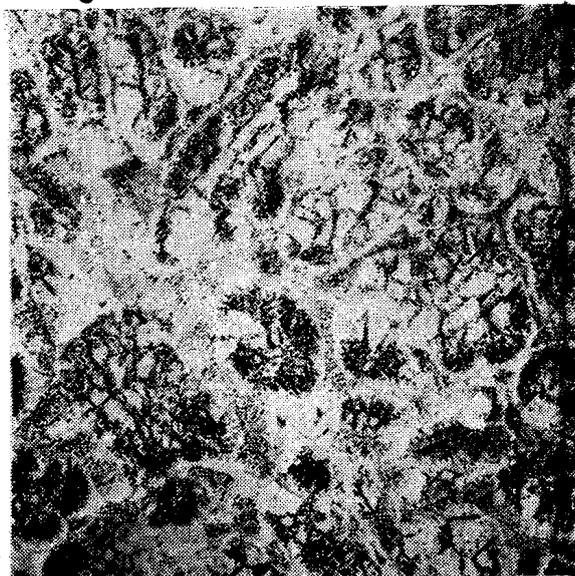




При снижении содержания в сталях углерода до 0,7—0,8% как при литье в кокиль, так и при литье в землю в структуре сталей появляются участки тростито-сорбитообразного строения, называемые темной фазой. При этом в центральных областях темной фазы можно наблюдать при-

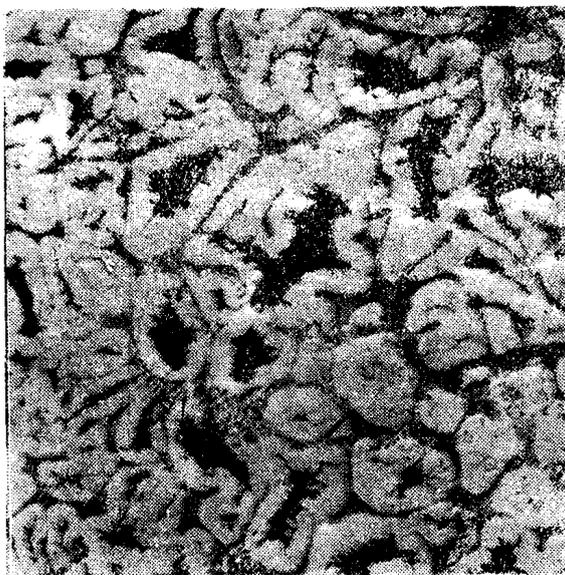


Фиг. 1



Фиг. 2

сутствие небольших светлых полей  $\delta(\alpha)$ -фазы, количество которой быстро возрастает при дальнейшем снижении содержания в сталях углерода.



Фиг. 3



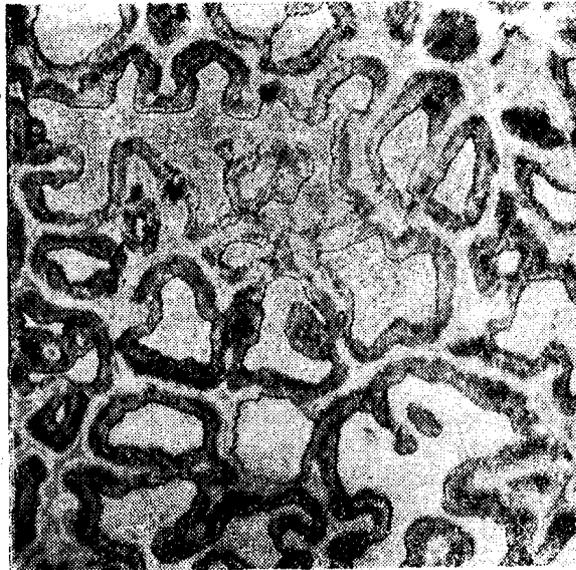
Фиг. 4

Структура литых сталей плавки № 3, отлитой в кокиль, и плавки № 10, отлитой в землю, содержащих по 0,8%С, с участками темной фазы приведены на фиг. 3 и 4. Структуры сталей с большими количествами  $\delta(\alpha)$ -фазы

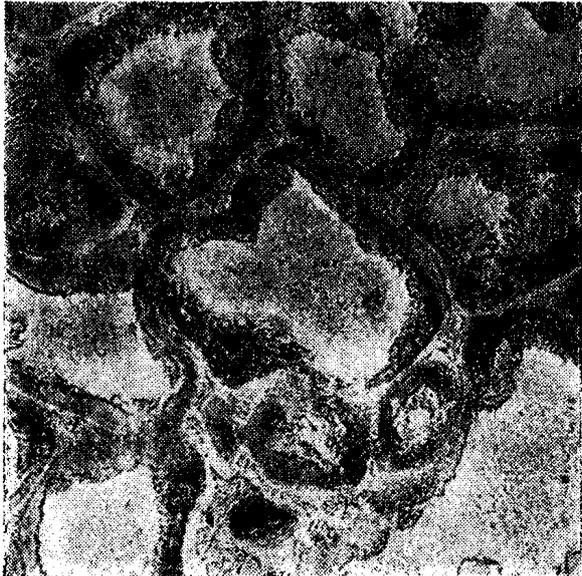
плавков № 1 и 8 приведены на фиг. 5 и 6. Низкое содержание углерода в этих плавках (0,5%) привело к образованию в структуре значительных количеств мягкой составляющей  $\delta(\alpha)$ -фазы, что сказалось также на снижении твердости стали. После литья твердость стали плавки № 1, отлитой в кокиль, была 45  $R_c$ , стали плавки № 8, отлитой в землю—42  $R_c$ .

