

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СТАЛИ ШХ15

Г. Г. КРЕВСКИЙ, Г. В. СИМОНОВ, Н. Д. ТЮТЕВА

(Представлена проф. докт. А. Н. Добровидовым)

Целым рядом исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6] было установлено, что интенсивные звуковые и ультразвуковые колебания являются весьма эффективным фактором воздействия на вещество.

Как в отечественной, так и в зарубежной технике получило значительное распространение ультразвука в металлургических процессах для улучшения качества литого металла путем создания в нем колебаний во время плавки, разливки или кристаллизации.

Первые работы по применению ультразвука в металлургии были опубликованы в 1939 году. Между тем, несовершенство преобразователей и других устройств не давало возможности получить достаточно убедительных данных о положительном влиянии ультразвука на металлургические процессы.

Основное количество работ по применению ультразвука в металлургии посвящено озвучиванию легкоплавких металлов и металлов со средней температурой плавления. Значительно меньшее количество работ посвящено применению упругих колебаний для обработки тугоплавких металлов и сплавов.

Если при озвучивании первых двух групп металлов передача колебаний в расплав происходит сравнительно просто, то при озвучивании расплавленных металлов, имеющих высокую температуру плавления, стержень преобразователя уже нельзя привести в непосредственный контакт с расплавом.

Первые попытки [7] изменить условия кристаллизации образцов стали при помощи упругих колебаний не дали результатов. В настоящее время имеется ряд сообщений о лабораторных исследованиях, в которых эта задача была успешно решена.

Целью данной работы являлось исследование влияния ультразвуковых колебаний на кристаллизацию инструментальной стали ШХ15.

В качестве источника электрической энергии ультразвуковой частоты использовался ультразвуковой генератор типа УЗГ-6. Для преобразования электрической энергии ультразвуковой частоты в энергию ультразвуковых механических колебаний той же частоты использовались магнитострикционные преобразователи с направленным излучением. В качестве магнитострикционного материала применен сплав типа пермендюр — К50Ф2. Он обладает наиболее высокой термостойкостью и

выдерживает нагрев до 800°. Точка Кюри для сплавов данного типа лежит в пределах 980° [2].

Для эффективного воздействия ультразвука на расплавленный металл акустический трансформатор преобразователя снабжался концентратором, способствующим увеличению амплитуды колебаний, возникающей в пермендюрном пакете.

В работе использовались три типа концентраторов: цилиндрический ($D = 100$ мм, $d = 38$ мм), экспоненциальный ($D = 100$ мм, $d = 19$ мм) и конусный ($D = 100$ мм, $d = 16$ мм). Ультразвуковые колебания вводились в расплав снизу через дно кокиля. Причем концентратор имел непосредственный контакт с расплавленным металлом (рис. 1).

Плавка стали производилась на высокочастотной плавильно-закалочной установке типа АЗ-46 в кислом тигле под слоем шлака. Размеры отливаемых заготовок: Диаметр = 38 мм. Высота = 100—120 мм.

Температура заливаемого металла контролировалась с помощью оптического пирометра ОППИР-09 и поддерживалась во всех опытах в пределах 1560—1580°.

Разливка металла производилась в кокили с различной толщиной стенок и в керамические формы. С целью увеличения продолжительности периода кристаллизации часть керамических форм предварительно подогревалась до 700°.

Чтобы исключить влияние различия в химическом составе стали, каждая плавка разливалась в две аналогичные по своим параметрам формы, в одной из которых металл озвучивался.

Режимы озвучивания слитков были приняты следующие:

- основная резонансная частота 19,4—19,45 кГц,
- ток подмагничивания 30 ампер,
- напряжение возбуждения 400 вольт,
- потребляемая мощность 2,8—2,6 квт,
- электроакустический КПД преобразователя 47,7—46,4%.

