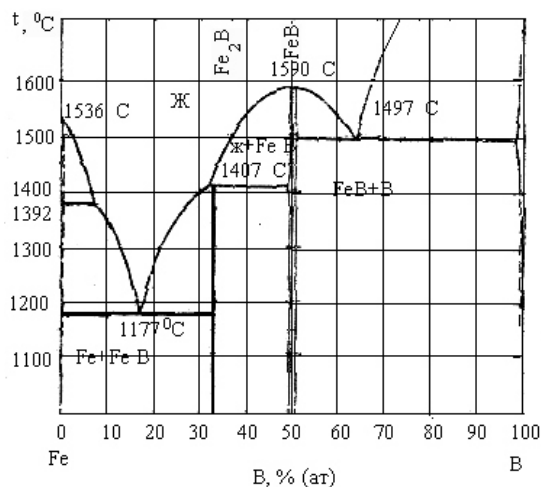


Рисунок 1 – Диаграмма состояния Fe-B

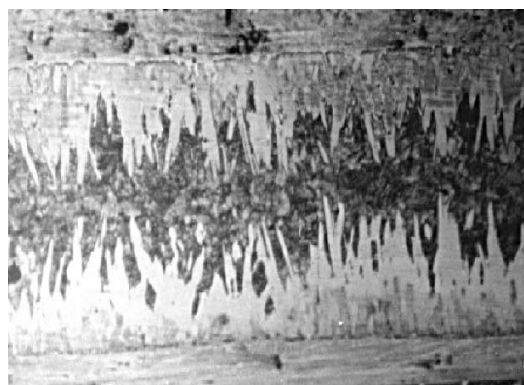


Рисунок 2 – Микроструктура зоны спая с применением системы Fe-B×400

Для получения высококачественных соединений стали P5M2Ф10СЛ, имеющей пониженную температуру нагрева для закалки (1220 °С), с конструкционными сталями необходима эвтектическая система, в которой температура плавления эвтектики ниже, чем в Fe-B. Литературный обзор показал, что наиболее приемлемой может быть система Ni-B [5].

Из диаграммы состояния, приведенной на рисунке 4, видно, что в системе Ni-B температура плавления эвтектики составляет 1110 °С, т.е. для активного развития контактного плавления и формирования высокопрочных соединений при пайке-закалке литейной высокованадиевой стали Р5М2Ф10СЛ с конструкционной обеспечивается требуемый перегрев на 80...100 °С.

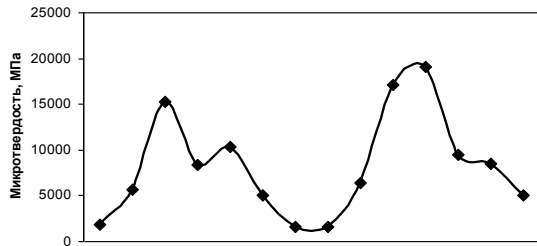


Рисунок 3 – Распределение микротвердости по сечению в зоне спаивания, полученной стальной борированной пластиной

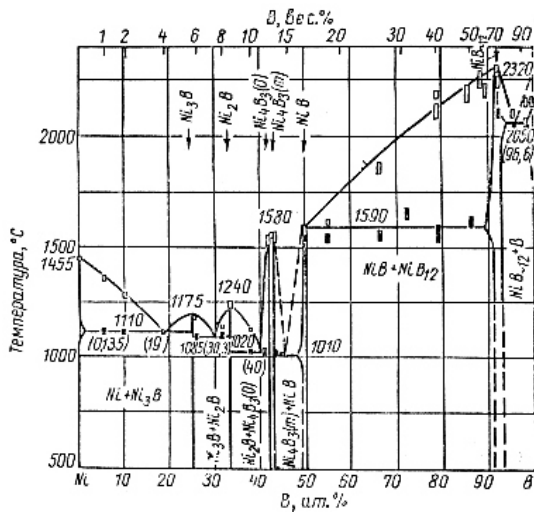


Рисунок 4 – Диаграмма состояния Ni-B

Для получения биметаллического соединения быстрорежущая сталь Р5М2Ф10СЛ + конструкционная использовалась схема с промежуточными борированными никелевыми пластинами. Микроструктура соединения Р5М2Ф10СЛ + конструкционная сталь через борированную никелевую пластину представлена на рисунке 5.

При использовании борированных никелевых пластин при температуре 1220 °С происходит полное растворение боридов никеля.

С целью определения хрупких фаз, были исследованы зоны соединений.

На рисунке 6 приведено распределение микротвердости в зоне спаивания с использованием системы Ni-B. На границах раздела изменение микротвердости происходит плавно. Соответственно, при плавном распределении микротвердости происходит снижение охрупчиваемости.

