

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СЛИТКОВ В ИЗЛОЖНИЦЕ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ОБОГРЕВА И ПОДПИТКИ

**И.В. Протокивил, В.Б. Порохонько, Ф.К. Биктагиров,
Р.Ю. Качан, А.В. Гнатушенко**

ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины.

03150, г. Киев, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Разработаны физические модели для изучения процессов кристаллизации слитков в изложнице. Модели представляют собой емкости, имитирующие продольное сечение плоского и кузнечного слитков. В качестве модельной жидкости использовали расплав тиосульфата натрия, который затвердевает по дендритному механизму и сохраняет оптическую прозрачность вплоть до полного затвердевания, что позволило визуализировать основные процессы формирования кристаллической структуры слитка. Показано, что структурные зоны модельных слитков соответствуют структурным зонам промышленных стальных слитков, что позволяет утверждать о качественном соответствии физической модели натурному процессу. Исследовано влияние электрошлакового обогрева и подпитки на особенности кристаллизации модельных слитков. Установлено, что электрошлаковый обогрев и подпитка позволяют полностью устранить осевую пористость и усадочную раковину в головной части слитка. Разработанные модели могут быть эффективным инструментом для исследования физических способов воздействия на процессы кристаллизации крупных стальных слитков. Библиогр. 15, табл. 1, рис. 7.

Ключевые слова: стальной слиток; физическое моделирование; кристаллизация; электрошлаковый обогрев; электрошлаковая подпитка

Наряду с непрерывной разливкой стали одним из наиболее распространенных способов получения стальных слитков и слябов остается классическая технология разливки стали в изложницы. Однако при отливке крупнотоннажных слитков актуальными остаются проблемы их химической и физической неоднородности и дефектности осевой зоны слитка, которые обусловлены ликвационными и усадочными процессами, протекающими при затвердевании в изложнице больших объемов жидкого металла. Подобные проблемы возникают как при производстве крупных плоских слитков, предназначенных для получения толстолистового проката, так и при изготовлении крупных кузнечных слитков [1–4].

Для снижения ликвационной неоднородности и осевой пористости предлагаются различные технические решения — вибрационное воздействие, инокулирование, электродуговой, индукционный и электрошлаковый обогревы, в том числе в сочетании с подпиткой, вращение слитка при затвердевании, различные воздействия на гидродинамику жидкого металла и др. [5–10]. Среди них практическое применение при производстве крупных слитков нашли технологии, основанные на электрошлаковом нагреве зеркала металла в прибыли (ЭШО, ЭШО(п), БЭСТ, ТРЕСТ) [11–13]. Экспериментальное изучение таких способов влияния на кристаллизацию слитков чрезвычайно сложно и затратно. В этих условиях, наряду с

другими методами научных исследований, целесообразно использовать методы физического моделирования. При соблюдении принципов теории подобия физическое моделирование позволяет получать объективные данные о процессе и прогнозировать качественные результаты в реальных технологических процессах.

Цель данной работы — изучение методом физического моделирования влияния различных технологических приемов, в частности электрошлакового обогрева и подпитки, на строение, физическую неоднородность и формирование внутренних дефектов в слитках, отливаемых в изложницу.

Методика проведения экспериментов. Для проведения экспериментов разработаны и изготовлены две плоские прозрачные модели, позволяющие визуализировать основные процессы, сопровождающие формирование твердой фазы (рис. 1). Они представляют собой плоские емкости, имитирующие продольное сечение слитка. Модели выполнены с учетом геометрического подобия по отношению к промышленным слиткам, при производстве которых возникают проблемы в виде осевой пористости и различных дефектов усадочного и ликвационного характера. Первая модель, изготовленная в масштабе 1:10, имитирует продольное сечение (по узкой грани) плоского стального слитка массой 50 т (рис. 1, а), вторая выполнена в масштабе 1:14 и имитирует сечение кузнечного слитка массой 60 т (рис. 1, б). Указан-

