

Изобретение относится к области порошковой металлургии, а именно, к спеченным твердым сплавам на основе карбида вольфрама, используемым для изготовления прокатного инструмента, в частности, прокатных дисковых валков для проволочных станов.

Известен спеченный твердый сплав на основе карбида вольфрама для валков станов горячей прокатки (авт.св. СССР №1636468, кл. С 22 С 28/08, В 21 В 27/00, опубл. 23.03.91. Бюл. №11), который содержит мас. %: кобальт 10-30, карбид тантала 0,015-5,0, карбид хрома 0,015-1,0, карбид вольфрама - остальное.

Применение данного сплава в валках проволочных станов приводит к резкой выработке калибра на прокатном валке за счет интенсивного трещинообразования, которое появляется в результате термической и механической усталости материала валка. Трещины образуются под воздействием циклического нагрева и охлаждения поверхности прокатного валка, а также его периодического механического нагружения под действием давления прокатки и крутящего момента.

Трещинообразование повышает шероховатость поверхности калибра, что вызывает разрушение поверхности, выкрашивание частиц твердого сплава и, следовательно, снижает качество производимой продукции.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому техническому результату является металлокерамический антифрикционный сплав (авт.св. СССР №436881, кл. С 22 С 29/00, опубл. 25.07.74. Бюл. №27), на основе карбида вольфрама, который содержит мас. %: карбид вольфрама 50-70, никель 5-10, кобальт 0,5-5, хром 0,5-5, медь - остальное.

Недостатком данного материала является недостаточная стойкость к образованию тепловых трещин, что приводит к быстрой выработке калибров и не обеспечивает эксплуатационную надежность работы прокатного стана. Это объясняется тем, что данный материал имеет крупнозернистую структуру (5-7 мкм), следовательно недостаточную износостойчивость и эксплуатационную прочность (в том числе сопротивляемость ударам, вибрации и выкрашиваниям карбидных частиц сплава).

В основу предполагаемого изобретения поставлена задача усовершенствования спеченного твердого сплава на основе карбида вольфрама путем введения регулирующей добавки оксида гафния, а также изменением процентных соотношений компонентов сплава, чем обеспечивается достижение зернистости карбидной фазы 2-3 мкм, что повышает стойкость к образованию тепловых трещин, в результате чего увеличивается износостойчивость калибра валка и эксплуатационная надежность работы прокатного стана.

Для достижения поставленной задачи в известный спеченный твердый сплав на основе карбида вольфрама, содержащий кобальт, никель и хром, дополнительно введен оксид гафния при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Кобальт	8-10
Никель	7-9
Хром	0,3-1,5
Оксид гафния	0,5-3
Карбид вольфрама	Остальное

при этом размер зерен карбидной фазы соответствует 2-3 мкм.

Добавка оксида гафния увеличивает жаропрочность сплава, уменьшает трещинообразование, повышая при этом работоспособность валка при горячей прокатке металла. Введение оксида гафния в количестве меньше 0,5 мас. % практически не оказывает влияния на структурообразование сплава. Получаемая зернистость материала соответствует 5-7 мкм, что аналогично зернистости ранее применяемых сплавов. Использование оксида гафния в количестве больше 3 мас. % приводит к наличию в сплаве зерен непроизводящего оксида гафния, что снижает прочность и твердость сплава.

Содержание кобальта в пределах 8-10 мас. % обеспечивает повышенную прочность, твердость и высокую эксплуатацию стойкость сплава. При содержании кобальта в сплаве ниже 8 мас. % ухудшается смачиваемость карбидных зерен связующим металлом, увеличивается хаотический рост зерен карбидной фазы, снижается стойкость к образованию тепловых трещин. При увеличении содержания кобальта в сплавах более 10 мас. % повышаются прочностные характеристики, но резко снижается твердость материала, следовательно, снижается его износостойкость.

Содержание никеля в сплавах 7-9 мас. % обеспечивает повышенную стойкость к образованию тепловых трещин и коррозионную стойкость, необходимых для увеличения срока службы калибра валка. Уменьшение содержания никеля менее 7 мас. % приводит к снижению прочностных характеристик сплавов, эксплуатационной прочности и стойкости к образованию тепловых трещин. Увеличение содержания никеля в сплавах приводит к резкому снижению твердости, следовательно, износостойкости, а также работоспособности валка.

Процентное соотношение вводимого кобальта 8-10 мас. % и никеля 7-9 мас. % обеспечивает получение в сплаве максимальных значений прочностных свойств (2800-2900 МПа) и существенно снижает поверхностное трещинообразование при эксплуатации валков.

