

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 62.78.669.15

В.В. Трухин, Л.П.Короткова

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ОТ ТВЕРДОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ЧУГУНОВ

Хромистые износостойкие чугуны являются перспективным конструкционным материалом, обладающим высокими антикоррозийными и износостойкостными свойствами, позволяющими повысить долговечность и надежность машин, работающих в условиях интенсивного гидроабразивного износа.

На диаграмме рис.1 показаны сравнительные данные по износостойкости и обрабатываемости износостойких хромистых чугунов и различных кон-

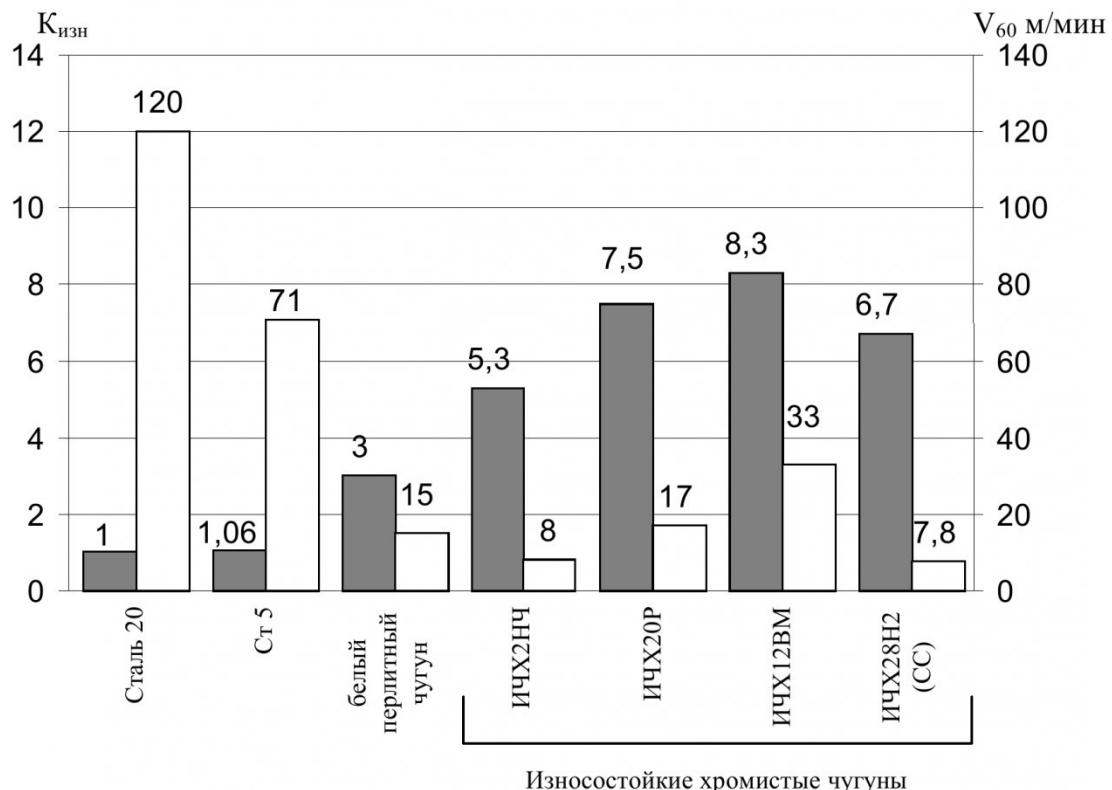
струкционных материалов[1].

Из графика видно, что износостойкие чугуны, обладая более высокой износостойкостью, значительно уступают конструкционным сталим по обрабатываемости, что является главной причиной, сдерживающей их широкое применение. Относительно технологичными из них являются среднехромистые чугуны типа ИЧХ20Р, ИЧХ20РТ, ИЧХ12Г3М и др., имеющие содержание хрома 11-23 % и структуру, состоящую из тригональных карбидов и ме-

таллической основы. Они обладают высокой прокаливаемостью, способностью в результате термической обработки изменять механические свойства, хорошими литейными свойствами (малыми усадкой и склонностью к образованию трещин).

