



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 016 128** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁵ **C 22 C 38/46**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4954947/02, 03.06.1991

(46) Дата публикации: 15.07.1994

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 1183560, кл. C 22C 38/54, 1985.

(71) Заявитель:

Производственное объединение "ГАЗ"

(72) Изобретатель: Жвачкина Т.В.,
Красильников А.Б.

(73) Патентообладатель:

Акционерное общество "ГАЗ"

(54) ЛИТАЯ ШТАМПОВАЯ СТАЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии сплавов, в частности к стали для литых штампов горячего деформирования металлов и сплавов. С целью повышения пластичности, ударной вязкости и износостойкости, сталь дополнительно содержит азот при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 0,27 - 0,34; кремний 0,7 - 1,0; марганец 0,5 - 0,8; хром 0,5 - 1,2;

молибден 0,15 - 0,30; никель 1,2 - 1,5; ванадий 0,1 - 0,2; PЗМ 0,2 - 0,5; азот 0,015 - 0,028; железо остальное. Предлагаемая литая штамповая сталь в указанной совокупности компонентов позволяет повысить пластичность, ударную вязкость и износостойкость в 2 раза, что приводит к расширению номенклатуры литых штампов и обеспечивает их работоспособность в особо тяжелых условиях. 3 табл.

RU 2 0 1 6 1 2 8 C 1

RU 2 0 1 6 1 2 8 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 016 128** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **C 22 C 38/46**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4954947/02, 03.06.1991

(46) Date of publication: 15.07.1994

(71) Applicant:
PROIZVODSTVENNOE OB"EDINENIE "GAZ"

(72) Inventor: ZHVACHKINA T.V.,
KRASIL'NIKOV A.B.

(73) Proprietor:
AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO "GAZ"

(54) **CAST DIE STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy. SUBSTANCE: the steel comprises further nitrogen, the ratio of the components being as follows (wt %): 0.27-0.34 carbon; 0.7-1.0 silicon 0.5-0.8 manganese; 0.5-1.2 chromium; 0.15-0.3 molybdenum; 1.2-1.5 nickel; 0.1-0.2 vanadium; 0.2-0.5 rare-earth metals; 0.015-0.028 nitrogen; and iron, the balance.

The claimed cast die steel of said combination of the components makes it possible to increase plasticity, impact viscosity and wear resistance by two times while leads to wider range of cast dies and improved service life of the dies under especially hard conditions. EFFECT: improved properties of the steel. 3 tbl

RU 2 0 1 6 1 2 8 C 1

RU 2 0 1 6 1 2 8 C 1

Изобретение относится к металлургии сплавов, в частности к изысканию сталей для литых штампов горячего деформирования металлов и сплавов.

Известна сталь, используемая для изготовления литых штампов, содержащая следующие компоненты, мас. %: Углерод 0,4-0,8 Кремний 0,15-0,50 Марганец 0,40-0,90 Хром 0,50-1,0 Молибден 0,15-0,30 Никель 1,0-2,0 Ванадий 0,03-0,25 Алюминий 0,009-0,03 Азот 0,009-0,04 Кальций 0,005-0,05 Магний 0,003-0,008 Железо Остальное

Выплавка стали производилась согласно ТИ 37.407250.0824 на плавку штамповой стали 5ХНМАФЛ в индукционной печи ИСТ-0,16 с кислой футеровкой.

Получены следующие физико-механические свойства стали 5ХНМАФЛ после термической обработки (закалка 920°C, отпуск 580°C) $\sigma_{0,2}$, МПа $\sigma_{в}$, МПа ρ Ψ a_k , кДж/м² 1250 1450 7,3 25,8 210

Значения ударной вязкости в 2 раза ниже, чем приведены в изобретении.

Несмотря на высокий уровень физико-механических свойств этой стали (прочности, пластичности, теплостойкости), она имеет существенный недостаток: при данном химическом составе эта сталь очень чувствительна к введению азота в виде азотированного феррохрома. Превышение азота по вводу более 0,005% приводит к образованию газовых раковин в отливках. В серии опытных плавов стали 5ХНМАФЛ все отливки при вводе азота в количествах 0,01-0,015-0,025-0,03 поражены газовыми раковинами, только при вводе азота 0,005% отливки получились годными, без газовых раковин.

В технологической инструкции на выплавку этой стали предусмотрено, что ввод азота составляет 0,005 и содержание остаточного азота в стали 0,02-0,026, что значительно ниже верхнего предела по содержанию азота, приведенного в изобретении (0,04% N₂).

