



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003133465/02, 16.04.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.04.2002

(30) Конвенционный приоритет:
18.04.2001 FR 01/05225

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2005

(45) Опубликовано: 10.07.2006 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 9950469 A, 07.10.1999. SU 1678082
A1, 30.10.1994. RU 94020719 A1, 27.06.1996.
US 5972129 A, 26.10.1999.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
18.11.2003

(86) Заявка РСТ:
FR 02/01302 (16.04.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 02/083966 (24.10.2002)

Адрес для переписки:
103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", пат.пов. О.Ф.Ивановой

(72) Автор(ы):

БЕГИНО Жан (FR),
ВИАЛЬ Доминик (FR)

(73) Патентообладатель(и):
ЮЗИНОР (FR)

(54) ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ, СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТАКОЙ СТАЛИ И ГОТОВЫЕ ДЕТАЛИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а именно к инструментальным сталям. Предложена инструментальная сталь, способ ее изготовления и детали, выполненные из нее. Сталь содержит, вес. %: С 0,8-1,5; Cr 5,0-14; Mn 0,2-3; Ni до 5; V до 1; Nb до 0,1; Cu до 1; S до 0,3; Ca до 0,1; Se до 0,1; Те до 0,1; N 0,004-0,02, Si+Al до 2, Mo+W/2 1,0-4; Ti+Zr/2 0,06-0,15; железо и производственные примеси - остальное, при этом необходимо учитывать, что $(Ti+Zr/2) \times N \geq 2,5 \times 10^{-4}$ вес. %². Способ включает плавку стали, литье стали в слитки или брамы, горячее деформирование слитка или брамы с получением

детали, при этом при плавке стали сначала проводят плавку комплекса элементов указанного состава за исключением титана и/или циркония, затем в жидкий расплав стали добавляют титан и/или цирконий, при этом следят, чтобы в расплаве не возникало чрезмерной локальной концентрации титана и/или циркония, после горячего деформирования слитка или брамы в случае необходимости проводят термическую обработку полученной детали. Детали из предложенной стали обладают хорошей износостойкостью, хорошей сопротивляемостью деформациям и разрыву при воздействии статических и динамических напряжений, а также высокой прочностью и твердостью. 3 н. и 7 з.п. ф-лы, 3 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2003133465/02, 16.04.2002**(24) Effective date for property rights: **16.04.2002**(30) Priority:
18.04.2001 FR 01/05225(43) Application published: **10.05.2005**(45) Date of publication: **10.07.2006 Bull. 19**(85) Commencement of national phase: **18.11.2003**(86) PCT application:
FR 02/01302 (16.04.2002)(87) PCT publication:
WO 02/083966 (24.10.2002)Mail address:
**103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", pat.pov. O.F.Ivanovoj**(72) Inventor(s):
**BEGINO Zhan (FR),
VIAL' Dominik (FR)**(73) Proprietor(s):
JuZINOR (FR)(54) **HIGH-STRENGTH TOOL STEEL, METHOD FOR FORMING PARTS OF SUCH STEEL, READY PARTS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy, namely tool steels.

SUBSTANCE: tool steel contains, mass %: carbon, 0.8 - 10.5; chrome, 5.0 - 14; manganese, 0.2 - 3; nickel, up to 5; vanadium, up to 1; niobium, up to 0.1; copper, up to 1; sulfur, up to 0.3; calcium, up to 0.1; selenium, up to 0.1; tellurium, up to 0.1; nitrogen, 0.004 - 0.02; sulfur + aluminum, up to 2; molybdenum + tungsten/2, 1.0 - 4; titanium + zirconium/2, 0.06 - 0.15; iron and production process impurities, the balance. It is necessary to take into account that $(Ti + Zr/2) \times N \geq 2.5 \times 10^{-4} \text{ mass}\% ^2$. Method

comprises steps of melting steel; casting steel to ingots; hot deforming of ingot for making part. At first above mentioned steel composition having no titanium and(or) zirconium is melt. Then titanium and(or) zirconium are added to melt steel and monitoring is realized for excluding excess local concentration of titanium and(or) zirconium. After hot deforming of ingot produced part is subjected to heat treatment if necessary.

