

- рванными добавками / О. И. Шинский, В. В. Суменкова, Л. П. Вишнякова и др. // Процессы литья. - 2002. - № 2. - С. 51-56.
6. Анненко Л. П., Шуляк В. С., Лузан П. П. Изготовление пенополистироловых моделей с легирующими присадками // Новое в точном литье. - Киев: Ин-т пробл. литья АН УССР, 1972. - С. 226-227.
7. Литье по газифицируемым моделям / Ю. А. Степанов, Д. С. Гришин, В. П. Кирпиченков и др. // Инженерная монография. - М.: Машиностроение, 1976. - 224 с.
8. Динамика плавления частицы металлической добавки в объеме расплава / В. А. Ефимов, В. И. Легенчук, Ю. Г. Хорунжий, С. М. Кутишев // Проблемы стального слитка: М.: Металлургия, 1978. - Вып. 7. - С. 110-112.

Поступила 02.10.2008

УДК 621.746.6.043.2:669.18:620.18

**Е. Д. Таранов, В. Н. Баранова, И. Н. Примак, В. М. Щеглов,
О. Е. Изотова***

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

*Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СТАЛИ МАРКИ 15Л ПРИ ЛИТЬЕ
ВЫЖИМАНИЕМ С КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Изучены особенности кристаллизации узкоинтервальной стали марки 15Л в поле сил давления. Исследовано влияние литья выжиманием с кристаллизацией под давлением (ЛВКД) на формирование кристаллической структуры, химической неоднородности, плотности и свойств металла в отливках. Установлено, что давление ускоряет процесс кристаллизации, измельчает кристаллическую структуру, повышает плотность и прочность отливок.

Вивчено особливості кристалізації вузькоінтервальної сталі марки 15Л у полі сил тиску. Досліджено вплив лиття вижиманням з кристалізацією під тиском (ЛВКТ) на формування кристалічної структури, хімічної неоднорідності, щільності та властивостей металу у виливках. Встановлено, що тиск прискорює процес кристалізації, подрібнює кристалічну структуру, підвищує щільність і міцність виливків.

The crystallization features of steel 15L with narrow interval of solidification in the field of pressure forces are studied. The influence of pressing out casting with crystallization under the pressure (PCCP) on forming of crystalline structure, chemical heterogeneity, density and properties of metal in castings is explored. It is set that pressure accelerates the process of crystallization, grinds down a crystalline structure, increases a density and strength of castings.

Ключевые слова: литье выжиманием с кристаллизацией под давлением, сталь, структура, свойства.

Известно, что литье под давлением по сравнению с гравитационным литьем позволяет существенно повысить коэффициент использования металла, снизить брак по газовым и усадочным порам, ликвации, анизотропии структуры и свойств, повысить плотность, а также механические и эксплуатационные свойства металла отливок. Этот метод литья широко применяется для цветных металлов и сплавов и недостаточно - для сталей и чугунов из-за низкой стойкости камер прессования и пресс-форм.

В этом отношении перспективным технологическим процессом является способ литья выжиманием с кристаллизацией под давлением (ЛВКД), который позволяет получать

литые заготовки в постоянных, полупостоянных и разовых литейных формах, так как они несут значительно меньшую термомеханическую нагрузку, чем пресс-формы при литье под давлением, и не требуют огнеупорных труб для подачи металла в форму [1].

В работе исследовали влияние ЛВКД на структуру и свойства узкоинтервальной стали марки 15Л, которая склонна к транскристаллизации и анизотропии структуры и свойств.

Методом гравитационной заливки и ЛВКД отливали полые цилиндры с наружным и внутренним диаметрами 240 и 196 мм и высотой 300 мм в металлический кокиль с песчаным стержнем. Отливки при ЛВКД затвердевали при максимальном давлении опытной установки 5 МПа. Форму и стержень перед заливкой подогревали до температуры 150 °С. Температура заливки составляла 1560-1580 °С.

Схема наложения давления и детальная методика проведения эксперимента описаны в работе [2].

Анализ дендритной структуры показал, что метод ЛВКД обеспечивает сокращение зоны столбчатых дендритов и повышение плотности дендритной структуры в зонах столбчатых и неориентированных дендритов (табл. 1).

Таблица 1. Параметры дендритной структуры стали марки 15Л

Условия заливки	Ширина зоны столбчатых дендритов, мм	Расстояние между осями 2-го порядка, мм	
		в зоне столбчатых дендритов	в зоне неориентированных дендритов
Гравитационная	19,0	0,21	0,26
ЛВКД	8,0	0,12	0,17

Основной причиной сокращения зоны столбчатых дендритов и повышения плотности дендритной структуры является изменение теплофизических параметров затвердевания отливки. В частности, повышение в 1,5 -2,0 раза линейной скорости кристаллизации металла за счет увеличения до 5 раз продолжительности контактного теплообмена при замедлении формирования воздушного зазора между отливкой и формой [3].