Структура сталей, отлитых в земляные формы, по сравнению со структурой сталей, отлитых в кокили, отличается более крупным размером зерна и наличием в сетке карбидной эвтектики так называемых скелетообразных форм. Структура стали с развитым скелетообразным строением карбидной эвтектики приведена на фиг. 7.

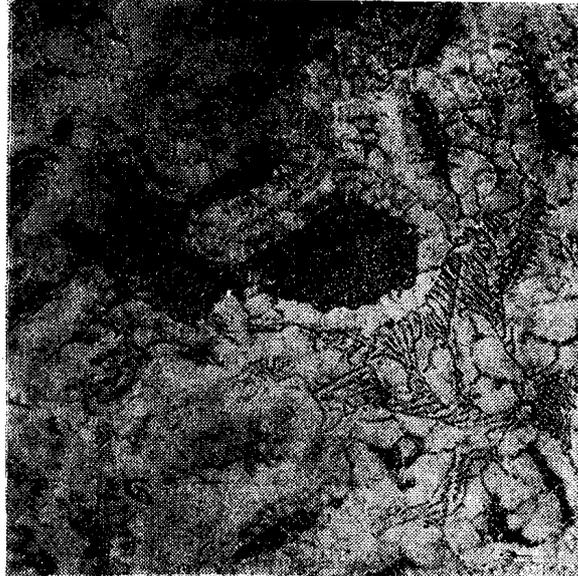
Небольшой размер отливаемых инструментов обеспечивает закалку литой быстрорежущей стали как в случае литья в металлические, так и в земляные формы. Исследование поведения сталей при отпуске после литья сопровождалось магнитометрическим анализом, результаты которого приведены в табл. 2. Магнитометрический анализ был выполнен на приборе



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

переменного тока, и поэтому приведенные в табл. 2 количества остаточного аустенита в сталях являются приближенными. Результаты магнитометрического анализа позволяют отметить быстрое возрастание в сталях с увеличением в них содержания углерода количества остаточного аустенита и повышение его устойчивости при отпуске.

Таблица 2

№ плавки	Способ литья	Содержание С в процентах	Количество остаточного аустенита в процентах					
			После литья	После отпусков				
				1-го 560°	2-го 560°	3-го 560°	4-го 600°	5-го 620°
1	в кокиль	0,5	5,5	5	4	4	—	—
3	„	0,8	28	14	9	8	3	—
5	„	1,15	84,5	80	69	62,5	34	9,5
7	„	1,3	88,5	84,5	81	74	42,5	20
9	в землю	0,6	7,5	4,5	3	3	2	—
10	„	0,8	21,5	16,5	7,5	3,5	3	—
11	„	1,0	46	41	39	32	9	—
12	„	1,3	83	78,5	75	65	40	20,5

Как показывает табл. 2, при содержании в сталях выше 1% углерода нормальный трехкратный отпуск при 560°C приводит лишь к началу распада остаточного аустенита (плавки № 5 и 11), а при содержании углерода 1,3% даже после 5 отпусков при 620°C в структуре сталей сохранялось остаточного аустенита еще около 20% (плавки № 7 и 12). Соответственно этому и твердость высокоуглеродистых сталей при отпуске возрастала значительно медленнее.

Следует также отметить, что благодаря ликвационной неоднородности, приводящей к образованию в структуре литых сталей участков высоколегированного аустенита в областях, прилегающих к карбидной эвтектике, и при невысоких содержаниях в сталях углерода после трехкратного отпуски в них сохранялось некоторое количество остаточного аустенита (плавки № 1, 3, 9 и 10). Поэтому при отпуске литых быстрорежущих сталей, повидимому, будет целесообразно прибегать к более высоким температурам отпуски по сравнению с принятыми для кованых сталей или увеличивать кратность отпуски.

Определение красностойкости исследуемых сталей было выполнено по методу Геллера. Результаты определения красностойкости приведены в табл. 3. Эти результаты показывают значительно более высокую красностойкость

Таблица 3

№ плавки	Способ литья	Содержание С в процентах	Красностойкость в °С
2	в кокиль	0,7	590
3	„	0,8	600
4	„	1,0	640
6	„	1,2	650
10	в землю	0,8	580
11	„	1,0	600
12	„	1,3	620

стойкость сталей, отлитых в кокиль, по сравнению со сталями, отлитыми в землю, и возрастание красностойкости литых сталей с увеличением в них содержания углерода.

Литой инструмент из быстрорежущей стали, как указывалось, получает закалку в процессе охлаждения отливки и, таким образом, не нуждается в термической обработке кроме отпуски. Однако в ряде случаев литой инструмент может потребовать дополнительной механической обработки, для проведения которой будет необходим отжиг литых сталей. С этой стороны представляет некоторый интерес проверка литых сталей на отжигаемость. Измерение твердости исследуемых сталей после проведения нормального для быстрорежущих сталей отжига показало, что в сталях с содержанием углерода около 0,8% при литье в земляные формы после отжига достигаются значения твердости, соответствующие твердости отожженных кованных быстрорежущих сталей, а именно 20—23  $R_c$ . С увеличением содержания в литых сталях углерода твердость после отжига возрастает до значений 32—35  $R_c$ . Стали, отлитые в металлические формы, отличаются заметно худшей отжигаемостью. Более низкую красностойкость и лучшую отжигаемость сталей, отлитых в земляные формы, можно объяснить присутствием в их структуре выделений вторичных карбидов, облегчающих процессы их дальнейшей коагуляции.

Проведенные исследования показали, что структура и свойства литых быстрорежущих сталей значительно изменяются в зависимости от способа литья и особенно от содержания в сталях углерода. Изучение в этой связи режущих свойств литых сталей будет являться предметом дальнейших исследований.