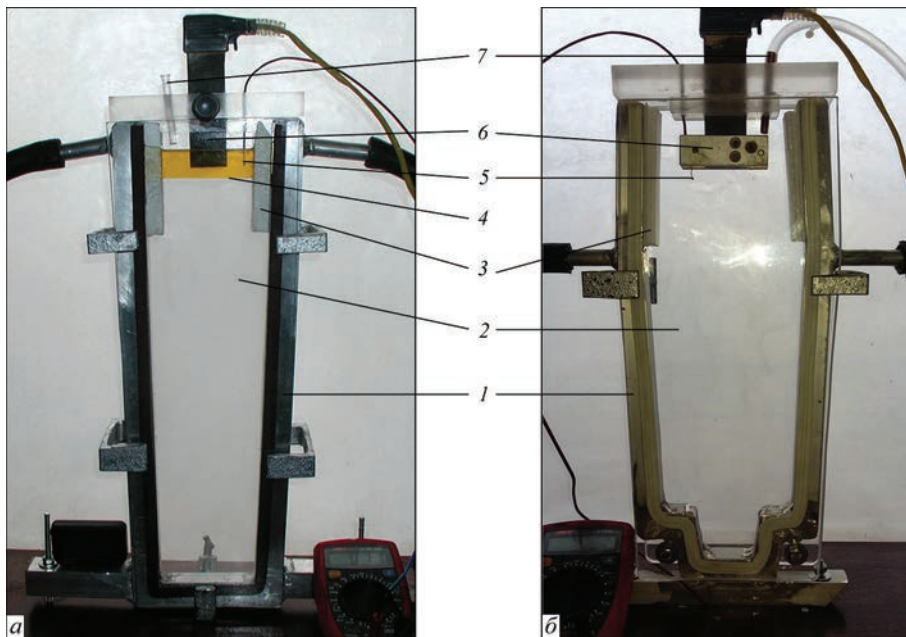


Рис. 1. Внешний вид физических моделей для исследования процесса кристаллизации плоского (а) и кузнечного (б) слитков: 1 — водоохлаждаемый профиль; 2 — стенка из оптически прозрачного материала; 3 — теплоизолирующие накладки; 4 — жидкость, моделирующая шлаковую ванну; 5 — термопара; б — нагревательный элемент; 7 — трубка для подпитки расплава

ные масштабы моделей выбраны с учетом имеющегося у авторов опыта моделирования подобных процессов и исходя из необходимости сохранения явлений, характерных для процессов затвердевания крупных слитков.

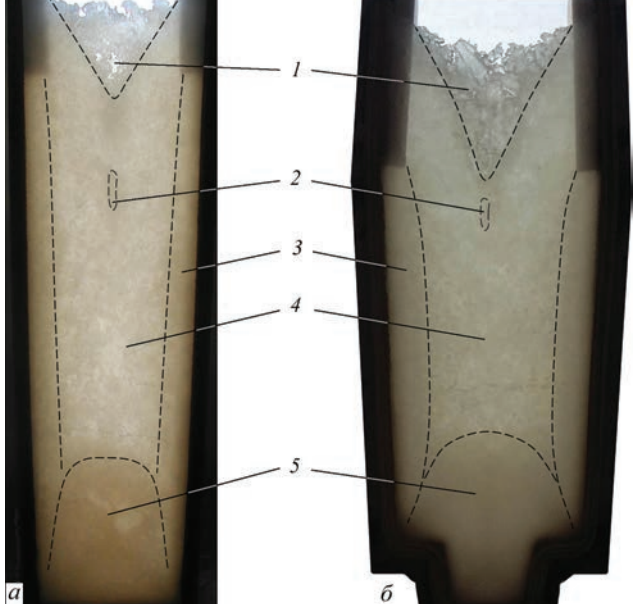


Рис. 2. Структурные зоны модельных слитков, отлитых без ЭШО (а — плоский слиток; б — кузнечный слиток): 1 — усадочная раковина; 2 — зона осевой пористости; 3 — зона столбчатых кристаллов; 4 — зона равноосных кристаллов; 5 — конус осаждения

ла, имитирующие теплоизолирующие вкладыши прибыльной надставки. Для извлечения закристаллизовавшегося модельного слитка емкости выполнены разборными.

В качестве жидкости, имитирующей жидкую сталь, использовали расплав тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), который имеет температуру плавления $48,3^\circ\text{C}$ и, что важно, затвердевает по дендритному механизму. По данным работ [14, 15] теплофизические свойства тиосульфата натрия в наибольшей степени позволяют обеспечить соответствующую систему критериев подобия модельного и натурального процессов. При этом тиосульфат натрия сохраняет оптическую прозрачность вплоть до полного затвердевания, что позволяет визуализировать основные процессы формирования кристаллической структуры слитка.

Перед проведением экспериментов тиосульфат натрия расплавляли в муфельной печи, затем расплав подавали в модельную емкость способом сифонной заливки. Температура заливки во всех случаях составляла $64...68^\circ\text{C}$.

При моделировании процесса кристаллизации слитка по традиционной схеме, без электрошлакового обогрева (ЭШО), после заполнения емкости в ее верхней части устанавливали теплоизолирующую крышку из пенополистирола, имитирующую утепление прибыльной части слитка.

