

## ЛИТЫЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ФРЕЗЫ ИЗ СТАЛИ Х6ВФ

Г. Г. ЗАХАРОВА

(Представлена заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, профессором доктором  
А. Н. Добровидовым)

Организация производства литых режущих инструментов — один из перспективных методов снижения стоимости инструмента и экономии инструментальной стали. Изготовление инструмента методом литья исключает обработку давлением, уменьшает объем механической обработки, увеличивает коэффициент использования металла, дает возможность широкого изменения химического состава сталей для повышения их режущих свойств.

Обрабатываемый древесный материал имеет большое разнообразие свойств и характеризуется значительной неоднородностью строения: твердые и мягкие породы натуральной древесины, клееные детали и фанера, прессованная и пропитанная древесина и т. д. Деревообрабатывающие фрезы работают с большими числами оборотов (5—12 тыс. об/мин), при больших скоростях резания (до 50—60 см/сек) и высоких скоростях подачи (до 100 м/мин).

Учитывая условия работы, фрезы для обработки древесины должны обладать высокой прочностью, следовательно, плотность отливки для них обязательна. Кроме того, фрезы должны иметь высокую вязкость при достаточной твердости и износостойкости режущих кромок и обладать способностью не отпускаться при нагреве до 300—400°.

Сталь 9ХС, применяемая ранее для изготовления литых деревообрабатывающих фрез, обладает рядом существенных недостатков: имеет повышенную хрупкость и плохо рихтуется после закалки и вследствие интенсивного износа быстро теряет размер. Поэтому сталь 9ХС, по рекомендации ВНИИ, была заменена более износостойкой сталью марки Х6ВФ.

Сравнительные испытания фрез, отлитых из стали 9ХС и Х6ВФ, проведенные ВНИИ, показали, что износостойкость фрез из стали Х6ВФ в 2 раза выше, чем из стали 9ХС.

Используя данные ВНИИ по исследованию и разработке технологического процесса получения литых заготовок фрез из стали Х6ВФ взамен литых фрез из стали 9ХС, завод в 1964 г. перешел на производство деревообрабатывающих фрез из стали Х6ВФ, отлитых в оболочковые формы.

Сталь Х6ВФ разработана во ВНИИ инженером А. А. Бадаевой. Химический состав стали Х6ВФ приведен в табл. I.



Таблица 1

## Химический состав стали Х6ВФ

Марка стали	C	Mn	Si	Cr	W	V
Х6ВФ	1,0—1,15	0,45	0,35	5,5—7,0	1,1—1,5	0,5—0,7

В качестве исходных шихтовых материалов при выплавке стали Х6ВФ используются отходы сталей ШХ15, Х12Ф, Р9, Р12, Р6М3. Разработано 9 вариантов состава шихты. Наиболее часто употребляемый приводится в табл. 2.

Таблица 2

## Состав шихты на плавку 150 кг

Составляющая шихты	Вес в кг
Отходы ст. ШХ15	128,0
Отходы ст. Р18	11,1
Феррохром ХР11, ХР01 70%	12,0
Феррованадий ВД1, ВД2 45%	2,16
Электродный бой	0,42

Плавка проводится в индукционной высокочастотной печи емкостью 150 кг с кварцевым тиглем. Загрузка шихтовых материалов производится в следующей последовательности:

1. Электродный бой.
2. Феррохром.
3. Отходы сталей Р18, Р12, Р9, Р6М3, Х12Ф, 9ХС (в зависимости от варианта).
4. Отходы стали ШХ15.

Загруженные отходы сверху засыпаются битым стеклом в количестве 500—600 г для защиты расплавленного металла от окисления. С поверхности расплавленного металла снимается шлак и наводится новый путем засыпки битого стекла в количестве 100 г, после чего повышается температура до 1550—1570° и производится раскисление одновременно ферромарганцем и ферросилицием. В расплавленный металл, полностью успокоенный и освобожденный от шлака, вводится вся навеска феррованадия. Перед заливкой металла в ковш на дно последнего загружается алюминий в качестве раскислителя. Жидкий металл выдерживается в ковше 1—2 мин., с поверхности убирается шлак, после чего производится разливка по формам. В результате проведенных опытных работ установлено, что температура разливки стали Х6ВФ должна быть в пределах 1480—1460°. При повышении температуры разливки получаются отливки с крупнозернистым изломом, при понижении температуры до 1350—1380° хотя и получаются отливки с мелкозернистым изломом, но резко снижается жидкотекучесть стали и возрастает брак по недоливу. В литом состоянии образуется характерная для сталей ледебуритного класса структура, состоящая из зерен металлической основы, окруженных сеткой ледебуритной эвтектики.