Озвучивание слитка продолжалось в течение всего периода кристаллизации до охлаждения отливки в пределах 500°. Акустический контакт между концентратором

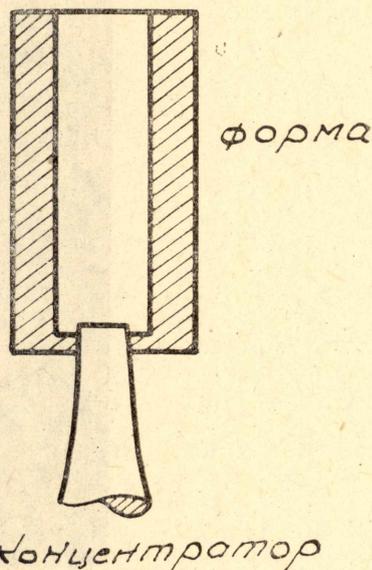


Рис. 1.

и расплавом почти во всех опытах был достаточно надежным.

Исходной шихтой для плавки служили детали шарикоподшипников. Для компенсации угара элементов производилась подшивка ферросплавами. Всего

было проведено 12 плавов с различными концентраторами, по четыре плавки на каждый тип концентратора. Химический состав контрольных плавов каждой группы приведен в табл. 1.

Результаты проведенных исследований показали, что во всех случаях озвученный слиток получился более плотным. Усадочная раковина

Таблица 1

№ плавки	Химический состав в %			
	C	Cr	Mn	Si
1	1,03	1,34	0,29	0,22
5	0,99	1,62	0,32	0,26
9	1,06	1,54	0,27	0,31

на образуется лишь в верхней части слитка (рис. 2, б) и имеет небольшой размер, в то время как в неозвученном слитке она распространяется более чем на половину высоты (рис. 2, а).

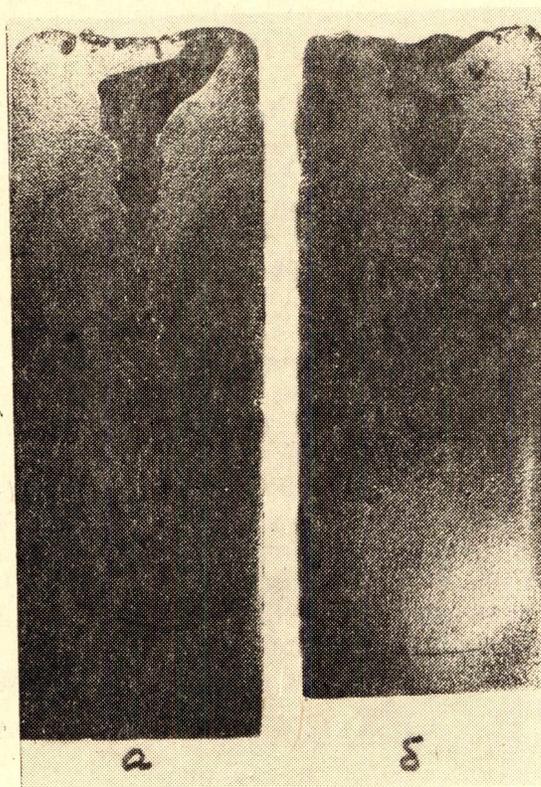


Рис. 2.

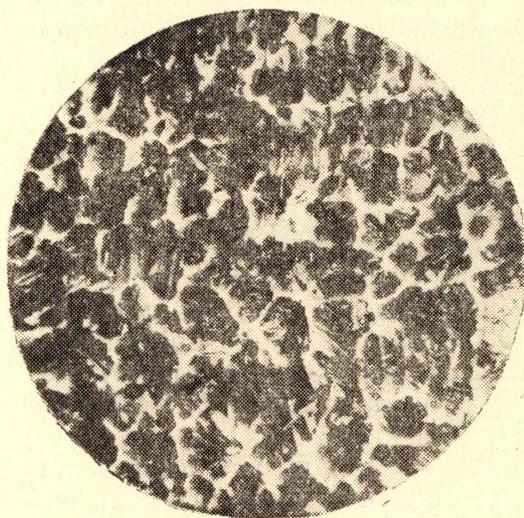


Рис. 3. (×200).