Для моделирования процесса ЭШО на поверхность расплава заливали растительное масло, имитирующее шлаковую ванну. Масло подогревали при помощи погруженного в него нагреватель-

Параметры и основные результаты физического моделирования

№ п/п	Тип слитка	Способ воздействия на затвердевание слитка	Температура заливки, °С	Температура подогрева, °С	Время полного затвердевания слитка, мин	Наличие дефектов по оси слитка	Глубина усадочной раковины, мм
1	Плоский	Без воздействия	64	–	275	Есть	54
2		ЭШО	→→	52...54	314	Отсутствуют	28
3		→→	65	58...60	337	→→	20
4		ЭШО + подпитка	→→	58...62	347	→→	–
5	Кузнечный	Без воздействия	→→	–	262	Есть	70
6		ЭШО	68	58...62	300	Отсутствуют	22
7		ЭШО + подпитка	→→	→→	320	→→	5

ного элемента. Температуру масла регулировали путем изменения величины тока в нагревательном элементе, а контролировали ее при помощи термопары, расположенной на 2...4 мм выше границы раздела шлак–металл. В экспериментах температура масла поддерживали на уровне 52...62 °С.

Для имитации процесса электрошлаковой подпитки в расплав на заключительной стадии затвердевания слитка периодически небольшими порциями вводили подогретый до 60 °С тиосульфат натрия. Общий объем добавляемого в емкость тиосульфата натрия составлял около 2...3 % от первоначального. Во всех случаях для визуальной фиксации процесса кристаллизации использовали автоматические фото- и видеосъемку.

Результаты экспериментов. Результаты экспериментов приведены в таблице и на рис. 2–7. Строение затвердевших модельных слитков, отлитых с использованием традиционной технологии без ЭШО, показаны на рис. 2. В них четко выделяются: конус осаждения в донной части слитка; зона столбчатых преимущественно горизонтально ориентированных кристаллов у боковой поверхности слитка; зона равноосных кристаллов в центральной части слитка; области пористости по оси слитка и усадочной раковины в его прибыльной части. Следует отметить, что строение модельных слитков полностью аналогично строению промышленных стальных слитков, что позволяет утверждать о качественном соответствии физической модели натурному процессу.

Динамика процесса затвердевания модельных слитков приведена на рис. 3, 4. Анализ полученных данных указывает на то, что во всех случаях ЭШО способствует увеличению угла α , характеризующего геометрию фронта кристаллизации металла (рис. 5). При отсутствии электрошлакового обогрева угол α составлял в среднем для плоских слитков 3,5...4,3°, для кузнечных — 3,5...6,0°. В условиях ЭШО он увеличился до 3,5...5,3° и 5,2...9,0° соответственно. Это вызвано дополнительным источником тепловыделения в прибыльной части слитка. При затвердевании металла та-

кое изменение геометрии фронта кристаллизации снижает вероятность образования закрытых полостей по оси слитка с расплавом, лишенным подпитки, и соответственно исключает образование осевой пористости. Это подтверждено результатами физического моделирования.

Так, при традиционной схеме отливки (без ЭШО) как в плоском, так и в кузнечном модельных слитках по их оси на высоте $(0,74...0,85) \times H_{сл}$ для плоского и $(0,82...0,90) \times H_{сл}$ для кузнечного

