



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

- (21) 2493668/22-02
- (22) 16.06.77
- (31) 696970
- (32) 17.06.76
- (33) США
- (46) 23.02.84. Бюл. № 7
- (72) Фрэнк Анджело Малагари младший (США)
- (71) Аллегени Ладлам Индастриз, ИНК (США)
- (53) 621.785.75(088.8)
- (56) 1. Патент США № 3855018, кл. 148-112, опублик. 1974.
- 2. Заявка ФРГ № 2422073, кл. C 21 D 1/78, 1975.

(54) (57) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ КРЕМНИСТОЙ СТАЛИ, включающий приготовление расплава, содержащего углерод, марганец, кремний, серу, алюминий, азот, медь и

железо, разливку, горячую прокатку, холодную прокатку в одну ступень до толщины 0,5 мм, обезуглероживающий и рекристаллизационный отжиг, отличающийся тем, что, с целью повышения однородности магнитных свойств, в расплав дополнительно вводят бор при следующем соотношении компонентов расплава, мас. %:

Углерод	0,031-0,033
Марганец	0,04-0,041
Кремний	3,13-3,14
Сера	0,02-0,021
Алюминий	0,003-0,004
Азот	0,0046
Медь	0,38-0,5
Бор	0,0013-0,0014
Железо	Остальное

а горячую прокатку осуществляют до толщины 1,27-3,05 мм.

Изобретение относится к металлургии, в частности к изысканию способов изготовления электромагнитных кремнистых сталей с ориентированными зернами, и может быть использовано в катушках, обладающих магнитной проницаемостью не менее 1870 Гс/Э и потери в сердечнике не более 1,540 В/кг при 17 кГц.

Известна электромагнитная кремнистая сталь следующего химического состава, мас. %:

Углерод	0,02-0,07
Марганец	0,05-0,24
Кремний	2,5-3,5
Алюминий	0,015-0,4
Азот	0,003-0,009
Медь	0,1-0,3
Железо	Остальное

Сталь в качестве примесей содержит серу и фосфор [1].

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является способ изготовления электромагнитной кремнистой стали, включающий получение расплава, содержащего, вес. %: углерод до 0,07; марганец 0,03-0,24; кремний 2,6-4,0; сера 0,01-0,07; алюминий 0,015-0,04; азот до 0,02; медь 0,1-0,5; железо - остальное, разливку, горячую прокатку, отжиг, холодную прокатку в одну ступень со степенью обжатия $\geq 80\%$, обезуглероживающий и окончательный текстурирующий отжиг [2].

Недостатком известного способа является неоднородность магнитных свойств катушек, изготовленных из стали указанного состава. Катушки, полученные из известной ста-

ли, имеют магнитную проницаемость не менее 1870 Гс/Э при 10 Э и потери в сердечнике не более 1,541 В/кг при 17 кГц. Однако менее 25% катушек имеют неоднородность магнитных свойств.

Целью изобретения является повышение однородности магнитных свойств катушек.

Указанная цель достигается тем, что согласно способу изготовления электромагнитной кремнистой стали, включающему приготовление расплава, содержащего углерод, марганец, кремний, серу, алюминий, азот, медь и железо, разливку, горячую прокатку, холодную прокатку в одну ступень до толщины 0,5 мм, обезуглероживающий и рекристаллизационный отжиг, в расплав дополнительно вводят бор при следующем соотношении компонентов расплава, мас. %:

Углерод	0,031-0,033
Марганец	0,04-0,041
Кремний	3,13-3,14
Сера	0,02 -0,021
Алюминий	0,003-0,004
Азот	0,0046
Медь	0,38-0,5
Бор	0,0013-0,014
Железо	Остальное

а горячую прокатку осуществляют до толщины 1,27-3,05 мм.

После горячей прокатки изготавливаются катушки, нормализацию проводят при $\sim 949^{\circ}\text{C}$, обезуглероживание - при $\sim 802^{\circ}\text{C}$, а окончательный отжиг - при $\sim 1177^{\circ}\text{C}$ в водороде.

Химический состав стали по предлагаемому изобретению представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Состав	Содержание компонентов, мас. %								
	C	Si	Mn	B	S	N	Cu	Al	Fe
1	0,033	3,14	0,040	0,0014	0,021	0,0046	0,38	0,003	Остальное
2	0,031	3,13	0,041	0,0013	0,02	0,0046	0,50	0,004	---

Обработка стали состоит из толения при повышенной температуре в течение нескольких часов, горячей прокатки до толщины 0,08 дюйма (около 2 мм), подготовки катушки, нормализации горячекатанной полосы при 1740°F (949°C), холодной прокатки до окончательной толщины, обезуглероживания при

$\sim 1475^{\circ}\text{F}$ (802°C) и окончательного текстурирующего отжига при максимальной температуре 2150°F (1177°C) в водороде. Затем замеряется толщина, магнитная проницаемость и потери в сердечнике.

Свойства катушек, изготовленных по предлагаемому способу, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Содержание меди в стали, мас. %	Содержание бора в стали, мас. %	Катушка	Потери в сердечнике, Вт/кг при 17 кВ	Магнитная проницаемость при 10 Э	Выход годных катушек, %
0,38	0,014	1 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,508}{1,449}$	$\frac{1915}{1914}$	37,5
0,38	0,014	2 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,538}{1,484}$	$\frac{1890}{1912}$	37,5
0,38	0,014	3 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,469}{1,497}$	$\frac{1910}{1890}$	37,5
0,50	0,013	4 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,85}{1,448}$	$\frac{1910}{1911}$	Более 50
0,5	0,013	5 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,508}{1,445}$	$\frac{1910}{1911}$	Более 50
0,5	0,013	6 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,513}{1,445}$	$\frac{1904}{1925}$	Более 50
0,5	0,013	7 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,513}{1,445}$	$\frac{1904}{1916}$	Более 50
0,5	0,013	8 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,501}{1,471}$	$\frac{1894}{1913}$	Более 50
0,5	0,013	9 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,495}{1,419}$	$\frac{1909}{1922}$	Более 50
0,27	0,013	10 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,612}{1,568}$	$\frac{1901}{1922}$	14,3
0,27	0,013	11 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,555}{1,421}$	$\frac{1918}{1941}$	14,3
0,27	0,013	12 ВХОД ВЫХОД	$\frac{1,447}{1,549}$	$\frac{1896}{1913}$	14,3

Как видно из табл. 2, однородность магнитных свойств (потери в сердечнике и магнитная проницаемость на входе и выходе) катушек, изготовленных из стали по предлагаемому изобретению, выше, чем у катушек, изготовленных из стали, содержащей меньшее количество меди.

Причиной повышения однородности является не столько введение бора, сколько повышение содержания

55 меди в стали. Медь в стали образует сульфиды, которые выступают в роли ингибитора, обладающие предпочтительным эффектом при вторичной рекристаллизации и роста зерна. Кроме того, медь в указанных количествах уменьшает чувствительность кремнистой стали к температурам горячей обработки и благодаря этому 60 повышает однородность продуктов и тем самым выход годного.

ВНИИПИ Заказ 544/54 Тираж 540 Подписное

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4