Следует также отметить, что введение в сталь азота в количестве 0,005% не изменяет ее физико-механических свойств, они находятся на уровне свойств исходной стали (без ввода азота).

Известна штамповая сталь для изготовления литых штампов, содержащая следующие компоненты, мас. %: Углерод 0,20-0,30 Кремний 0,30-0,50 Марганец 0,30-0,60 Хром 2,5-5,0 Никель 1,3-2,0 Молибден 1,2-1,8 Ванадий 0,55-0,80 Азот 0,03-0,08 Медь 1,5-2,5 Железо Остальное

Эта сталь имеет высокие показатели прочности, теплостойкости и жидкотекучести. Следует заметить, что сталь, обладающая высокой прочностью, имеет низкий уровень пластичности и вязкости.

Не случайно в данном изобретении не приведены значения относительного удлинения и ударной вязкости.

Кроме того, микроструктура этой стали, состоящая из тростосорбита с карбидом и нитридами ванадия, свидетельствует о том, что сплав имеет низкие пластические свойства. Известно, что в сталях, содержащих азот и ванадий, рекомендуется соблюдать отношение содержания ванадия к содержанию азота в пределах 3-6. В данном

изобретении это отношение составляет 7-20, т.е. при содержании V - 0,55-0,80 и азота 0,03-0,08 по границам зерен выделяются нитриды ванадия, которые охрупчивают сталь и резко снижают показатель ударной вязкости. Повышенное содержание хрома и молибдена в стали приводит к образованию сложных карбидов, которые также снижают вязкость и пластичность сплава.

Данный сплав пригоден для отливки штампов несложных конфигураций и работающих при средних усилиях прессов, но для работы штампов со сложной конфигурацией и тяжело нагруженных данный сплав непригоден. Штампы будут раскаливаться при эксплуатации.

Наиболее близкой к заявленной стали является сталь ЗХСНМФРЛ. Она содержит компоненты при следующем соотношении, мас. %: Углерод 0,27-0,34 Кремний 0,7-1,0 Марганец 0,3-0,4 Хром 1,3-1,5 Никель 1,2-1,5 Ванадий 0,35-0,85 Бор 0,002-0,004 Редкоземельные металлы 0,2-0,5 Железо Остальное

Эта сталь применяется для отливки заготовок штампов, модельной оснастки, пресс-форм и т.д. Освоено около 200 позиций отливок.

Следует отметить, что эта сталь имеет существенное отличие по физико-механическим свойствам при выплавке в печах с кислой и основной футеровкой.

Свойства стали ЗХСНМФРЛ после термической обработки, выплавленной в печи с основной футеровкой, находятся на уровне: $\sigma_{0,2}$, МПа $\sigma_{в}$, МПа ρ , % Ψ , % a_k кДж/м² HR_{СЭ} 1370 1480 5 15 120 42 1490 1580 12 45 500 44 а с кислой футеровкой: $\sigma_{0,2}$ МПа $\sigma_{в}$, МПа ρ , % Ψ , % a_k , кДж/м² HR_{СЭ} 1430 1450 4,0 12,0 90-120 42-44

Ударная вязкость и пластичность стали, выплавленной в печи с основной футеровкой, значительно выше, чем у стали, выплавленной в печи с кислой футеровкой.

Печи с основной футеровкой имеют склонность к трещинообразованию, требуют ежедневного ремонта, имеют низкую стойкость, более опасны в эксплуатации при плавке в индукционной печи с водяным охлаждением индуктора. Печи с основной футеровкой применяются в основном в оборонной промышленности, а на машиностроительных предприятиях в основном применяют печи с кислой футеровкой.

Кислая футеровка не склонна к образованию трещин, имеет стойкость значительно выше основной футеровки и менее опасна при эксплуатации.

Высокий уровень свойств стали ЗХСНМФРЛ, выплавленной в печи с основной футеровкой, не удалось реализовать, так как в производстве не смогли организовать плавку металла в печи с основной футеровкой по выше указанным причинам.

Уровень свойств стали ЗХСНМФРЛ, выплавленной в печи с кислой футеровкой, обеспечивает работоспособность штампов освоенной номенклатуры > 200 наименований в объеме 200 т.

Для некоторых позиций штампов, работающих в особо тяжелых условиях (штамповка поворотного кулака ГА3-24,

цапфы заднего оста ГА3-66), эта сталь не может применяться, так как не обеспечивает их стойкости.