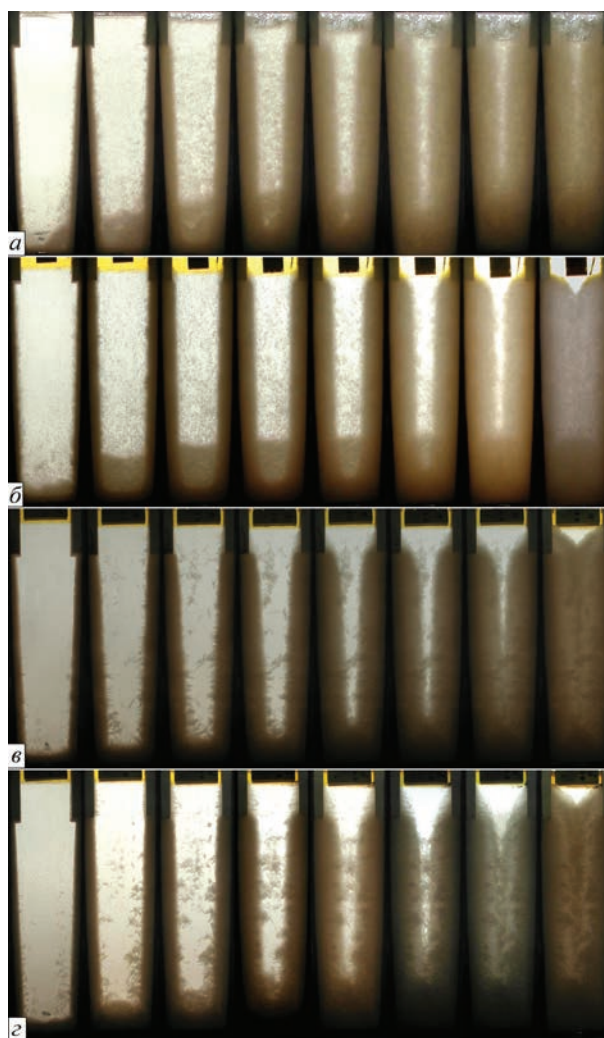


Рис. 3. Динамика процесса затвердевания модельных плоских слитков: а — без ЭШО; б, в — с ЭШО; г — с ЭШО и подпиткой

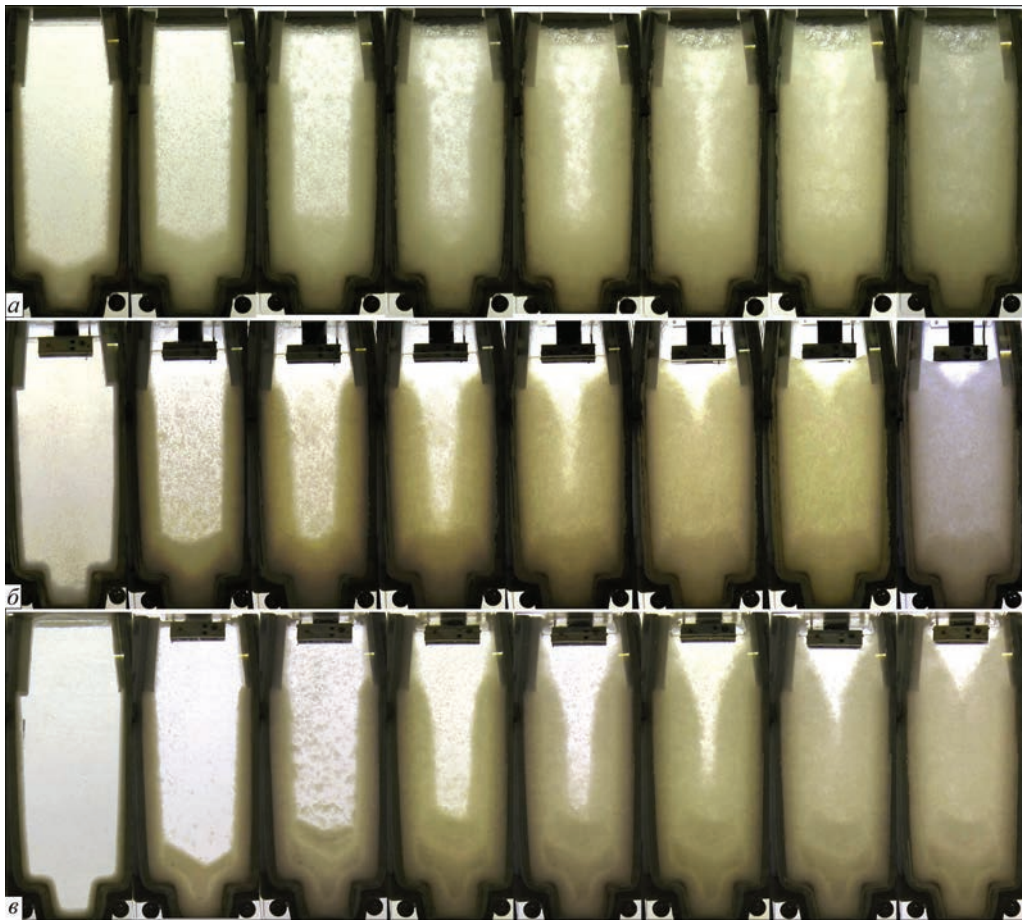


Рис. 4. Динамика процесса затвердевания модельных кузнечных слитков: *a* — без ЭШО; *б* — с ЭШО; *в* — с ЭШО и подпиткой слитков (где $H_{сл}$ — высота слитка без его прибыльной части) имели место изменения цвета материала, свидетельствующие о наличии рыхлостей в этой области (рис. 2). Протяженность этих зон составляла около 25-ти для плоского и 18-ти мм для кузнечного слитков, что в пересчете на реаль-

ный процесс соответствует зоне протяженностью 250 мм. В то же время в экспериментах с использованием ЭШО во всех случаях осевая пористость в модельных слитках отсутствовала. Это указывает на эффективность применения ЭШО для устранения дефектов осевой зоны слитка, вызванных развитием усадочных явлений.