EFFECT: good wear resistance, good resistance against deformation and rupture at action of static and dynamic stresses, high strength and hardness of ready parts.

10 cl, 3 tbl, 2 ex

Настоящее изобретение касается состава инструментальной стали, обладающей повышенной прочностью, по сравнению с составами стали из предшествующего уровня техники, способа получения такого состава, а также деталей, получаемых при помощи этого способа.

5 Инструментальные стали широко применяются, в частности, в тех случаях, когда возникает необходимость относительных перемещений между металлическими деталями, соприкасающимися друг с другом, при этом одна из деталей как можно дольше должна сохранять свою геометрическую целостность. В качестве примеров выполнения можно указать металлообрабатывающие и металлорежущие инструменты, а также

10 метрологическое оборудование.

Сохранение геометрической целостности этих деталей требует хорошей износостойкости, хорошей сопротивляемости деформациям и разрыву при воздействии статических и динамических напряжений, и, как следствие, применяемая сталь должна обладать высокой прочностью и твердостью.

15 Кроме того, состав стали должен обладать хорошей закаливаемостью для того, чтобы после закалки структура оставалась максимально однородной по большой толщине.

Вместе с тем все эти различные требования часто противоречат друг другу. Так, известна и широко применяется марка стали для холодной обработки, называемая AISI D2, содержащая 1,5 вес.% углерода и 12 вес.% хрома с несколькими дополнительными

20 добавками карбидообразующих упрочняющих элементов, таких как Mo или V. Высокое содержание углерода и хрома приводит к значительному осаждению эвтектических карбидов типа M_7C_3 , образующихся при высокой температуре в конце отверждения и оказывающихся достаточно крупными и неоднородно распределенными в металлической матрице.

25 Если присутствие большой объемной доли твердых карбидов в стали способствует повышению износостойкости, то их ненадлежащее распределение отрицательно сказывается на прочности.

Для решения этой проблемы было предложено уменьшить содержание углерода и хрома в этих составах приблизительно до 1 и 8% соответственно с компенсирующим

30 повышением содержания молибдена примерно до 2,5% (EP 0930374). Снижение содержания углерода позволяет уменьшить объемную долю эвтектических карбидов и повысить таким образом прочность. Обогащение этих карбидов молибденом, повышающее их твердость, в свою очередь позволяет поддерживать на должном уровне твердость и износостойкость стали.

35 Вместе с тем остается необходимость улучшения распределения этих карбидов, чтобы повысить прочность, не снижая при этом характеристик твердости и износостойкости стали.

Наиболее близким техническим решением по совокупности существенных признаков и достигаемому результату является инструментальная сталь, а также деталь, выполненная из этой стали, известные из публикация WO 9950469 A. Известная инструментальная сталь

40 содержит углерод, хром, марганец, никель, ванадий, кремний, алюминий, медь, молибден, вольфрам, азот, железо и неизбежные примеси.

Кроме того, наиболее близким техническим решением по совокупности существенных признаков и достигаемому результату является способ изготовления детали из инструментальной стали, известный из патентной публикации SU 1678082.

45 Известный способ включает плавку стали, литье стали в слитки или брамы, горячее деформирование слитка или брамы с получением детали.

Авторы изобретения констатировали, что достижение нового компромиссного решения между требованиями прочности и механической стойкости и износостойкости возможно при достаточном содержании азота в сочетании с минимальным содержанием титана и/или

50 циркония, при этом последнее зависит от содержания азота.

Говоря более конкретно, было отмечено измельчение карбидов хрома, молибдена и вольфрама с одновременным повышением прочности при:

- с одной стороны, $N \geq 0,004\%$, предпочтительно $\geq 0,006\%$;

- с другой стороны, $(\text{Ti}+\text{Zr}/2) \times \text{N} \geq 2,5 \cdot 10^{-4} \%^2$, при этом содержание Ti, Zr и N выражается в вес. %.

