

Предлагаемое Изобретение относится к области металлургии, в частности, к штамповым сталям дисперсионного твердения, для изготовления штампогорячего прессования.

Наиболее близкой к заявляемой - прототипом является сталь [1], содержащая, мас. %:

<b>Углерод</b>	<b>0,5-0,6</b>
<b>Кремний</b>	<b>0,15-0,35</b>
<b>Марганец</b>	<b>0,5-0,8</b>
<b>Хром</b>	<b>0,5-0,8</b>
<b>Никель</b>	<b>1,4-1,8</b>
<b>Вольфрам</b>	<b>0,4-0,7</b>
<b>Железо</b>	<b>остальное.</b>

Недостатком этой стали является низкая теплостойкость и прокаливаемость, из-за недостаточной устойчивости аустенина в температурной области 500-650°C, вызывающей рост зерна, что приводит к снижению срока службы штампов при эксплуатации в промышленных условиях.

В основу изобретения положена задача создать сталь с повышенной прокаливаемостью и теплостойкостью при эксплуатации штампов в температурной области 600-680°C.

Поставленная техническая задача решается тем, что в сталь, содержащую углерод, кремний, марганец, хром, никель, вольфрам, железо, согласно изобретению, дополнительно вводят молибден, ванадий, азот, алюминий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

<b>Углерод</b>	<b>0,5-0,6</b>
<b>Кремний</b>	<b>0,15-0,35</b>
<b>Марганец</b>	<b>0,5-0,8</b>
<b>Хром</b>	<b>0,5-1,2</b>
<b>Никель</b>	<b>1,4-1,8</b>
<b>Вольфрам</b>	<b>0,1-0,7</b>
<b>Молибден</b>	<b>0,15-0,30</b>
<b>Ванадий</b>	<b>0,08-0,30</b>
<b>Азот</b>	<b>0,008-0,035</b>
<b>Алюминий</b>	<b>0,01-0,03</b>
<b>Железо</b>	<b>остальное</b>

Такой состав и соотношение компонентов позволяет повысить прокаливаемость и теплостойкость за счет дополнительного легирования ванадием, азотом, алюминием и молибденом, которые способствуют повышению устойчивости аустенита, путем образования и равномерного распределения карбонитридов и нитридов ванадия, являющихся преградой роста зерна аустенита и повышения структурной неоднородности штампа при температурах эксплуатации. Пределы содержания азота и ванадия выбраны такими, что практически обеспечивается полное связывание азота и ванадия в нитриды.

При содержании азота менее 0,008% и ванадия менее 0,08% снижается теплостойкость, прокаливаемость и прочностные свойства, а при содержании этих элементов более 0,3% (ванадий) и 0,035% (азот) требуется более высокая температура аустинитизационного нагрева для растворения нитридов ванадия и перевода их в мелкодисперсную форму, без реализации этого условия легирование этими элементами малоэффективно.

Молибден, повышая устойчивость аустенита, увеличивает прокаливаемость и теплостойкость стали. При содержании молибдена менее 0,15% не оказывает влияние на устойчивость аустенита, а следовательно, на прокаливаемость и теплостойкость, при содержании более 0,30% малоэффективно и требует более высоких температур для растворения карбидов и карбонитридов молибдена, определяющих пределами 1000-1100°C. В промышленных условиях реализация таких температур при термообработке практически не осуществимо.

Алюминий является активным раскислителем и нитридообразующим элементом, При содержании алюминия менее 0,01% металл недостаточно раскисляется, а при содержании более 0,03% образуются труднорастворимые нитриды алюминия с температурой растворения 1300°C. В заводских условиях при термообработке такая температура трудно реализуема.

Углерод является упрочняющим элементом. При содержании углерода менее 0,5% снижаются прочностные свойства, необходимые для штампового инструмента при эксплуатации а при содержании более 0,6% повышается охрупчивание стали.

Кремний является упрочняющим элементом. При содержании кремния менее 0,15% недостаточно повышаются прочностные свойства, а при содержании более 0,35% повышается охрупчивание стали.

Марганец действует как упрочняющий элемент. При растворении марганца в стали стабилизируется аустенит и увеличивается прокаливаемость, кроме того, марганец соединяется с серой, образуя измельченные сульфиды овальной формы, что, в свою очередь, повышает ударную вязкость. При содержании марганца менее 0,5% снижается упрочнение стали, а при содержании более 0,8% снижаются пластические свойства.

Содержание хрома в пределах 0,5-1,2% при данном химическом составе снижает чувствительность стали к перегреву, измельчает зерно и обеспечивает необходимую теплостойкость. При содержании хрома менее 0,5% снижаются чувствительность к перегреву и теплостойкость, а при содержании выше 1,2% снижаются пластические свойства.

Вольфрам повышает устойчивость аустенита, увеличивает прокаливаемость стали. Содержание вольфрама менее 0,1% недостаточно влияет на прокаливаемость, а при содержании более 0,7% резко снижается вязкость стали.

Никель в стали повышает прокаливаемость и окалиностойкость. Содержание никеля менее 1,4% снижает прокаливаемость и окалиностойкость, а содержание более 1,8% малоэффективно влияет на

прокаливаемость стали.

Химический состав исследованных сталей известной № 1 и предлагаемой № 2-6 приведены в таблице 1. Стали 2, 3 с содержанием элементов за пределами заявляемыми формулой изобретения, стали 4,5 с содержанием элементов ограничивающих пределами формулой изобретения, сталь 6 со средним содержанием элементов определяющих формулой изобретения. Прокаливаемость сталей приведены в таблице 2, механические свойства в таблице 3.

Из таблиц 2 и 3 следует, что сталь предлагаемого состава имеет более высокие показатели за счет дополнительного легирования молибденом, ванадием, азотом, алюминием и непосредственного упрочнения дисперсионными частицами нитридами ванадия.

Рассматриваемые стали выплавлялись в лабораторных индукционных печах. Полученные слитки ковались на прутки, из которых изготавливали образцы для исследования металла. Оптимальный химический состав стали опробовался в промышленных условиях на штампах завода "Киевтрактор-деталь" им.Лепсе.

Таким образом, за счет дополнительного легирования стали молибденом, ванадием азотом, алюминием; повышения прокаливаемое и теплостойкости, реализации нитридванадиевого упрочнения срок службы штампов повышается на 30-50% в сравнении с штампами из стали "прототип".

## Химический состав сталей

Продолжение табл. 110

**Прокаливаемость исследуемых сталей. Закалка – 940°C, отпуск – 600°C**

[illegible]

Т а б л и ц а 3

№№ пп	Плавки	Механические свойства. Закалка 940°C. Отпуск – 600°C						
		при 20°C				при 600°C		
		$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	$a_n$ , мд м/м <sup>2</sup>	HRC	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{b,2}$ , МПа
1	Прототип	960	15	60	0,09	33,5	500	350
2	Предлагаемая	1280	16	60	0,1	34	580	440
3	—	1441	15	58	0,095	45	615	520
4	—	1410	16,5	61	0,11	41	590	480
5	—	1445	18	63	0,12	41,5	610	490
6	—	1440	19	64	0,14	42	600	510