Диспергирование дендритной структуры при увеличении скорости кристаллизации приводит к снижению степени дендритной ликвиации, определенной методом микротвердости, в частности, по углероду почти в 3 раза как за счет уменьшения продолжительности разделительной диффузии [4], так и увеличения удельной межфазной поверхности.

Диспергирование дендритной структуры также способствует, не изменяя природы и общего содержания, измельчению до 2,5 раз и глобуляризации силикатов, окислов и сульфидов железа и марганца, очищению границ зерен от сульфидных и окисульфидных плен (рис. 1).

Метод ЛВКД заметно (на 0,15-0,20 г/см³) повышает плотность литого металла по сечению и высоте отливки, что связано с облегчением фильтрации расплава через зону двухфазного состояния и заполнения им формирующихся усадочных пор [1].

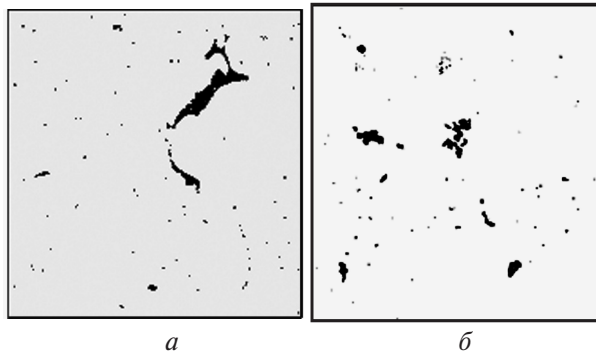


Рис. 1. Неметаллические включения стали марки 15Л: а - гравитационная заливка; б - ЛВКД, ×400

рез зону двухфазного состояния и заполнения им формирующихся усадочных пор [1].

Диспергирование дендритной структуры и снижение микрохимической неоднородности литого металла при ЛВКД обеспечивает формирование более дисперсной и однородной феррито-перлитной структуры после термической обработки (нормализация - при 920 °С, отпуск - при 670 °С) металла отливки, рис. 2.

Сочетание всех перечисленных

положительных эффектов влияния ЛВКД на формирование структуры обеспечивает существенное (в 1,5-1,9 раза) повышение прочностных свойств стали без заметного снижения пластических (табл. 2).

Таким образом, установлено, что метод ЛВКД является эффективным способом улучшения структуры и свойств, которые трудно поддаются улучшению обычными методами изменения теплофизических параметров затвердевания при гравитационной заливке.

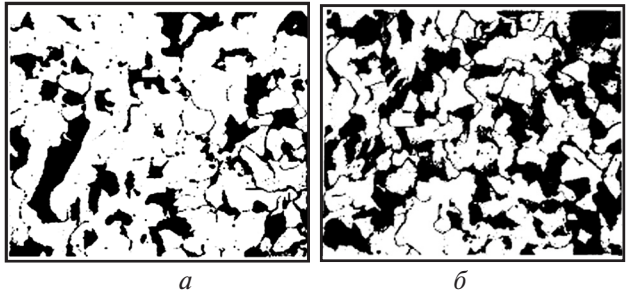


Рис. 2. Микроструктуры стали марки 15Л после нормализации: а - гравитационная заливка; б - ЛВКД, $\times 400$

Таблица 2. Механические свойства стали марки 15Л

Условия заливки	σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ , %	Ψ , %
Гравитационная	395	188	30,0	51,7
ЛВКД	575	359	25,1	41,6
ГОСТ 977-88	400	200	24,0	35,0



Список литературы

1. Ефимов В. А., Эльдарханов А. С. Современные технологии разливки и кристаллизации сплавов. - М.: Машиностроение, 1998. - 360 с.
2. Таранов Е. Д., Бречко Е. Л., Буклан Б. А. Особенности затвердевания стальных отливок в условиях ЛВКД // Процессы литья. - 1995. - № 2. - С. 11-17.
3. Таранов Е. Д., Ефимов В. А., Примак И. Н. Кристаллизация и структурообразование стальных отливок под давлением // Там же. - 1997. - № 1. - С. 34-36.
4. Батышев А. И. Кристаллизация металлов и сплавов под давлением. - М.: Металлургия, 1977. - 152 с.

Поступила 21.01.09

УДК 621.74.04

С. И. Репях, В. Е. Хрычиков*

ООО "ИТЛ-Лассо", Днепропетровск

*Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

**ПОГРЕШНОСТЬ РАЗМЕРНОЙ ТОЧНОСТИ ОТЛИВОК
В ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ**

Установлено, что размерную точность отливок особо ответственного назначения из жаропрочных никелевых сплавов в литье по выплавляемым моделям, в основном, определяют стабильность температуры воздуха в модельном отделении и отделении нанесения огнеупорного покрытия на модельный блок, а также абсолютное значение коэффициента термического линейного расширения модельного состава, используемого для производства моделей отливок, и степень торможения усадки модели и отливки при охлаждении.