Целью настоящей работы явилось выявление закономерностей влияния фазового состава чугунов, микротвердости и общей их твердости на обрабатываемость резанием.

В литературе содержатся данные о влиянии общей твер-



Сравнительная обрабатываемость V_{60} и износстойкость $K_{изн}$ белых и износстойких чугунов:

■ – коэффициент износстойкости, $K_{изн}$.

□ – скорость резания металлов при 60 мин стойкости инструмента, V_{60} .

Фазовый состав износостойких чугунов

Таблица 1

Малохромистые чугуны (Cr до 10 %)		Среднехромистые чугуны (Cr с 11 до 23 %)		Высокохромистые чугуны (Cr выше 24 %)	
Тип вторичной фазы					
M_3C Цементитный карбид HV 8000-11000 МПа		M_7C Тригональный дисперсный карбид HV 12400-16000 МПа		$M_7C_3 + M_{23}C_6$ Тригональный и кубический карбид HV 12400-16000 МПа	
Металлическая основа					
Перлит HV 3300-3900 МПа		Перлит HV 3500-4200 МПа		Аустенит+феррит HV 3700-4500 МПа	

дости на обрабатываемость белых чугунов. Артамонов А.[2], Фельдштейн Э.И.[3] вывели зависимость между рекомендуемой скоростью резания V_{60} и общей твердостью HV чугуна:

$$V_{60} = \frac{C}{HB^{1,7}}; \quad (1)$$

где C – постоянный коэффициент, зависящий от материала и геометрии инструмента.

Приведенная математическая модель не учитывает влияние структуры и микротвердости структурных составляющих на обрабатываемость резанием.

В настоящей работе прове-

ден анализ фазового состава белых чугунов, а также построена более полная математическая модель, учитывающая влияние химического состава, объемной доли и типа основы чугуна, а так же типа карбидной фазы и микротвердости структурных составляющих на обрабатываемость резанием чугунов.

Химический состав белых чугунов значительно влияет на структуру и фазовый состав. Как видно из табл.1, содержащей данные анализа [1], износостойкие чугуны значительно отличаются между собой по

типу металлической основы и по типу вторичной фазы.

Для того, чтобы определить влияние микроструктуры на обрабатываемость износостойкого чугуна, был применен способ выражения характеристик структурных составляющих через среднюю микротвердость. Для количественного определения структурных составляющих использовался метод полей А.А. Глаголева. Для этого в двух сечениях образца и в нескольких зонах структуры замерялась средняя площадь основных структурных составляющих (например, перлита и карбидов).

Таблица 2

Влияние фазового состава на относительную обрабатываемость резанием

Чугун	Термообработка	HRC	Микротвердость в МПа			Скорость резания V_{60} , м/мин ($S=0,3\text{мм}/\text{об}, t=2\text{мм}$)	Коэффициент обрабатываемости по скорости резания Kv
			Средняя микротвердость	Карбидов	Металлической основы		
ИЧХ28Н2 (СС)	Отпуск 560-580°C	54	-	M_7C_3, M_3C точечные 12000-15000	$\Phi+A$ 4400-4800	7,4	1,0
ИЧХ2Н4	Отпуск 230-250°C	58	-	M_7C_3, M_3C точечные 8400-9500	$M+A$ 5000-6000	8,0	1,1
Белый перлитный	Без термообработки	46	-	M_3C каркасный 8500-10500	Π 3300-3900	15	2,0
ИЧХ20Р	Без термообработки	56	9700	M_7C_3 17400-19700	A 4800-5300	17,0	2,3
ИЧХ12Г3М	Отжиг 860-880°C	33	7700	M_7C_3 12800-14800	Π 3000-4000	33,0	4,5
ИЧХ20Р	Отжиг 800°C, 3ч.	40	8020	M_7C_3 15850-17500	Π 2940-3520	45,0	6,0
ИЧХ20Р	Отжиг 900°C, 3ч.	37	7250	M_7C_3 16000-17200	Π 3120-3680	57,0	6,8
ИЧХ20Р	Отжиг 1100°C, 3ч.	35	6790	M_7C_3 15600-17000	Π 3120-3170	56,0	7,5

• А - аустенит, П - перлит, Ф - феррит, М – мартенсит

Измерялась микротвердость каждой составляющей структуры. За микротвердость принималась средняя величина для 10-15 измерений.