Интересно отметить, что в центре аустенитных зерен различной величины вытравливаются крупные иглы мартенсита. Наиболее грубая ледебуритная эвтектика и в большем количестве распределяется по краям отливки, особенно в углах.



Твердость отливки — 43—46 HRC.

Отжиг отливок производится в шахтных печах при температуре 850—860°. После отжига шлифы протравливаются в 4%-ном растворе азотной кислоты намного быстрее, чем в литом состоянии. Структура отожженных отливок состоит из зернистого перлита разной степени травимости (более светлые и более темные зерна) и ледебуритной эвтектики более тонкого строения по сравнению с литым состоянием. Твердость отожженных отливок — 4,0—4,1 HBd.

**Наиболее трудоемкие операции механической обработки  
литых и кованных деревообрабатывающих фрез до термообработки**

Таблица 3

№ пп.	Наименование операции	Время, мин	
		литые	кованные
1	Револьверная обработка	21,8	44,82
2	Проточка наружного диаметра	нет	8,08
3	Проточка, выточка с двух сторон	нет	8,4
4	Проточка профиля	нет	24,0
5	Фрезерование зубьев по диаметру	нет	29,9
6	Фрезерование передней грани зубьев	14,0	14,0
7	Затылование	78,16	111,4
8	Фрезерование неполного зуба по торцу	49,8	66,4
Итого		163,76	307

Закалка и отпуск литых фрез производится в соляных ваннах по следующему режиму:

1. Предварительный подогрев в печи СП-3 при температуре 850° в среде 75% хлористого бария + 25% хлористого натрия.
2. Окончательный нагрев в печи СП-4 при температуре 1030° в 100%-ном хлористом барии.
3. Охлаждение в 100%-ном NaOH при температуре 350—370°.
4. Отпуск в печи С-100 при температуре 320°.

Таблица 4

Наименование фрез, размер, мм	Стоимость стали на 1 фрезу, руб.		Себестоимость		Оптовая цена, руб.	Прибыль, %	
	кованая	литая	кованая	литая		от кова- ной	от литой
Пазовые 200×8	1—12	0—24	3—77	2—67	4—04	16	67
Фальцевые 180×45	5—20	0—20	13—50	8—29	13—35	Убыточ- ная	61

Структура закаленной и отпущенной стали состоит из мелкоигольчатого мартенсита и ледебуритной эвтектики. Твердость деревообрабатывающих фрез после термообработки — 57—60 HRC.

До и после термической обработки литые фрезы подвергаются механической обработке. Трудоемкость такой механической обработки одного комплекта литых фрез по черт. IФ/3132 по времени составляет 403,71 мин, таких же фрез кованных — 555,91 мин. Наиболее трудоемкие операции механической обработки литых и кованных фрез до термообработки и время, затраченное на их проведение, представлены в табл. 3.

Как видно из таблицы, некоторые трудоемкие операции у литых фрез отсутствуют совсем, а остальные проводятся в более короткое время, чем



у кованных. Общее время, затраченное на основные операции, у кованных фрез почти в 2 раза больше, чем у литых.

Экономическая целесообразность перевода деревообрабатывающих фрез из стали Х6ВФ на метод литья подтверждается также табл. 4, из которой видно, что прибыль отлитых фрез составляет 61—67%, в то время как кованные фрезы могут быть даже убыточными.

Завод освоил производство более 500 типоразмеров деревообрабатывающих фрез из стали Х6ВФ. В настоящее время проводятся работы по улучшению структуры литой стали, по совершенствованию технологии литья и термической обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Геллер. Инструментальные стали. Металлургиздат, 1961.
  2. Сборник ЦБТИ. Прогрессивная технология производства режущих инструментов. 1962.
  3. Отчеты ВНИИ, темы 56—62, 80—63. Исследование и разработка технологического процесса получения литых заготовок фрез из стали Х6ВФ, 1962, 1963.
-