



УКРАЇНА

(19) К^А*ГЛ (i t)

03)

C1

(5D5 C 22 F 1/16

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВО

НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ОБРОБКИ ЗЛИВКІВ БЕРИЛІЮ

1

(20)94301163, 14.06 93

(21)4744595/02

(22)30.10 89, SU

(46)31.03 95. Бюл. № 1

(56) Патент США № 3954514,

кл. С 22 D 1/18, 1976.

(71) Харківський фізико-технічний Інститут

(72) Волокита Геннадій Іванович, Ковтун Ко

стянтин Васильович, Папіров Ігор Ісакович,

Тихинський Геннадій Пилипович

(73) Харківський фізико-технічний Інститут

(UA)

(57) Способ обработки слитков бериллия, преимущественно высокочистого, для производства фольги, включающий разнонап-

равленное горячее деформирование слитка в оболочке в несколько циклов и последующий отжиг при температуре выше температуры рекристаллизации, отличающийся тем, что разнонаправленное деформирование ведут в интервале температур $T_{\text{рект}} \leq T < T_{\text{пл}}$ путем экструзии осадка с понижением температуры в каждом последующем виде деформации, причем от цикла к циклу на 80-120°C, а последующий рекристаллизационный отжиг проводят в условиях всестороннего сжатия при давлении 0,8-6 кбар в течение 1-6 ч, где $T_{\text{рекр.}}$ - температура рекристаллизации. $T_{\text{пл}}$ - температура плавления.

Так как каждый четный удар практически восстанавливает первоначальную форму деформированного слитка, то после него в заготовке почти не формируется преимущественная ориентация зерен. Кроме того, чередования направления деформации позволяют более эффективно, по сравнению с аналогом измельчать зерно В результате такой деформации при последующем рекристаллизационном отжиге в слитке можно сформировать достаточно мелкозернистую равноосную структуру.

Однако наличие легирующих добавок в Ве ведет к образованию дефектной структуры, что оказывает отрицательное влияние на свойства Ве при последующих обработках с целью получения изделий, например, фольг.

Кроме того, при разнонаправленной деформации слитка бериллия, особенно высокой чистоты, в нем образуются макротрещины, не "залечивающиеся" при рекристаллизационном отжиге, даже при высоких температурах и длительном времени выдер-

Изобретение относится к металлургии, а точнее к обработке бериллия (Ве) с целью изменения его физической структуры, и может быть использовано при изготовлении изделий из Ве, например, фольг.

Известен способ обработки бериллийсодержащих слитков (1), состоящий в том, что слитки помещают в оболочку, герметизируют, подвергают при температуре ниже температуры рекристаллизации ряду ударов, ограничивая течение металла под действием этих ударов только вдоль одной оси слитка и под углом 90° к направлению удара. Каждый нечетный удар деформирует слиток по высоте на 5-60%. а каждый четный удар направлен вдоль оси течения металла предыдущего нечетного удара и практически восстанавливает первоначальную форму деформированного слитка. После окончанияковки слиток отжигают при температуре достаточной для рекристаллизации микроструктуры

УС

ОН
Ю
00

О

жки. Наличие таких "незалеченных" трещин, развивающихся при дальнейшей деформации, приводит, как к наличию интерметаллидов или оксидов и нарушению сплошности фольги, т.е. потере вакуумплотности, а в некоторых случаях и к разрушению заготовки.

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ обработки слитков бериллия, в котором новые режимы проведения операций деформирования и рекристаллизационного отжига и новые условия их проведения позволили бы обеспечить получение мелкозернистой структуры слитка и, за счет этого, повысить вакуумплотность фольги, получаемой из слитка.

Усовершенствованию подвергается известный способ обработки слитков бериллия, в котором осуществляют разнонаправленное горячее деформирование слитка в оболочке в несколько циклов и последующий отжиг при температуре выше температуры рекристаллизации.

Новым в предлагаемом способе является то, что разнонаправленное деформирование ведут путем экструзии-осадки с понижением температуры в каждом последующем виде деформации, причем от цикла к циклу на 80-120°C. При этом деформирование осуществляют в интервале температур $T_{кр}$ - $T_{пл}$, где $T_{кр}$ ~ температура 30 рекристаллизации, $T_{пл}$ - температура плавления, а последующий рекристаллизационный отжиг проводят в условиях всестороннего сжатия при давлении 0.8-6 кбар в течение 1-6 ч.

Циклическое деформирование, проводимое путем экструзии-осадки, способствует созданию мелкозернистой структуры с образованием большого количества дефектов. При этом образование мелких зерен не сопровождается катастрофическим разрушением, а создаваемый большой наклеп при понижающемся характере температуры в интервале $T_{кр}$ - $T_{пл}$ способствует лучшему залечиванию трещин при дальнейшем отжиге в условиях всестороннего сжатия при заявляемых режимах. Рост зерен при этом происходит незначительный. Снижение температуры в каждом последующем виде деформации (экструзия-осадка-экструзия-осадка и т.д.) проводится для того, чтобы

достичь максимальной степени наклепа материала и, тем самым, создать возможно большее количество центров рекристаллизации.