Средняя микротвердость структуры вычислялась по формуле:

$$HV_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i HV_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (2)$$

Выполненный корреляционный анализ показал, что между твердостью, средней микротвердостью износостойкого чугуна и его обрабатываемостью существуют достаточно близкие зависимости. Выборочный коэффициент корреляции соответственно равен 0,93 и 0,98.

В результате проведенных исследований получены зависимости скорости резания от твердости и средней микротвердости:

$$V_{60}=1161,6 HRC^{0,88} \quad (3)$$

$$V_{60}=65611,9 HV_{cp}^{1,087} \quad (4)$$

Проведенные исследования показали, что на обрабатываемость износостойких чугунов оказывают влияние все основные структурные составляющие. Однако особенно влияют на обрабатываемость белых чугунов свойства металлической основы.

С понижением микротвер-

дости металлической основы в результате термической обработки (отжига), обрабатываемость сплавов улучшается (табл.2). В процессе резания даже достаточно твердые, но изолированные карбиды с мягкой матрицей относительно легко деформируются со стружкой.

С повышением микротвердости матрицы в результате легирования металлической основы хромом и др. элементами заметно ухудшается обрабатываемость сплава. Сплавы с повышенной микротвердостью основы (Нихард-2, ИЧХ28Н2) и сплавы со структурой, содержащей большое количество аустенита с повышенной вязкостью и склонного к наклепу, имеют низкую обрабатываемость резанием.

Заметно влияет на обрабатываемость и карбидная фаза, ее тип и морфология. Обрабатываемость сплава ухудшается с увеличением количественного содержания карбидной фазы в структуре, с увеличением размера карбидных частиц, с образованием карбидных каркасов и сеток. Такую структуру имеют белые чугуны с содержанием до 10% Cr с карбидами типа M_3C и как следствие – пониженная обрабатываемость резанием (табл.2).

В чугунах с содержанием хрома от 11 до 23 % с карбида-

ми M_7C_3 преимущественно точечной морфологии, входящих в аустенитно-карбидную эвтектику, удаление изолированных карбидов из металла во время обработки значительно легче, чем карбидов связанных в сплошной и жесткий каркас.

Таким образом, чугуны, относящиеся к среднехромистым, имея в структуре перлитную матрицу (HV 3500-4200 МПа), тригональные дисперсные карбиды M_7C_3 (HV 12400-16000 МПа) и среднюю микротвердость в пределах 6500-8500 МПа, обладают лучшей обрабатываемостью резанием.

Выводы

1. Среднехромистые чугуны (ИЧХ20Р, ИЧХ12Г3М и др.) с содержанием хрома в пределах 11-23 % являются более технологичными по сравнению с другими.

2. На обрабатываемость износостойких чугунов наибольшее влияние оказывает тип металлической основы, а также тип и морфология карбидной фазы.

3. Средняя твердость HV_{cp} является более точной характеристикой для оценки обработки резанием по сравнению с общей твердостью, т.к. учитывает фазовый состав сплава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.Е. Гарбер. Отливки из белых износостойких чугунов. – М.: Машиностроение, 1972.
2. В.В. Трухин. Зависимость износостойкости и обрабатываемости чугуна от химического состава. – Вестн. КузГТУ, №1 , 1998.
3. Э.И. Фельдштейн. Методы определения обрабатываемости металлов. – М.: Машгиз., 1946.



Автор статьи:

Трухин

Владимир Вениаминович

- канд.техн.наук, доц.каф.гибких
автоматизированных производст-
венных систем

Короткова

Лидия Павловна

- канд.техн.наук, доц.,
зав.каф.технологии металлов