



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B23K 20/12 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018124861, 06.07.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.07.2018

Дата регистрации:
01.11.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.07.2018

(45) Опубликовано: 01.11.2018 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.
Победа, 85, НИУ "БелГУ", Цириковой Н.Д.

(72) Автор(ы):

Высоцкий Игорь Васильевич (RU),
Тагиров Дамир Вагизович (RU),
Кайбышев Рустам Оскарович (RU),
Малофеев Сергей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 9162318 B2, 20.10.2015. US
8074865 B2, 13.12.2011. US 20100258612 A1,
14.10.2010. SU 1074685 A1, 23.02.1984. BY
10994 C1, 30.08.2008. US 10016839 B1,
10.07.2018. US 9073148 B2, 07.07.2015. US
8857695 B2, 14.10.2014. US 7686202 B1,
30.03.2010. US 9656345 B2, 23.05.2017.

(54) Твердосплавный инструмент для сварки трением с перемешиванием

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области сварки трением с перемешиванием. Инструмент изготовлен из керамики на основе карбида вольфрама, включающий рабочую часть в виде штыря, представляющего собой сферу, центр которой посажен ниже заплечиков на 0,2 – 0,7 мм, при этом отношение диаметра заплечиков к диаметру штыря находится в диапазоне от 1,9 до

2,3. Полученные геометрические соотношения позволяют изготавливать устойчивые к деформации и разрушению инструменты из карбида вольфрама. При этом возможно пропорциональное масштабирование без потери качества, например, когда необходимо изготовить инструмент для сварки стальных листов большей толщины.

Полезная модель относится к области сварки трением с перемешиванием.

Из уровня техники известен инструмент для сварки трением с перемешиванием (US № 9656345 B2 от 23 мая 2017) из карбида вольфрама со связующим элементом в виде никеля или кобальта, содержащий на своей рабочей поверхности 2 покрытия, нанесённых методом химического осаждения (CVD): первое покрытие из нитридов, карбидов, карбонитридов, оксикарбидов, оксикарбонитридов Ti или Zr служит переходным слоем, и второе, рабочее покрытие из Al₂O₃, которое наносится на первое и имеет среднюю толщину более 5 мкм.

Недостатком данного инструмента является то, что для повышения устойчивости инструмента к разрушению были использованы покрытия. Так как сварка трением с перемешиванием сталей проходит при температурах от 700 до 1000 °С различие в коэффициентах термического расширения между покрытием и подложкой (твёрдым сплавом) может привести к растрескиванию или отслоению покрытия, к тому же карбид вольфрама обладает способностью к деформации при повышенных температурах, что в случае значительных нагрузок может также привести к растрескиванию и отслоению покрытия, к деформации не способного. Кроме того, изготовление крупных инструментов по такой технологии может представлять значительные трудности, так как увеличение площади инструмента приводит к увеличению площади осаждаемого покрытия, а это, в свою очередь приводит к увеличению значений упругих напряжений действующих в интерфейсе покрытие-инструмент, а следовательно к ухудшению адгезии покрытия.

Задачей предлагаемой полезной модели является создание твердосплавного инструмента для сварки трением с перемешиванием способного работать длительное время не разрушаясь при сварке высокопрочных материалов.

Поставленная задача решается посредством инструмента для сварки трением с перемешиванием, изготовленного из керамики на основе карбида вольфрама, включающего рабочую часть в виде штыря, представляющего собой сферу, центр которой посажен ниже заплечиков на 0,2 – 0,7 мм, при этом отношение диаметра заплечиков к диаметру штыря находится в диапазоне от 1,9 до 2,3.

Техническим результатом является устойчивость инструмента к разрушению и чрезмерным деформациям даже при критических режимах сварки, за счет придания инструменту из твердосплава предлагаемой геометрической формы.

Полезная модель поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлен чертёж экспериментально определённой оптимальной формы инструмента из карбида вольфрама.

На фиг. 2 представлено бездефектное сварное соединение TWIP стали, полученное с помощью инструмента, изготовленного по чертежу, представленному на фиг. 1.

На фиг. 3 приведён чертёж инструмента, нарисованный по пропорциям, полученным из чертежа на фиг. 1.

На фиг. 4 приведена фотография инструмента в держателе, изготовленного по чертежу, представленному на фиг. 3, и испытанному на образцах TWIP стали.

