

О. С. КОМАРОВ, Г. Г. МАКАЕВА,  
Д. О. КОМАРОВ, БГПА

*The experience on alloys development for grind the valve seat of internal combustion engine is generalized in this paper. The findings of an influence of chemical composition and heat treatment condition of the castings for grind the valve seats on their wear resistance and machinability are presented.*

## ВЫБОР СОСТАВА СПЛАВА И РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕДЕЛ КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

УДК 621.746

Для изготовления седел клапанов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) применяют сложнолегированные, многокомпонентные сплавы с широким диапазоном легирующих элементов. Ниже приведены основные химические элементы и диапазоны их содержания в сплавах [1–6].

Содержание элемента, %			
C	Cr	Ni	W
0,8–3,5	5–30	2–28	2–15
Mo	Si	Mn	
0,2–12	0,2–5	0,1–5	

Эксплуатационные и технологические свойства данных сплавов во многом определяются структурой металлической основы, которая зависит от химического состава сплава и режима термической обработки. Однако широкий диапазон возможного содержания химических элементов в приведенных сплавах затрудняет выбор оптимального состава для седел клапанов двигателей ММЗ, а высокое содержание таких элементов, как Ni, W, Mo значительно повышает стоимость изделий.

В связи с изложенным выше на начальном этапе заготовки клапанов отливали из чугуна ИЧ280Х18Н, который хорошо зарекомендовал себя в изделиях, работающих в условиях интенсивного абразивного износа (рыхлительные лапы чизельных культиваторов, детали строительных отделочных машин, мелющие тела, лопасти дробебетных машин). Известно, что удовлетворительная обрабатываемость резанием деталей из высокохромистых чугунов возможна при их твердости не выше 35 HRC, которая достигается соответствующей термической обработкой.

Исходя из анализа результатов предыдущих исследований, для седел клапанов выбрано два сплава, химический состав которых приведен ниже.

Номер сплава	Содержание элемента, %			
	C	Si	Mn	Cr
1	2,30	0,91	0,96	18,66
2	2,20	2,25	1,31	21,31
Номер сплава	V	Mo	Ni	W
1	0,15	0,24	0,42	0,39
2	0,16	0,24	0,32	0,51

Отлитая из указанных сплавов партия седел клапанов подвергнута многоступенчатому отжигу: нагрев до 800°C с выдержкой 1 ч, дальнейший нагрев до 1150°C с выдержкой 2 ч, охлаждение с печью до 700°C, повторный нагрев до 850°C с выдержкой 2,5 ч, охлаждение со скоростью 30°C/ч до 600°C в печи и далее на воздухе.

После отжига в заготовках обнаружены мягкие пятна (разброс твердости составил 13 ед. — от 17 до 30 HRC), а также разброс твердости в 20 ед. между изделиями — от 30 HRC в сплаве № 1 до 49 HRC в сплаве № 2. Заготовки плохо обрабатывались лезвийным инструментом.

Для определения причины неоднородности твердости измерена твердость на всю глубину изделия путем послыной с интервалом 0,5 мм перешлифовки, проведены микроструктурный и рентгеноструктурный анализы. Измерения твердости показали, что после снятия первого слоя неоднородность исчезает, твердость последующих слоев равномерна и составляет 30 HRC для изделия № 1 и 49 HRC для изделия № 2. Это доказывает, что мягкие пятна на поверхности изделий вызваны обезуглероживанием в процессе длительного отжига, избежать которого можно применением соответствующих защитных мер.

Микроструктурный анализ и измерение микротвердости структур ( $H_{\text{гп}}$ ) показали наличие мелких и крупных карбидов (715), продуктов распада аустенита (286–354) и в образцах № 2 — аустенита остаточного (530). Полученные результаты совпадают с данными И. И. Цыпина [7]. Рентгеноструктурный анализ подтвердил наличие до 15% аустенита в образцах № 2.

Установлено, что для устранения пятнистости необходимо сократить продолжительность и снизить температуру отжига, а так как в сплавах с 18% Cr при этом неизбежно произойдет ухудшение обрабатываемости, то следует снизить его содержание.

Для корректировки химического состава и режимов отжига отлиты две партии образцов с различным содержанием Cr. Их составы приведены ниже.

Каждая партия образцов подвергалась отжигу в течение 4 ч при температурах 700, 750, 800 и 850°C,

Номер сплава	Содержание элемента, %			
	C	Cr	Si	Ni
1	3,35	5,00	0,64	0,40
2	3,50	10,00	0,78	0,42
Номер сплава	Mo	V	Mn	W
	1	0,02	0,02	1,65
2	0,02	0,01	1,70	0,05

охлаждению со скоростью 50°C/ч до температуры 550°C в печи и дальнейшему охлаждению на воздухе. Для предотвращения обезуглероживания образцы перед отжигом засыпали песком с небольшой добавкой угля. Результаты измерения твердости в зависимости от температуры отжига приведены ниже.

Номер образца	Температура отжига, °C			
	700	750	800	850
1	47	41	37	38
2	46	49	37	46

Таким образом, оптимальными являются температура отжига — 800°C и содержание Cr — 10 % (при 5 % износостойкость изделий значительно ниже). Весьма важно то, что независимо от содержания углерода и хрома отжиг при 800°C дал стабильное значение твердости.

Отливка опытно-промышленной партии заготовок седел клапанов в количестве 50 шт. из чугуна, содержащего 2,9—3,2 мас. % C, 9—10 мас. % Cr, 1,2—1,5 мас. % Mn, подтвердила стабильность результатов по твердости (38—41 HRC) и хорошую обрабатываемость изделий резанием.

#### Литература

1. Пат. 47-78312. Изобретения за рубежом. 1976. № 12.
2. Пат. 47-81803. Изобретения за рубежом. 1976. № 12.
3. Пат. 46-83978. Изобретения за рубежом. 1976. № 13.
4. Пат. 46-68923. Изобретения за рубежом. 1976. № 15.
5. Пат. 47-96624. Изобретения за рубежом. 1976. № 24.
6. Пат. 47-61975. Изобретения за рубежом. 1979. № 7.
7. Цылин И. И. Белые износостойкие чугуны. М.: Металлургия, 1983.

По результатам конкурса  
**“Человек Дела 2000”**,  
 который проводил журнал  
 Международного делового сотрудничества  
**“Дело (Восток — Запад)”**,  
 в номинации  
**“За успешное применение новых технологий  
 и методов управления”**  
 отмечен генеральный директор  
 Минского тракторного завода  
**Михаил Леонов**