Была поставлена задача разработать сталь повышенной пластичности и вязкости, которая бы имела высокие показатели физико-механических свойств при выплавке в печи как с кислой, так и основной футеровкой.

Целью данного изобретения является повышение пластичности, ударной вязкости и износостойкости стали.

Для достижения указанной цели в сталь дополнительно вводят азот при следующих соотношениях компонентов, мас. % : Углерод 0,27-0,34 Кремний 0,7-1,0 Марганец 0,5-0,8 Хром 0,5-1,2 Молибден 0,15-0,30 Никель 1,2-1,5 Ванадий 0,1-0,2 Азот 0,015-0,028 РЗМ 0,2-0,5

Аналогов, содержащих отличительные признаки предлагаемого технического решения, не обнаружено.

Для получения сплава были подготовлены пять составов. Составы 2,3,4, содержащие компоненты: углерод, кремний, марганец, хром, молибден, никель, ванадий на нижнем, среднем и верхнем уровнях и отличающиеся друг от друга содержанием азота, равным в каждой смеси последовательно 0,015-0,020-0,028, содержание РЗМ в каждом составе постоянно 0,3 мас.%. Составы 1,5 содержат компоненты: углерод кремний, марганец, хром, молибден, никель, ванадий, азот в запредельных уровнях, при постоянном содержании РЗМ 0,3 мас.%.
5

Выплавка сплавов производилась в индукционной тигельной печи МГП-102 кислой футеровкой. Стандартные образцы-клинья (по ГОСТ 977-75) заливали в песчаные жидкостекольные формы при 1540-1480°C. Термообработка образцов производилась по следующему режиму:

Нагрев до 650°C, выдержка 2 ч

Нагрев до 860°C, выдержка 4 ч

Охлаждение до 720°C

Выдержка при 720°C - 4 ч

Охлаждение до 500°C с печью, дальнейшее охлаждение на воздухе

Закалка образцов производилась в соляной ванне, температура нагрева 1020°C.

Химический состав сплавов и физико-механические свойства приведены в табл.1,2.

Уменьшение легирующих элементов (ванадия, молибдена и хрома) в заявленной стали позволило увеличить ударную вязкость стали в 2,8 раза с 990 до 250 кДж/м² (при выплавке в печи с кислой футеровкой), а дополнительная обработка азотом способствовала увеличению ударной вязкости до 280-290 кДж/м², т.е. в 3 раза выше известной стали.

Ввод азота ниже нижнего предела не дает эффекта улучшения свойств стали. Ввод азота в заявленную сталь выше верхнего предела приводит к поражению отливок газовыми раковинами.

При содержании ванадия выше верхнего предела резко снижается ударная вязкость сплава в 2,1 раза (с 2,85 до 1,3 кДж/м²).

Как видно из приведенных выше аналогов, эффект улучшения свойств стали обработкой азотом известен однако в сочетании с другими компонентами.

Предлагаемое решение обладает

существенными отличиями именно в предлагаемой совокупности элементов, что позволяет в 2 раза повысить пластичность, ударную вязкость и износостойкость.

Из заявленной стали была отлита на заводе штампов и пресс-форм опытная партия штампов, черт.503680д13, 66-02-2401051 (цапфа заднего моста) в количестве пяти компонентов.

Пример конкретного исполнения. Сплав состава (мас.%): углерод 0,3; кремний 0,85; марганец 0,75; хром 0,9; никель 1,3; ванадий 0,15; азот 0,02; редкоземельные металлы 0,3 по вводу выплавляют в индукционной тигельной печи ИСТ-0,4 с кислой футеровкой из шихты состава: Возврат ЗХСНМАФЛ 44,44 Сталь 55ПП 25,470 Сталь 15 26,932 Феррохром ФХО15А 0,379 Никель НЗ 0,718 Ферромолибден ФМО-58 0,224 Феррованадий ФВА-358 0,270 Ферромарганец ФМНО 0,449 Феррохром азотированный ФХО15а 0,2

После расплавления шихты сплав перегревают до 1580°C, сканируют шлак и производят доводку металла в следующей последовательности. На зеркало металла дают раскислители: алюминий 0,06 мас.% и силикокальций 0,2, затем азотированный феррохром с размерами кусков 5-10 мм, ферросилиций и ферромарганец и в последнюю очередь феррованадий.