Структуры головной части модельных слитков приведены на рис. 6, 7. При отсутствии ЭШО в прибыльной части слитков имеются обширные усадочные раковины, имеющие конусную V-образную форму (рис. 6, *a*, рис. 7, *a*). Их глубина (протяженность) составляет 54 мм для плоского и 70 мм для кузнечного слитков (в пересчете на реальный процесс 540 и 980 мм соответственно). В обоих случаях усадочные раковины на 5...8 мм выходят из прибыльной части в тело слитка.

В условиях ЭШО протяженность усадочной раковины (открытой) значительно меньше. Для плоского слитка при температуре ЭШО равной 52...54 °С глубина раковины составляла 28 мм (рис. 6, *б*), при 58...60 °С — 20 мм (рис. 6, *в*). Для кузнечного слитка при температуре ЭШО 58...62 °С глубина раковины составляла 22 мм (рис. 7, *б*). Во всех случаях раковина располага-

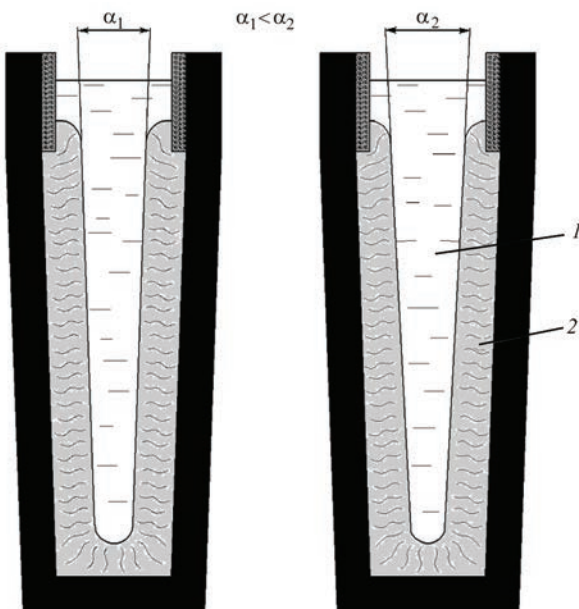


Рис. 5. Схема затвердевания модельных слитков без ЭШО (*a*) и с ЭШО (*б*): 1 — жидкая фаза; 2 — твердая фаза

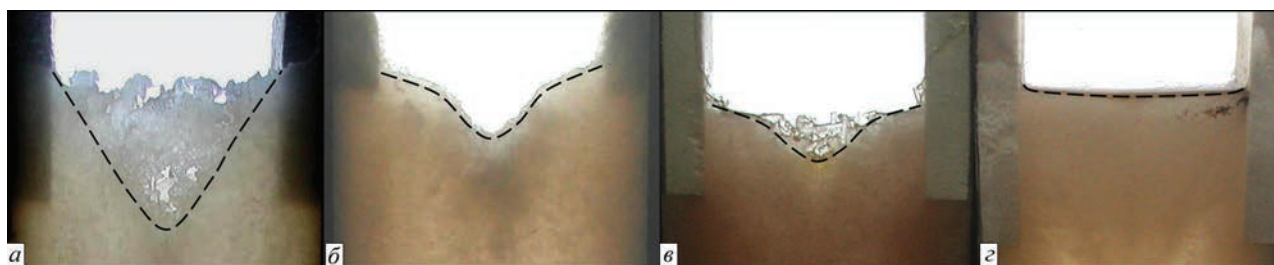


Рис. 6. Структура головной части модельных плоских слитков: а — без ЭШО; б, в — с ЭШО; г — с ЭШО и подпиткой



Рис. 7. Структура головной части модельных кузнечных слитков: а — без ЭШО; б — с ЭШО; в — с ЭШО и подпиткой

лась в прибыльной части слитка и не распространялась на основной металл.

Лучшие результаты получены в условиях ЭШО и дополнительной подпитки слитка. В этом случае усадочная раковина практически полностью отсутствовала (рис. 6, г, рис. 7, в). Материал головной части слитка характеризовался плотной структурой без каких-либо дефектов при практически плоской форме верхней поверхности слитка. Этот эффект был достигнут за счет компенсации усадки дополнительными порциями расплава, подаваемого на зеркало ванны на заключительной стадии затвердевания слитка. Кроме этого, подпитка способствовала дополнительному обогреву головной части слитка теплом, вводимым с порциями подогретого до 60 °С расплава и, инициированному его потоками, перемешиванию ванны.