Создание такой бестекстурной деформированной структуры обеспечивает при последующем отжиге в условиях всестороннего сжатия формирование равноосных зерен малых размеров.

Предлагаемый способ иллюстрируется следующим примером. Слиток из высокочистого Be (99.95 мас. %), обладающий крупнозернистой столбчатой структурой (диаметр зерен более 3 мм), очехловывают в герметичную оболочку из малоуглеродистой стали и подвергают горячей разнонаправленной деформации в несколько циклов (циклом считается процесс деформации, после которого слиток принимает изначальную форму), путем экструзии-осадки по следующей схеме. Начальная температура деформирования экструзией составляет 940°C. После экструзии заготовки (со степенью деформации $\epsilon = 30\%$) ее осаживали ($\epsilon = 30\%$) при температуре 890°C. Следующий цикл начинали при 840°C (экструзия $\epsilon = 70\%$), заканчивали при 790°C ($\epsilon = 70\%$). Третий цикл разнонаправленной деформации осуществляли при температуре 740°C (экструзия, $\epsilon = 50\%$) и 670°C (осадка, $\epsilon = 50\%$). (Температура рекристаллизации такого Be равна 650°C). После этого проводили отжиг при 980°C в течение 4 ч и при условии всестороннего сжатия при давлении 1,5 кбар.

В результате такой обработки получена заготовка, имеющая бездефектную мелкозернистую структуру с размером зерна 60 мкм, из которой путем дальнейшей прокатки получена фольга толщиной 40 мкм, не имеющая течей.

Результаты проведенных авторами экспериментов по выявлению оптимальных режимов обработки слитков представлены в таблице.

Как видно из таблицы, обработка слитков по предлагаемому способу и заявляемым режимам позволяет по сравнению с прототипом получить за счет мелкозернистой структуры фольгу с более высокими свойствами.

№ п/п	Характер изменения температуры, снижение температуры от цикла к циклу. °С	Т-ра начального цикла °С	Давление всестороннего сжатия. Кбар	Время отжига, час	Размер зерна. мкм	Оценка дефектности структуры	Пластичность, %	Число течений на 1 дм фольги толщиной 40 мкм
1	Способ-прототип неизменяющийся	T<T _{рек}	-	не указано	75-130	Неоднородная крупнозернистая структура макротрещины	3-4	2-Ю
2.	понижающийся, 100 °С	T>T _{рек}	1,0	1.5	55	бездефектная мелкозернистая структура	10,0	течи отсутствуют
3.	непонижающийся	T>T _{рек}	1.0	1,5	более 100	неоднородная крупнозернистая структура	3,5	3-10
4.	понижающийся, 100°С	T=T _{рек}	1,0	1.5	45	бездефектная мелкозернистая структура	13,2	течи отсутствуют
5.	понижающийся. 100°С	T<T _{рек}	1.0	1,5	-	слиток разрушился	0	-
6.		T>T _{рек}	0,7	1.5	60	трещины, поры в слитке	0,5-1.0	-
7	-"	T>T _{рек}	0,8	2,0	60	Бездефектная мелкозернистая структура	8.0	течи отсутствуют
8	«	-"	1,5	2,0	55		12,0	
9.	и	-"	1.5	4,0	60		8,0	-"

Продолжение таблицы

NsNs п/п	Характер изменения температуры, снижение температуры от цикла к циклу, °C	Т-ра "начального цикла °C	Давление всестороннего сжатия, Кбар	Время отжига. час	Размер зерна, мкм	Оценка дефектности структуры	Пластичность, %	Число течений на 1 дм фольги толщиной 40 мкм
10.	понижающийся. 100°C	T>T _{ре} (C	И	2,0	50	Бездефектная мелкозернистая структура	12,8	течи отсутствуют
11.,	—"		1,0	1.0	50	—•—	12,8	—"
12.	—»—		1,0	6.0	75	—'—	5,0	0,5
13.	—«-	—"——	1,0	8.0	более	неоднородная крупнозернистая структура	3,5	2-7
14.	—»—	—*—	1,0	0.5	100 частично рекристаллизованная структура	трещины в слитке	0	фольгу получить не удалось течи отсутствуют
15.	70	—"	1,0	0.5	более	неоднородная крупнозернистая структура	4,0	24-7
16	80	—"	1.0	1.5	90 75	бездефектная структура	5,0	- 0,5
17.	120	—"	1.0	1,5	40	бездефектная мелкозернистая структура	13.0	течи отсутствуют
18.	140	—"	1.0	1,5	50 -	наличие дефектов, разрушение слитков	0	-

СП
СО
СО

СО

Упорядник	Техред М.Моргентал	Коректор М.Петрова
-----------	--------------------	--------------------

Замовлення 4501	Тираж	Підписне
-----------------	-------	----------

Державне патентне відомство України, 254655, ГСП, КиТв-53, Львівська пл.. 8
--

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