Перегревают металл до 1600-1610°C и при выдаче в ковш на струю вводят РЗМ в количестве 0,3 по весу с размерами кусков 5-10 мм в поперечнике.

Заливку штампов осуществляют в кокиль, облицованный керамикой, при 1520-1490°C.

Термообработку штампов производят по режимам.

Режим отжига. Нагрев до 650°C. Выдержка при 650°C - 6 ч. Нагрев до 860°C, выдержка 8-10 ч. Охлаждение до 720°C. Выдержка при 720°C 10-12 ч. Охлаждение с печью до 500°C, дальнейшее охлаждение на воздухе.

Режим закалки. Нагрев до 1020°C, выдержка при 1020°C 2;3,5-4,5 ч. Закалка в масле с температурой 150-170°C - 30 мин. Отпуск двукратный 60)-610°C в течение 8 ч. Испытание пяти компонентов штампов, черт.503680д13, для штамповки цапфы заднего моста ГА3-66 производилось в кузнечно-рессорном производстве.

Средняя стойкость литых штампов - 2900 поковок, при норме стойкости 2200 поковок (табл.3). Ранее изготовленные штампы для штамповки этой детали из стали ЗХСНМФРЛ, применяемой в настоящее время, раскалывались при эксплуатации.

Трудоемкость изготовления литых штампов из заявленной стали, включая шихтовку, плавку, разливку, очистку, термообработку, не увеличивалась.

За счет уменьшения добавок легирующих элементов снижается себестоимость стали, а увеличение пластичности и вязкости предложенной стали позволит расширить номенклатуру литых штампов и обеспечить их работоспособность в особо тяжелых условиях.

Формула изобретения:

ЛИТАЯ ШТАМПОВАЯ СТАЛЬ, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, молибден, никель, ванадий, редкоземельные металлы,

железо, отличающаяся тем, что, с целью повышения пластичности, ударной вязкости и износостойкости, она дополнительно содержит азот при следующем соотношении

компонентов, мас. %:
Углерод 0,27 - 0,34
Кремний 0,7 - 1,0
Марганец 0,5 - 0,8

Хром 0,5 - 1,2
Молибден 0,15 - 0,30
Никель 1,2 - 1,5
Ванадий 0,1 - 0,2
Редкоземельные металлы 0,2 - 0,5
Азот 0,0015 - 0,028
Железо Остальное

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

-5-

RU 2016128 C1

RU 2016128 C1

Таблица 1

Состав стали	Содержание элементов, мас. %									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	P3M	N ₂ по вводу	Fe
0 (прототип)	0,30	0,8	0,3	1,4	0,50	1,4	0,7	0,3	-	Остальное
1	0,25	0,6	0,4	0,4	0,10	1,0	0,05	0,3	0,005	-

Продолжение табл. 1

Состав стали	Содержание элементов, мас. %									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	P3M	N ₂ по вводу	Fe
2	0,27	1,0	0,5	1,2	0,15	1,2	0,1	0,3	0,015	-
3	0,30	0,8	0,6	0,8	0,20	1,3	0,15	0,3	0,020	-
4	0,34	0,7	0,8	0,5	0,30	1,5	0,2	0,3	0,028	-
5	0,38	1,1	0,9	1,3	0,35	1,6	0,36	0,3	0,03	-

Таблица 2

Состав стали	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	ρ , %	ψ , %	ак. кДж/м ²	HRсэ
0 (прототип)	1370	1480	5	15	90	42-44
1	1290	1370	11	30	250	42-44
2	1370	1470	14	32,7	280	42-44
3	1330	1410	11,7	31,8	280	42-44
4	1280	1350	4,0	15,5	285	42-44
5	1410	1470	5,0	15	130	42-44

RU 2016128 C1

RU 2016128 C1

Таблица 3

Наименование детали	Номер детали	Номер чертежа	Номер компл	Норма ст-ти	Факт. съем поковок	Примечание	Марка стали
Матрица IV пер.	66-02-2401051	16-У-503680/13	1	2200	1500	Раскол	ЗХО-МФЛ
			2	--	1700	Раскол	
			3	--	-	Раскол	
			4	--	-	Раскол	
Матрица IV пер.	66-02-2401051	16-У-503680/13	5	2200	2710		ЗХО-МФЛ
			6	--	3370		
			7	--	2045		
			8	--	3380 Ср. 2870		

RU 2016128 C1

RU 2016128 C1