Осуществление полезной модели.

Для сварки трением с перемешиванием высокопрочных материалов с высокой температурой плавления, например сталей, требуются материалы, значительно превосходящие их как по прочностным, так и по температурным диапазонам эксплуатации. На сегодняшний день известно несколько материалов, позволяющих изготавливать инструменты для сварки трением с перемешиванием сталей, это керамики на основе поликристаллического кубического нитрида бора (US 8074865 B2 от 13

декабря 2011) и керамики на основе карбида вольфрама (US 2010/0258612 A1 от 14 октября 2010).

Но даже в этом случае изготовленные инструменты быстро приходят в негодность деформируясь, растрескиваясь и разрушаясь уже после нескольких метров, или даже
5 нескольких десятков сантиметров (в зависимости от класса стали и режима сварки) сварного соединения [F.C. Liu, Y. Hovanski, M.P. Miles, C.D. Sorensen, T.W. Nelson, A review of friction stir welding of steels: tool, material flow, microstructure, and properties, Journal of Materials Science & Technology 2018, v.34, pp. 39-57]. Поэтому задача продления ресурса инструментов из твёрдых сплавов актуальна и требует решения.

10 В нашем случае в качестве твердосплава был выбран пруток диаметром 12,3 мм из карбида вольфрама с содержанием 10% кобальта, размером зерна 0,7 мкм и твёрдостью 91 HRA, из которого путём отрезания профиля с многократным поворотом, на погружном, электроэрозионном, проволочно-вырезном станке AQ300L фирмы Sodick был изготовлен ряд прототипов инструментов с диаметром заплечиков 12,3 и
15 разными формами штырей высотой 1,5 мм и диаметром основания 4 мм, а именно: цилиндр, конус и сфера (центр которой был посажен на 0,57 мм ниже заплечиков). В качестве материала, на котором отрабатывалась устойчивость инструментов к деформации и разрушению использовалась высокомарганцевая TWIP сталь 0,6C-18Mn-0.1N.

20 Эксперименты показали, что цилиндрический и конический штыри претерпевали серьёзные деформации и разрушались уже после 200 мм сварного соединения, тогда как сферический штырь позволял варить швы суммарной длиной более 1 метра, не претерпевая существенных изменений. Но при этом заплечики значительно деформировались, растрескивались и разрушались в процессе сварки.

25 Для оптимизации формы заплечиков был изготовлен ряд инструментов с заплечиками разного диаметра и штырём в виде сферы. Экспериментально установлено, что при соотношении диаметров заплечиков и штыря больше 2,3 происходит значительная деформация заплечиков, а при соотношении меньше 1,9 в сварном соединении появляется дефект-канал на всю глубину и длину шва, устранить который не получалось ни
30 увеличением прижимной силы, ни изменением режимов сварки.

На основании полученных данных об оптимальных геометрических соотношениях был изготовлен инструмент согласно чертежу, представленному на фиг. 1. Где штырь 1 представляет собой сферу диаметром 4 мм, центр которой 2 посажен ниже заплечиков 3 на 0,57 мм, а заплечики 3 имеют диаметр 8,5 мм, так что соотношение диаметров
35 заплечиков и штыря составляет 2,12. Последующая сварка TWIP стали показала, что инструмент позволяет получать бездефектные соединения даже при значительном перегреве инструмента (фиг.2), а инструмент не меняет своей геометрической формы. Дальнейшие испытания на критическом режиме сварки (1000 об/мин, 150 мм/мин) показали, что плечики не деформируются вовсе, а штырь может претерпевать
40 деформацию из сферы в цилиндр высотой 1,1 мм и диаметром 4 мм, после чего дальнейшее формоизменение штыря прекращается. Сварка же на шадящих режимах (например 700 об/мин, 300 мм/мин) не приводит к заметному формоизменению штыря, при этом также получают бездефектные соединения.

Для проверки универсальности полученных геометрических соотношений был
45 нарисован (фиг.3), изготовлен и испытан инструмент (фиг.4) со штырём 1, представляющим собой сферу диаметром 6 мм, центр которой 2 посажен ниже заплечиков 3 на 0,57 мм, и заплечиками 3 диаметром 12,3 мм. Испытания показали отсутствие каких-либо значимых следов деформации или износа заплечиков и штыря

(фиг.4), при этом на всех проверенных режимах сварки соединения получались бездефектными.