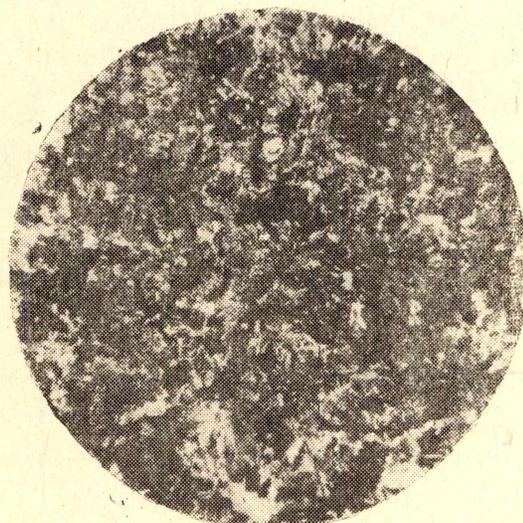


Рис. 4. (×200).

Результатом воздействия ультразвуковых колебаний на кристаллизацию инструментальной стали ШХ15 является уничтожение карбидной неоднородности слитка и измельчение зерна.

На рис. 3 представлена микроструктура неозвученной литой стали. На рисунке видно, что структура имеет явно выраженную неоднородность. На рис. 4 представлена микроструктура озвученного слитка, где видно, что ультразвуковые колебания сделали структуру однородной.

Эффект озвучивания по высоте слитка существенно изменяется в зависимости от типа концентратора. Данные о высоте озвучивания приведены в табл. 2.

Таблица 2

	Тип концентратора											
	конусный				экспоненциальный				цилиндрический			
№ плавки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Высота озвучивания, в мм	25	23	27	25	33	36	32	12	47	15	49	48

Низкие результаты эффекта озвучивания в плавках 8 и 10 можно объяснить плохим акустическим контактом между концентратором и обрабатываемым расплавом. При озвучивании этих плавков приваривания торца излучателя к металлу отливки не произошло.

Озвучивание металла, залитого в керамическую подогретую форму (до 700°) показало, что наряду с резким изменением структуры последняя получается достаточно крупнозернистой по сравнению со структурой стали, отлитой в металлические формы. Высота озвучивания металла в этом случае возрастает приблизительно в 1,5 раза по сравнению с отливками в аналогичные холодные формы.

Выводы

1. Наибольший эффект озвучивания по высоте слитка наблюдается при использовании цилиндрического концентратора.
2. Можно считать, что наибольший эффект улучшения структуры для сталей данного типа под воздействием ультразвука получается при отливке в металлические формы.
3. При кристаллизации в подогретые керамические формы с воздействием ультразвука наряду с общим улучшением структуры стали заметен рост зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Б. Гуревич, В. И. Леонтьев, И. И. Теумин. Влияние ультразвука на структуру и свойства стального слитка. *Сталь*, № 5, 1957.
2. А. Э. Кроуфорд. *Ультразвуковая техника*. Издательство иностранной литературы, Москва, 1958.
3. А. П. Капустин. Влияние ультразвука на кинетику кристаллизации. Издательство АН СССР, Москва, 1962.
4. Н. П. Николайчик, Е. Н. Николайчик. *Ультразвук в народном хозяйстве*. Удмуртское книжное издательство, Ижевск, 1959.
5. Г. И. Эскин. *Ультразвук в металлургии*. Металлургиздат, Москва, 1957.
6. Р. Малджиева. Влияние на ультразвук върху кристаллизацията на бързрезна стомана. *Техника*, № 10, 1962.
7. E. A. Hiedeman. Metallurgical effects of ultrasonic waves, *Acoust. Soc. America*, № 5, 26, 1954.