Данное требование одновременного наличия азота и титана или циркония предполагает, что активным фактором является присутствие нитридов титана или циркония, которым отводится роль измельчителя карбидов хрома, молибдена и вольфрама. Средний размер самых крупных карбидов хрома, молибдена и вольфрама уменьшается от значения 10 мкм в соответствии с предшествующим уровнем техники до значения примерно 4 мкм в соответствии с настоящим изобретением.

Таким образом, первым объектом настоящего изобретения является сталь следующего состава, выраженного в вес. %:

В предпочтительном варианте реализации настоящего изобретения состав стали содержит в вес. %:

C	0,8-1,5
Cr	5,0-14
Mn	0,2-3
Ni	до 5
V	до 1
Nb	до 0,1
Cu	до 1
S	до 0,3
Ca	до 0,1
Se	до 0,1
Te	до 0,1
N	0,004-0,02
Si+Al	до 2
Mo+W/2	1,0-4
Ti+Zr/2	0,06-0,15
Fe и неизбежные примеси	остальное

при этом необходимо учитывать условие $(\text{Ti}+\text{Zr}/2) \times \text{N} \geq 2,5 \times 10^{-4} \text{ вес. \%}^2$. В предпочтительном варианте реализации настоящего изобретения состав стали содержит в вес. %:

C	0,8-1,2
Cr	7,0-9
Mn	0,2-1,5
Ni	до 1
V	0,1-0,6
Nb	до 0,1
Cu	до 1
S	до 0,3
Ca	до 0,1
Se	до 0,1
Te	до 0,1
N	0,004-0,02
Si+Al	до 1,2
Mo+W/2	2,4-3,0
Ti+Zr/2	0,06-0,15
Fe и неизбежные примеси	остальное

при этом необходимо учитывать условие $(\text{Ti}+\text{Zr}/2) \times \text{N} \geq 2,5 \times 10^{-4} \text{ вес. \%}^2$.

Содержание титана и/или циркония в стали в соответствии с настоящим изобретением должно находиться в пределах от 0,06 до 0,15 вес. %. Действительно, за пределом 0,15 вес. % осаждение нитридов титана и/или циркония начинает коалесцировать и теряет свою эффективность. И, наоборот, когда содержание становится меньше предела 0,06 вес. %, количество присутствующего титана и/или циркония является недостаточным для полноценного образования нитридов титана и/или циркония и требуемого повышения прочности и износостойкости. Необходимо заметить, что цирконий может полностью или частично заместить титан из расчета двух частей циркония на одну часть титана.

Содержание азота в стали в соответствии с настоящим изобретением должно находиться в пределах от 0,004 до 0,02 вес.%, предпочтительно от 0,006 до 0,02 вес.%. Его содержание ограничивают до 0,02 вес.%, так как за этим пределом прочность снижается.

- 5 Содержание углерода в стали в соответствии с настоящим изобретением должно находиться в пределах от 0,8 до 1,5 вес.%, предпочтительно от 0,8 до 1,2 вес.%. Углерод должен присутствовать в достаточном количестве для образования карбидов и получения необходимого для данной марки стали уровня твердости.

- 10 Согласно другому предпочтительному варианту реализации настоящего изобретения содержание углерода в стали в соответствии с изобретением должно находиться в пределах от 0,9 до 1,5 вес.% для обеспечения более высокой твердости без изменения термической обработки и для повышения износостойкости путем увеличения объемной доли твердых карбидов.

- 15 Содержание хрома в стали в соответствии с настоящим изобретением должно находиться в пределах от 5 до 14 вес.%, предпочтительно от 7 до 9 вес.%. Этот элемент, с одной стороны, позволяет повысить закаливаемость марки стали и, с другой стороны, способствует образованию упрочняющих карбидов.

- 20 Содержание марганца в стали в соответствии с настоящим изобретением должно находиться в пределах от 0,2 до 3 вес.%, предпочтительно от 0,2 до 1,5 вес.%. Его добавляют в состав стали в соответствии с настоящим изобретением, так как он является элементом, способствующим закаливанию, однако его содержание ограничивают для уменьшения сегрегации, которая приводит к ухудшению ковкости и к снижению прочности.