Относительно формирования нижней части модельных слитков можно отметить, что ЭШО практически не повлиял на их структурообразование в областях от донной части до высоты $0,5...0,6 \times H_{сл}$. Это дает основание полагать, что ЭШО можно начинать не сразу после разлива металла в изложницу, а через некоторый промежуток времени. В то же время необходимо учитывать, что на начальных этапах формирования слитка количество затвердевшего металла быстро увеличивается, а в дальнейшем темп нарастания твердой фазы снижается. При этом в условиях отсутствия обогрева головной части уже на начальных этапах в верхней части слитка может образовываться двухфазная зона, частично перекрывающая оставшиеся ниже объемы жидкого металла и затрудняющая его подпитку (рис. 3, а). Это указывает на необхо-

димость выполнения ЭШО головной части слитка уже на первых этапах его затвердевания. В целом время начала осуществления ЭШО и характер изменения вводимой при этом мощности требуют дальнейшего изучения и обоснования.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что время полного затвердевания модельных слитков при использовании ЭШО увеличилось на 14...22 %, а ЭШО и подпитки — на 22...26 %. Однако эти значения зависят от многих параметров и конкретных режимов обогрева и носят, скорее, качественный характер.

В целом результаты физического моделирования кристаллизации листового 50-тонного и кузнечного 60-тонного слитков свидетельствуют о положительном влиянии электрошлакового обогрева и подпитки на их строение и соответствуют известным в литературе данным о повышении качества стальных слитков при применении таких методов воздействия на условия затвердевания металла. Это указывает на качественное соответствие физических моделей натурному процессу. Правомерные количественные результаты могут быть получены только в случае приведения в соответствие критериев подобия, характеризующих физические процессы в модели и натуре.

Таким образом, разработанные физические модели могут быть эффективным инструментом для изучения влияния различных способов физического воздействия на процессы кристаллизации крупных стальных слитков в изложнице с получением качественных, а в ряде случаев и количественных результатов.

Выводы

1. Разработаны физические модели для изучения процессов затвердевания стальных слитков в изложнице в условиях электрошлакового обогрева и подпитки, позволяющие визуализировать основные процессы, сопровождающие формирование твердой фазы.

2. Показано, что при традиционной схеме литья по оси слитка и в его прибыльной части формируются дефекты усадочного характера. ЭШО снижает вероятность образования осевой пористости, а ЭШО с подпиткой полностью устраняют формирование осевой пористости и усадочной раковины в головной части слитка. Влияния ЭШО на структурообразование нижней части слитка не выявлено.

3. Использование ЭШО увеличивает время затвердевания слитка на 14...22 %, а ЭШО и подпитки — на 22...26 %.

4. Показано, что структурные зоны модельных слитков аналогичны структурным зонам промышленных стальных слитков, а полученные в результате физического моделирования данные о влиянии ЭШО и подпитки на характер структурообразования металла согласовываются с общепринятыми представлениями. Это позволяет утверждать о качественном соответствии разработанных физических моделей натурному процессу.

Список литературы

1. Скобло С.Я., Казачков Е.А. (1973) *Слитки для крупных поковок*. Москва, Металлургия.
2. Смирнов А.Н., Макуров С.Л., Сафонов В.М. и др. (2009) *Крупный слиток*. Донецкий национальный технический ун-т. Донецк, Вебер.
3. Зюбан Н.А., Руцкий Д.В., Пегишева С.А. (2011) *Получение крупных слитков и проблема качества металла*. Волгоград, ВолГГТУ.
4. Шаповалов В.А., Цыкуленко К.А. (2013) Качество крупнотоннажных слитков, отливаемых в изложнице. *Современная электрометаллургия*, **1**, 58–65.
5. Жульев С.И., Зюбан Н.А. (2001) Влияние параметров изготовления крупных кузнечных слитков на формирование оптимальной структуры осевой зоны. *Металлург*, **12**, 38–39.
6. Воронин Ю.Ф., Лосев А.Г., Матохина А.В., Куликов Д.Ю. (2004) Управление процессом снижения усадочных дефектов отливок. *Литейщик России*, **12**, 37–40.
7. Жульев С.И., Зюбан Н.А., Шелухина Ю.М. (2008) Влияние инокулирования на внеосевую ликвацию в слитках для крупных поковок. *Сталь*, **12**, 58–61.
8. Дудко Д.А., Крутиков Р.Г., Прохоренко К.К. (1969) *Комплексное улучшение качества стального слитка*. Киев, Техника.
9. Зюбан Н.А., Руцкий Д.В., Гаманюк С.Б. и др. (2011) Влияние геометрии и условий затвердевания слитков спокойной стали на качество поковок роторов турбогенераторов. *Известия Самарского научного центра РАН*, т. 13, 1(2), 452–455.