Добавка хрома в количестве менее 0,3 мас. % не изменяет структуры сплава и его физико-механических и эксплуатационных свойств. Введение хрома в пределах от 0,3-1,5 мас. % обеспечивает увеличение прочности сплава и улучшение его эксплуатационных характеристик.

Оптимальный химический состав предлагаемого сплава изготовленного по заданным техническим режимам позволяет получить сплав с размером зерен карбидной фазы 2-3 мкм, что обеспечивает материалу повышенную износостойкость, максимальную прочность, удовлетворительную твердость (86-88 HRA), и, следовательно, высокую эксплуатационную надежность прокатного инструмента. Более мелкозернистый сплав отличается пониженной прочностью и повышенной способностью к трещинообразованию. Повышение зернистости карбидных зерен до 5-10 мкм приводит к снижению твердости и износостойкости калибрующей поверхности валка.

Пример. Предлагаемый твердый сплав изготавливали по следующей технологии: порошкообразные

компоненты заданного химсостава (карбида вольфрама, кобальта, никеля, хрома и оксида гафния) в шаровой мельнице, футерованной твердосплавными пластинами, в среде гидролизного спирта измельчались до получения однородной смеси по химсоставу и зернистости. Смесь пластифицировали раствором синтетического каучука в бензине. Затем из пластифицированной смеси прессовали опытные образцы заготовок и проводили предварительное и окончательное спекание в вакуумной печи. На спеченных изделиях определяли физико-механические и эксплуатационные свойства опытных составов и сплавов. Результаты проведенных испытаний сведены в таблицу.

Анализ результатов показывает, что предлагаемые составы твердого сплава при следующем содержании компонентов мас. %:

Кобальт	8-10
Никель	7-9
Хром	0,3-1,5
Оксид гафния	0,5-3
Карбид вольфрама	Остальное

обладают наиболее высокими прочностью (2800-2900 МПа) и твердостью (86-88 HRA), что обеспечивает эксплуатационную прочность материала, а достигнутые значения трещиностойкости ($16-17,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$) гарантируют эксплуатационную надежность прокатных дисковых валков.

№ п/п	Содержание компонентов, мас. %					Зерни- стость кар- бидной фазы, мкм	Кoeffици- ент интен- сивности напряже- ния (трещи- ностойко- сть) K_{Ic} , $\text{МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$	Физико-механические свойства		
	Co	Ni	Cr	HfO ₂	WC			Плотность, г/см^3	Твердость, HRA	Прочность при изги- бе, МПа
1*	15	-	-	-	85	1-2	12,1	13,9	87,0	1920
2*	5	10	3	-	70	5-7	7,3	13,7	86,0	1870
3	8	7	1	0,3	83,7	5-7	11,2	13,1	83,0	2600
4	8	7	1	4	80	5-8	10,3	13,6	81,6	2360
5	7	7	0,8	2	83,2	7-10	8,9	13,4	82,0	2480
6	12	7	0,8	2	78,2	5-7	9,8	13,7	82,6	2700
7	8	5	0,8	2	84,2	3-5	8,7	13,8	84,0	2200
8	8	10	1,6	3	77,4	3-5	11,2	14,08	82,0	2620
9	8	7	0,2	3	81,8	5-7	11,7	13,6	82,4	2420
10**	20	-	-	-	74	5-10	8,4	13,5	82,1	2160
11	8	7	0,3	1,5	остальное	2-3	16,01	14,08	86,2	2860
12	8	7	0,5	1,5	остальное	2-3	16,3	14,1	86,4	2850
13	8	7	1	1,5	остальное	2-3	16,9	14,13	87,0	2850
14	8	7	1,5	1,5	остальное	2-3	16,7	14,2	87,0	2820
15	8	7	1	0,5	остальное	2-3	16,9	14,15	86,4	2840
16	8	7	1	1	остальное	2-3	17,3	14,26	87,6	2870
17	8	7	1	2	остальное	2-3	17,5	14,1	88,0	2900
18	8	7	1	3	остальное	2-3	17,3	14,05	87,9	2900
19	9	7	1	2	остальное	2-3	16,9	14,2	86,1	2880
20	10	7	1	2	остальное	2-3	16,9	14,3	86,0	2890
21	8	8	1	2	остальное	2-3	16,5	14,2	86,4	2850
22	8	9	1	2	остальное	2-3	16,7	14,5	86,2	2860

Примечания: * - сплав по авт. св. СССР № 1636468, принятый за прототип (кроме указанных в таблице компонентов сплав содержит 12 мас. % меди);

** - сплав по авт. св. СССР № 436881, принятый за аналог (кроме указанных в таблице компонентов сплав содержит 1 мас. % карбида хрома и 5 мас. % карбида тантала).