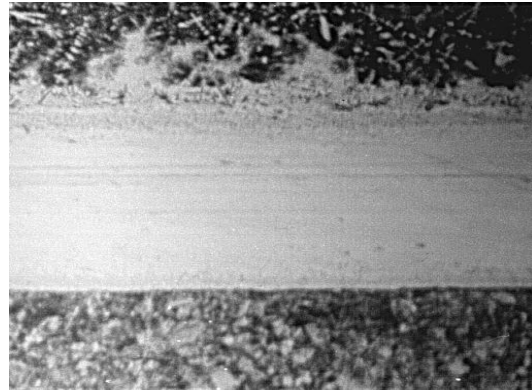


Рисунок 5 – Микроструктура зоны спаивания с применением системы Ni-B×400

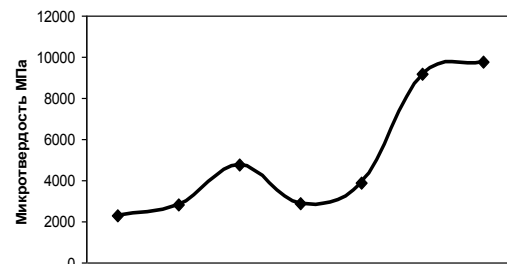


Рисунок 6 – Распределение микротвердости по сечению в зоне спаивания, полученной борированной никелевой пластиной

Прочностные характеристики соединения высокованадиевая быстрорежущая сталь Р5М2Ф10СЛ + конструкционная сталь оценивали прочностью на срез и величиной остаточных напряжений в соединении.

Прочность на срез определяли на образцах, конструкция которых показана на рисунке 7. Результаты испытаний показаны в виде гистограммы на рисунке 8. Из рисунка 8 видно, что наибольшей прочностью на срез обладают образцы биметаллических соединений, полученных с использованием борированных никелевых пластин.

Экспериментальные данные показали, что, для изготовления составного биметаллического режущего инструмента с режущими

КОНТАКТНО-РЕАКТИВНАЯ ПАЙКА-ЗАКАЛКА ИНСТРУМЕНТА ИЗ ЛИТЕЙНОЙ ВЫСОКОВАНАДИЕВОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

пластинами из литой быстрорежущей стали Р5М2Ф10СЛ, имеющей пониженные температуру нагрева для пайки-закалки (1220 C^0) целесообразна контактно-реактивная пайка с использованием системы Ni-B.

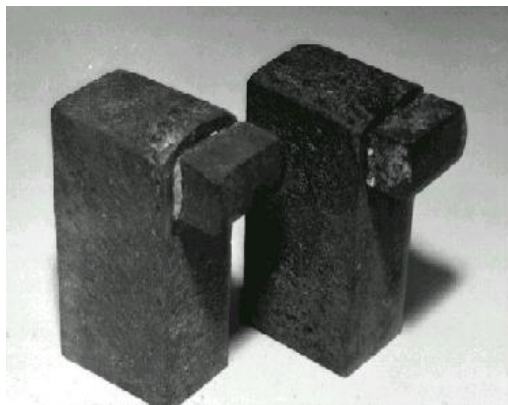


Рисунок 7 – Образцы для испытания на срез

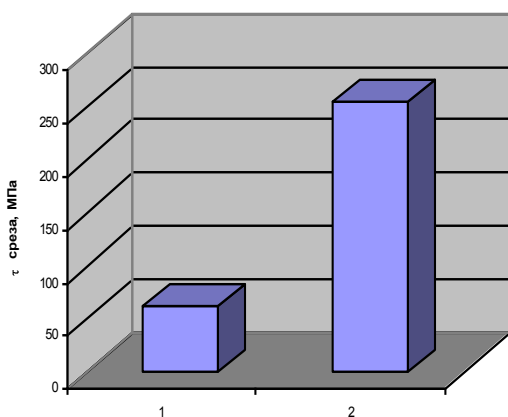


Рисунок 8 – Значения прочности исследованных образцов
1 – борированная стальная пластина;
2 – борированная никелевая пластина

В производственных условиях, с использованием борированных никелевых пластин были изготовлены и испытаны сборные фрезы и отрезные резцы с режущими пластинами из литой стали Р5М2Ф10СЛ. Пайку-закалку проводили в хлорбариевой соляной ванне при температуре нагрева 1220 C^0 с соответствующей выдержкой. Производственные испытания в условиях механических цехов ОАО «Алтайский трактор» показали высокую надежность полученных соединений и повышение стойкости инструмента в 2,5 раза при фрезеровании и в 2 раза при точении, в сравнении с аналогичным инструментом из стали Р6М5Л.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабалин В.Н., Радченко В.Г., Фридман Л.Н. Высокотемпературная контактно-реактивная пайка // Машинистроитель, 1974, № 11, с. 39-40.
2. Бор, кальций, ниобий и цирконий в чугунах и сталях // ред. С.М. Винаров. Пер. с англ. М.: Металлургиздат, 1961. – 459 с.
3. Шабалин В.Н., Радченко В.Г., Фридман Л.Н. Особенности высокотемпературной контактно-реактивной пайки быстрорежущей стали с конструкционной // Сварочное производство, 1975, № 7. с. 34-36.
4. Салманов Н.С., Кононов А.А., Салманов М.Н. Литейная высокованадиевая быстрорежущая сталь // Литейное производство, 2001. № 2, с. 7.
5. Лашко Н.Ф., Лашко С.В. Контактные металлургические процессы при пайке. М.: Металлургия, 1977, 192 с.

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова;
Рубцовский индустриальный институт*