10. Смирнов А.Н., Пилюшенко В.Л., Момот С.В., Амита́н В.Н. (2002) *Затвердевание металлического расплава при внешних воздействиях*. Донецк, Издательство «ВИК».
11. Биктагиров Ф.К., Шаповалов В.А., Ефимов М.В. и др. (2011) Повышение качества крупных слитков. *Современная электрометаллургия*, **1**, 7–11.
12. Майэр В., Миттер В., Махнер П. и др. (1987) Усовершенствованный процесс БЭСТ — разработка и результаты. *Электрошлаковый переплав*. Киев, Наукова думка, **9**, 159–163.
13. Базени С., Скепи М., Репетто Е. (1983) Способ ТРЕСТ для производства валков роторов высокого давления из хромомолибденовой стали. *Там же*, **6**, 317–321.
14. Эльдарханов А.С., Ефимов В.А., Нуратдинов А.С. (2001) *Процессы формирования отливок и их моделирование*. Москва, Машиностроение.
15. Галкин А.Н. (2015) *Исследование влияния теплофизических условий затвердевания и формы слитка для полых заготовок на его строение и распределение неметаллических включений*: дис. ... канд. тех. наук. Волгоград.

References

1. Skoblo, S.Ya., Kazachkov, E.A. (1973) *Ingots for large forgings*. Moscow, Metallurgiya [in Russian].
2. Smirnov, A.N., Makurov, S.L., Safonov, V.M. et al. (2009) *Large ingot*. DNTU, Donetsk, Veber [in Russian].
3. Zyuban, N.A., Rutsky, D.V., Pegisheva, S.A. (2011) *Manufacturing of large ingots and problems of metal quality*. Volgograd, VolG GTU [in Russian].
4. Shapovalov, V.A., Tsykulenko, K.A. (2013) Quality of large tonnage ingots in mould casting (Analytic review). *Sovrem. Elektrometall.*, **1**, 58–65 [in Russian].
5. Zhuliev, S.I., Zyuban, N.A. (2001) Influence of parameters of manufacturing of large forging ingots on formation of axial zone optimal structure. *Metallurg*, **12**, 38–39 [in Russian].
6. Voronin, Yu.F., Losev, A.G., Matokhina, A.V., Kulikov, D.Yu. (2004) Control of process for decrease of shrinkage defects of castings. *Litejshchik Rossii*, **12**, 37–40 [in Russian].
7. Zhuliev, S.I., Zhyuban, N.A., Shelukhina, Yu.M. (2008) Influence of inoculation on off-center segregation in ingots for large forgings. *Stal*, **12**, 58–61 [in Russian].
8. Dudko, D.A., Krutikov, R.G., Prokhorenko, K.K. (1969) *Complex improvement of quality of steel ingot*. Kiev, Tekhnika [in Russian].
9. Zyuban, N.A., Rutsky, D.V., Gamanyuk, S.B. et al. (2011) Influence of geometry and conditions of killed steel ingot solidification on quality of rotor forgings of turbogenerators. *Izv. Samarskogo Nauchn. Tsentra RAN*, Vol. 13, 1(2), 452–455 [in Russian].
10. Smirnov, A.N., Pilyushenko, V.L., Momot, S.V., Amitan, V.N. (2002) *Solidification of metal melt under external effects*. Donetsk, VIK [in Russian].
11. Bikragirov, F.K., Shapovalov, V.A., Efimov, M.V. et al. (2011) Improvement of quality of large ingots. *Sovrem. Elektrometall.*, **1**, 7–11 [in Russian].
12. Mayer, B., Mitter, B., Makhner, P. et al. (1987) Improved BEST process – development and results. In: *Electroslag remelting*. Kiev, Naukova Dumka, **9**, 159–163 [in Russian].
13. Bazeni, S., Skepi, M., Repetto, E. (1983) TREST method for production of cylinders of high-pressure rotors from chrome-molybdenum steel. *Ibid.*, **6**, 317–321 [in Russian].
14. Eldarkhanov, A.S., Efimov, V.A., Nuratdinov, A.S. (2001) *Processes of formation of castings and their modeling*. Moscow, Mashinostroenie [in Russian].