- 25 Сталь может содержать до 5 вес.% никеля. Предпочтительно содержание этого элемента должно быть ниже 1 вес.%. Его можно добавлять в состав стали в соответствии с настоящим изобретением, так как он является элементом, способствующим закаливанию и не вызывающим сегрегацию. Вместе с тем его содержание ограничивают, так как он является гаммагенным элементом, способствующим образованию остаточного аустенита.

- 30 Для повышения устойчивости к размягчению в часто встречающихся случаях, когда перед применением сталь подвергают отпуску, полезно добавлять в состав стойкие карбидообразующие элементы, способствующие образованию при отпуске мелких карбидов типа MC.

- Среди них наиболее предпочтительным является ванадий, поэтому его применяют при значениях содержания, по меньшей мере, равных 0,1%, но не превышающих 0,1%, предпочтительно меньших 0,6%.

- 35 Ниобий, стремящийся к осаждению при более высокой температуре и по этой причине значительно ухудшающий ковкость стали, желательно не применять, и в любом случае его содержание не должно превышать 0,1% и предпочтительно должно быть меньше 0,02 вес.%.

- 40 Содержание кремния и/или алюминия в стали в соответствии с настоящим изобретением должно быть меньше 2 вес.%. Кроме восстановления стали, эти элементы позволяют замедлить процесс коалесценции при нагреве и поэтому понижают кинетику размягчения при отпуске. Их содержание ограничивают, так как за пределами 2 вес.% они повышают хрупкость состава стали.

- 45 Содержание молибдена и/или вольфрама в стали в соответствии с настоящим изобретением должно находиться в пределах от 1 до 4 вес.%, предпочтительно от 2,4 до 3 вес.%. Необходимо отметить, что вольфрам может полностью или частично замещать молибден из расчета двух частей вольфрама на одну часть молибдена. Эти два элемента способствуют повышению закаливаемости состава стали и образованию смягчающих карбидов. Их содержание ограничивают, так как они являются причиной сегрегации.

- 50 Медь может присутствовать в стали, хотя ее содержание должно быть меньше 1%, чтобы не ухудшать свойства ковкости состава стали.

Кроме того, для того чтобы повысить обрабатываемость стали, можно добавлять серу, при этом ее содержание не должно превышать 0,3%, с добавлением, в случае

необходимости, кальция, селена, теллура при содержании каждого из этих элементов, меньшем 0,1%.

Получение состава стали в соответствии с настоящим изобретением, включая вариант добавления титана и/или циркония, можно осуществлять при помощи любого известного

5 способа, вместе с тем ее предпочтительно получать при помощи способа в соответствии с настоящим изобретением, являющегося вторым объектом предлагаемого изобретения.

В способе изготовления детали из инструментальной стали, включающем плавку стали, литье стали в слитки или брамы, горячее деформирование слитка или брамы с получением детали, согласно изобретению при плавке стали состава согласно изобретению сначала

10 проводят плавку комплекса элементов указанного состава за исключением титана и/или циркония, затем в жидкий расплав стали добавляют титан и/или цирконий, при этом следят, чтобы в расплаве не возникало чрезмерной локальной концентрации титана и/или циркония, после горячего деформирования слитка или брамы в случае необходимости подвергают полученную деталь термической обработке.

15 Действительно, авторы настоящего изобретения отметили, что известные из предшествующего уровня техники способы содержат включение добавок титана и циркония в виде массивных элементов ферросплава или металла, как правило, крупных и, следовательно, немногочисленных нитридов титана и/или циркония, тем более что часть из них может даже стремиться к осаждению. Такая ситуация скорее всего связана с тем,

20 что данные способы включения добавок приводят к чрезмерной локальной концентрации титана и/или циркония в жидкости по соседству с добавляемыми элементами.

Один из вариантов реализации первого этапа способа в соответствии с настоящим изобретением заключается в непрерывном добавлении титана и/или циркония в шлак, покрывающий жидкий расплав стали, при этом титан и/или цирконий постепенно

25 распространяется в расплаве стали.