Следовательно, полученные геометрические соотношения позволяют изготавливать устойчивые к деформации и разрушению инструменты из карбида вольфрама. При этом возможно пропорциональное масштабирование без потери качества, например, когда необходимо изготовить инструмент для сварки стальных листов большей толщины.

(57) Формула полезной модели

Инструмент для сварки трением с перемешиванием, изготовленный из керамики на основе карбида вольфрама, содержащий рабочую часть в виде штыря, представляющего собой сферу, и заплечики, при этом центр сферы расположен ниже заплечиков на 0,2 – 0,7 мм, а отношение диаметра заплечиков к диаметру штыря составляет (1,9 - 2,3).

15

20

25

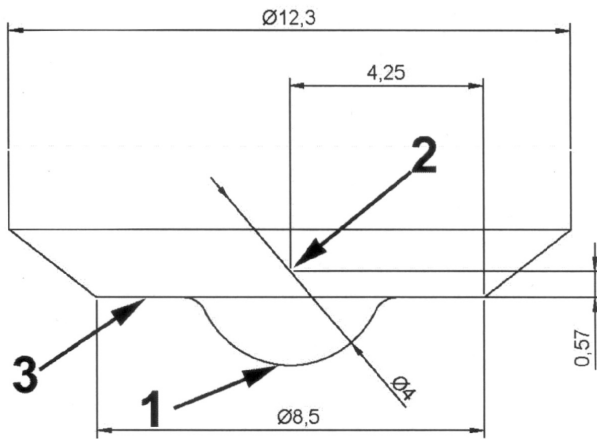
30

35

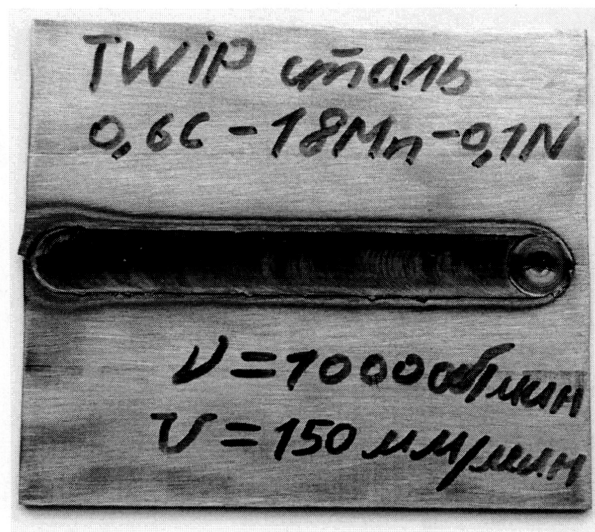
40

45

Твердосплавный инструмент для
сварки трением с перемешиванием

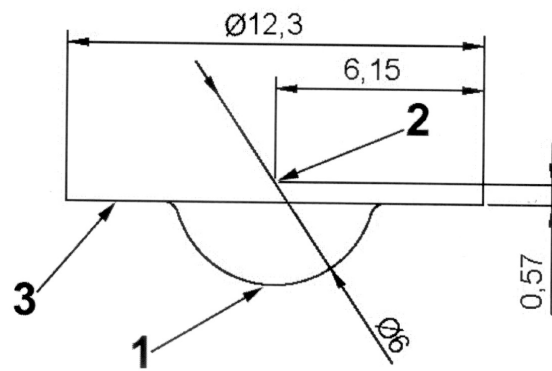


Фиг. 1

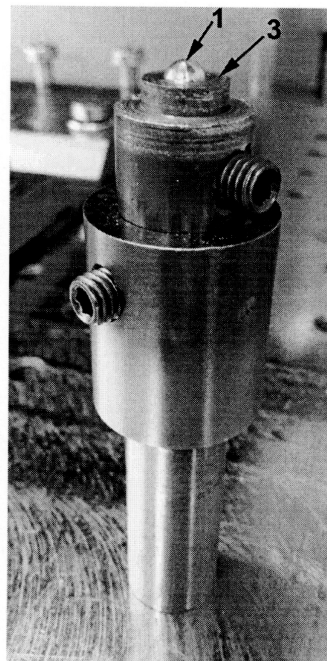


Фиг. 2

Твердосплавный инструмент для
сварки трением с перемешиванием



Фиг. 3



Фиг. 4