15. Galkin, A.N. (2015) Investigation of influence of thermophysical conditions of solidification and shape of ingot for hollow billets on its structure and distribution of nonmetallic inclu-

sions. In: *Syn. of Thesis for Cand. of Techn. Sci. Degree*. Volgograd [in Russian].

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЗЛИВКІВ В ВИЛИВНИЦІ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ОБІГРІВУ І ПІДЖИВЛЕННЯ

I.V. Protokovilov, V.B. Porokhonko, F.K. Biktagirov, R.Yu. Kachan, O.V. Gnatushenko
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України.

03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Розроблено фізичні моделі для вивчення процесів кристалізації зливків у виливниці. Моделі являють собою ємності, що імітують подовжній переріз плоского і ковальського зливків. В якості модельної рідини використовували розплав тіосульфату натрію, який твердне по дендритному механізму і зберігає оптичну прозорість до повного затвердіння, що дозволило візуалізувати основні процеси формування кристалічної структури зливка. Показано, що структурні зони модельних зливків повністю відповідають структурним зонам промислових сталевих зливків, що дозволяє стверджувати про якісну відповідність фізичної моделі натурному процесу. Досліджено вплив електрошлакового обігріву та підживлення на особливості кристалізації модельних зливків. Встановлено, що електрошлаковий обігрів і підживлення дозволяють повністю усунути осьову пористість і усадкову раковину в головній частині зливка. Розроблені моделі можуть бути ефективним інструментом для дослідження фізичних способів впливу на процеси кристалізації великих сталевих зливків. Бібліогр. 15, табл. 1, рис. 7.

Ключові слова: сталевий зливко; фізичне моделювання; кристалізація; електрошлаковий обігрів; електрошлакове підживлення

PHYSICAL MODELING OF INGOT CRYSTALLIZATION IN THE MOLD UNDER THE CONDITIONS OF ELECTROSLAG HEATING AND TOPPING

I.V. Protokovilov, V.B. Porokhonko, F.K. Biktagirov, R.Yu. Kachan, A.V. Gnatushenko
E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine.

11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine. E-mail: office@paton.kiev.ua

Physical models were developed for studying the processes of ingot crystallization in the mould. The models are tanks, simulating the longitudinal section of flat and forging ingots. Sodium thiosulphate was used as model liquid, which solidifies by the dendrite mechanism and preserves optical transparency right up to complete solidification that allowed visualization of the main processes of formation of the crystalline structure of the ingot. It is shown that structural zones of model ingots correspond to structural zones of commercial steel ingots that allows us asserting the qualitative correspondence of the physical model to the natural process. The effect of electroslag heating and topping on the features of crystallization of model ingots was studied. It is found that electroslag heating and topping allow completely eliminating axial porosity and shrinkage cavity in the ingot head part. The developed models can be an effective tool to study the physical methods of influencing the processes of crystallization of large steel ingots. Ref. 15, Tabl. 1, Fig. 7.

Key words: steel ingot; physical modeling; crystallization; electroslag heating; electroslag topping

Поступила в редакцию 06.06.2019

УНИКАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НКМЗ



Новокраматорский машиностроительный завод (Краматорск Донецкой обл.) приступает к отгрузке уникального по технологии и исполнению второго отечественного кольцевого охладителя железорудных окатышей. Предназначена наукоемкая техника Полтавскому горно-обогатительному комбинату — лидеру по выпуску данной продукции.

До 2013 г. на фабрике окомкования Полтавского ГОКа применялась единственная в Украине эффективная технология и оборудование по американской системе решетка-трубчатая печь-кольцевой охладитель. Оборудование устарело и новокраматорские специалисты предложили горнякам кольцевой охладитель собственной конструкции. Он по сравнению с импортным компактнее, экономичнее в потреблении газа и воздуха, бережет экологию.

За шесть лет эффективное оборудование оправдало себя. Теперь для комбината изготовлен второй охладитель, оснащенный системой подачи смазки в подшипниковые узлы паллет, что повышает их эффективность в эксплуатации.

Кроме того, НКМЗ регулярно поставляет на ГОК узлы и детали для замены на других импортных машинах. Это касается, в частности, и одного из главных элементов охладителя — паллет, образующих кольцевое поле, на которое выкладываются горячие окатыши, а через прорезы продувается охлаждающий воздух. Конструкции изготовленных на НКМЗ паллет значительно превосходят аналоги по износостойкости.

Пресс-служба НКМЗ