Другой вариант реализации первого этапа способа в соответствии с настоящим изобретением заключается в добавлении титана и/или циркония путем постоянного введения проволоки из этого элемента или этих элементов в расплав стали, при этом перемешивая расплав путем образования пузырей или любым другим соответствующим

30 способом.

Еще один вариант реализации первого этапа способа в соответствии с настоящим изобретением заключается в добавлении титана и/или циркония путем вдувания в расплав порошка, содержащего этот элемент или эти элементы, при этом перемешивая расплав путем образования пузырей или любым другим соответствующим способом.

35 В рамках настоящего изобретения предпочтительно применять описанные выше различные варианты реализации, однако само собой разумеется, что можно также применять любой другой способ, позволяющий избежать чрезмерной локальной концентрации титана и/или циркония.

Как правило, способ реализуют в электродуговой печи или в индукционной печи.

40 В конце процесса сталь отливают в виде слитков или брам. Для размельчения структуры можно применять перемешивание в изложнице или использовать способ повторной плавки под шлаком при помощи расходуемого электрода.

Эти слитки или брамы впоследствии трансформируются при помощи способов обработки формованием путем горячей пластической деформации, таких, например, как

45 ковка или прокатка.

После этого сталь подвергают термической обработке способами, обычно применяемыми для инструментальной стали. Такая термическая обработка в случае необходимости может включать в себя отжиг для облегчения резки и механической обработки, затем аустенитизацию с последующим охлаждением способом,

50 соответствующим толщине, таким как водяное или масляное охлаждение, с возможным последующим отпуском в зависимости от уровня твердости, который необходимо обеспечить.

Третьим объектом заявленного изобретения является деталь из инструментальной

стали состава в соответствии с настоящим изобретением, полученная при помощи способа в соответствии с настоящим изобретением, в которой средний размер осадков карбидов хрома, молибдена или вольфрама в результате отверждения находится в пределах 2,5-6 мкм, предпочтительно от 3 до 4,5 мкм.

- 5 Настоящее изобретение проиллюстрировано нижеследующими наблюдениями и примерами, при этом в таблице 1 приведен химический состав подвергнутых испытаниям сталей, среди которых расплав 1 соответствует настоящему изобретению, а расплав 2 приведен для сравнения.

10

15

20

Таблица 1		
Состав (вес.%)	Расплав 1	Расплав 2
C	0,98	0,96
Cr	8,40	8,20
Mn	0,79	0,83
Ni	0,35	0,31
Si	0,26	0,22
V	0,37	0,40
Nb	0,01	0,09
Si	0,97	0,94
Al	0,03	0,03
Mo	2,60	2,50
W	-	-
Ti	0,11	0,004
Zr	-	-
N	0,011	0,009

Используемые аббревиатуры:

25

Rv: объемная потеря, выраженная в мм³;

KV: энергия разрыва, выраженная в Дж/см²;

T: прочность, выраженная в Дж/см².

Пример 1 - Прочность

30

Изготавливают две детали из расплава 1 в соответствии с настоящим изобретением и из сравнительного расплава 2, осуществляя горячую прокатку при 1150°C слитков, полученных из этих составов. После этого образцы подвергают аустенитизации при 1050°C в течение одного часа, закалке в масле, затем двойному отпуску при 525°C в течение одного часа для достижения твердости в 60 Hrc.

35

После этого проводят две серии испытаний с использованием различных методов определения прочности:

- испытание на изгиб ударом на образце Шарпи, выполненном в виде бруска с V-образным надрезом, по французскому стандарту NF EN 10045-2, которое позволяет определить энергию разрыва KV; и

40

- испытание на изгиб ударом на бруске без надреза (брусок размером 10 мм на 10 мм), которое позволяет определить прочность T.

Полученные результаты приведены в таблице 2:

45

Таблица 2		
	KV (Дж/см ²)	T (Дж/см ²)
Расплав 1	14,0	59
Расплав 2	10,5	47

Как видно из таблицы, независимо от применяемого метода, использование расплава 1 в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает достижение более высокой прочности по сравнению со сравнительным расплавом 2.

Пример 2 - Износостойкость

50

Аналогично примеру 1 изготавливают две детали и проводят измерение износостойкости по стандарту ASTM G52, которое позволяет определить объемную потерю испытуемых образцов. Это испытание состоит в измерении потери веса образца, подвергаемого абразивному износу при помощи струйки из кварцевого песка с калиброванной

гранулометрией, пропускаемой между обрезаемым колесом и неподвижным образцом.

Полученные результаты приведены в таблице 3:

Таблица 3	
	PV (мм ³)
Расплав 1	17,5
Расплав 2	18,5

Отмечается, что использование расплава 1 в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает некоторое повышение износостойкости по сравнению со сравнительным расплавом 2.

Формула изобретения

1. Инструментальная сталь, содержащая углерод, хром, марганец, никель, ванадий, кремний, алюминий, медь, молибден, вольфрам, азот, железо и неизбежные примеси, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит ниобий, серу, кальций, селен, теллур, титан и цирконий, при следующем соотношении компонентов, вес. %:

C	0,8-1,5
Cr	5,0-14
Mn	0,2-3
Ni	До 5
V	До 1
Nb	До 0,1
Cu	До 1
S	До 0,3
Ca	До 0,1
Se	До 0,1
Te	До 0,1
N	0,004-0,02
Si+Al	До 2
Mo+W/2	1,0-4
Ti+Zr/2	0,06-0,15
Fe и неизбежные примеси	Остальное

при этом необходимо учитывать условие $(Ti+Zr/2) \cdot N \geq 2,5 \cdot 10^{-4}$ вес. %².

2. Инструментальная сталь по п.1, отличающаяся тем, что имеет следующий состав, вес. %:

C	0,8-1,2
Cr	7,0-9
Mn	0,2-1,5
Ni	До 1
V	0,1-0,6
Nb	До 0,1
Cu	До 1
S	До 0,3
Ca	До 0,1
Se	До 0,1
Te	До 0,1
N	0,004-0,02
Si+Al	До 1,2
Mo+W/2	2,4-3,0
Ti+Zr/2	0,06-0,15
Fe и неизбежные примеси	Остальное

при этом необходимо учитывать условие $(Ti+Zr/2) \cdot N \geq 2,5 \cdot 10^{-4}$ вес. %².

3. Инструментальная сталь по п.1, отличающаяся тем, что содержание ниобия в ней составляет до 0,02 вес. %.

4. Инструментальная сталь по п.1, отличающаяся тем, что содержание азота в ней составляет 0,006-0,02 вес. %.

5. Способ изготовления детали из инструментальной стали, включающий плавку стали,

литье стали в слитки или брамы, горячее деформирование слитка или брамы с получением детали, отличающийся тем, что плавят сталь по п.1, при плавке стали сначала проводят плавку комплекса элементов указанного состава за исключением титана и/или циркония, затем в жидкий расплав стали добавляют титан и/или цирконий, при этом следят, чтобы в расплаве не возникало чрезмерной локальной концентрации титана и/или циркония, после горячего деформирования слитка или брамы в случае необходимости проводят термическую обработку полученной детали.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что добавление титана и/или циркония осуществляют в непрерывном режиме в шлак, покрывающий жидкий расплав стали, при этом титан и/или цирконий впоследствии распространяется в указанном расплаве стали.

7. Способ по п.5, отличающийся тем, что добавление титана и/или циркония осуществляют путем непрерывного введения в расплав стали в виде проволоки из титана и/или циркония при одновременном перемешивании расплава.

8. Способ по п.5, отличающийся тем, что добавление титана и/или циркония осуществляют путем вдувания в расплав стали порошка, содержащего титан и/или цирконий, при одновременном перемешивании расплава.

9. Деталь из инструментальной стали, отличающаяся тем, что имеет состав по любому из пп.1-4, получена способом по любому из пп.5-8, при этом средний размер карбидов хрома, молибдена или вольфрама находится в пределах 2,5-6 мкм.

10. Деталь по п.9, отличающаяся тем, что средний размер карбидов хрома, молибдена или вольфрама находится в пределах 3 - 4,5 мкм.

25

30

35

40

45

50