

Следует отметить, что для корректного выбора основных геометрических размеров затворного механизма, в том числе и оптимального значения передаточного отношения, задачу проектирования механизма следует ставить как задачу выбора, например, в соответствии с [3]. В заключение можно сделать следующие выводы:

– из геометрического анализа, соответствующего работе механизма затвора рычажного типа, установлено, что передаточное отношение, связывающее перемещение выбрасывателя и перемещение клина, может быть представлено в виде произведения двух величин, первая из которых зависит от профилей копирного паза в клине и казеннике, а вторая часть – от конструктивных параметров механизма затвора;

– показано, что максимальное значение передаточного отношения, зависящего от геометрии профилей пазов в клине и казеннике, составляет  $i_1 \approx 1,6$ ;

– выбор конструктивных параметров механизма затвора позволяет изменять передаточное отношение  $i_2$  в пределах от 0,5 до 4,0.

#### Библиографические ссылки

1. Дворянкин А. М., Половинкин А. И., Соболев А. И. Методы синтеза технических решений. – М.: Наука, 1977.
2. Куприянов А. Н. Основы расчета и проектирования полуавтоматических затворов артиллерийских орудий. – М.: Оборонгиз, 1951.
3. Алиев А. В., Мищенко О. В. Математическое моделирование в технике. – М.; Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2012.

\* \* \*

A. G. Tarnaev, Deputy General Director, OJSC «The factory №9», Ekaterinburg

#### Choice of gear ratio when designing a wedge breechblock for the artillery piece

*According to analysis of the wedge breechblock design, dependences are obtained for a gear ratio that links the displacements of an extractor and wedge breechblock. It is shown, that the maximum value of the gear ratio depending on geometry of slot's profiles in a wedge breechblock and automatic cocking is  $i_1 \approx 1,6$ . Choosing the design data of the breechblock mechanism allows changing the gear ratio  $i_2$  additionally within limits from 0,5 to 4,0.*

**Keywords:** artillery piece, wedge breechblock, gear ratio

Получено: 14.10.14

УДК 669.04:621. 746.393.001.2

В. Л. Тимофеев, доктор технических наук, профессор

В. Б. Фёдоров, кандидат технических наук, доцент

А. В. Погребовский, магистрант

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЛОЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЛИТКОВ

*Описан процесс получения металлических слитков без осевой зоны с макро- и микродефектами.*

**Ключевые слова:** металлический расплав, разъемная изложница с внутренними вертикальными перегородками, блочный слиток, электрошлаковая сварка.

Существующий традиционный способ одновременного изготовления нескольких слитков при сифонной разливке сплавов в изложницы используется сейчас наравне со способом разливки сверху [1, с. 362]. В том и другом случае каждый слиток получают в отдельной изложнице, который кристаллизуется по классической схеме, когда в процессе затвердевания расплава внутри него по центру образуется зона с макро- и микроскопическими дефектами, включая концентрированную усадочную раковину, осевую пористость и ликвационные дефекты. Осевая зона с макро- и микродефектами не позволяет получать плотную макроструктуру по центру слитка, имея отклонения от требуемого химического состава. Это ведет к повышенному количеству брака и снижает качество металлопродукции.

Специалисты в области металлургии давно предпринимали попытки разработать технологии для массового производства слитков без осевой зоны с макро- и микродефектами. Так, с помощью направленной кристаллизации получают слитки из сплава на никелевой основе небольшой массы (например, 10 кг) со столбчатой структурой по всему объему [2, с. 197–198]. Другая технология, позволяющая получать высококачественные стальные слитки, названа электрошлаковым переплавом с расходуемым электродом. У отлитого по обычной технологии крупного слитка удаляется осевая зона с макродефектами, а образовавшуюся полость заполняют доброкачественным металлом путем электрошлакового плавления [3, с. 344]. Указанные технологии дороги и используются редко.

В статье описана технология одновременного получения нескольких слитков в вертикальной разъемной изложнице за счет использования вертикальных перегородок с подводом металлического расплава сифоном. При этом перегородки выделяют из общего объема металла такие слитки, у которых зона с макро- и микродефектами смещена к одной из вертикальных граней заготовки, что позволяет простым способом отделить эту зону и существенно повысить качество основной массы слитка. Слитки изготавливаются в одной изложнице и при затвердевании находятся практически вплотную друг к другу (осуществляется формирование блока слитков). Поэтому такая технология названа блочной технологией получения слитков (БТПС), а слитки, полученные согласно ей, – блочными [4].

На рис. 1 показана многоместная вертикальная разъемная изложница для одновременного производства шести блочных слитков. Она состоит из поддона 1 с отверстием 2 для подвода металлического расплава, отъемных боковых стенок 3 и отъемных торцовых стенок 4. Внутри рабочего объема изложницы установлена вертикальная жесткая многосекционная перегородка, состоящая из первичной перегородки 6, расположенной по центру рабочего пространства параллельно боковым стенкам 3, и вторичных перегородок 5, перпендикулярных и неразъемно соединенных с первичной перегородкой.

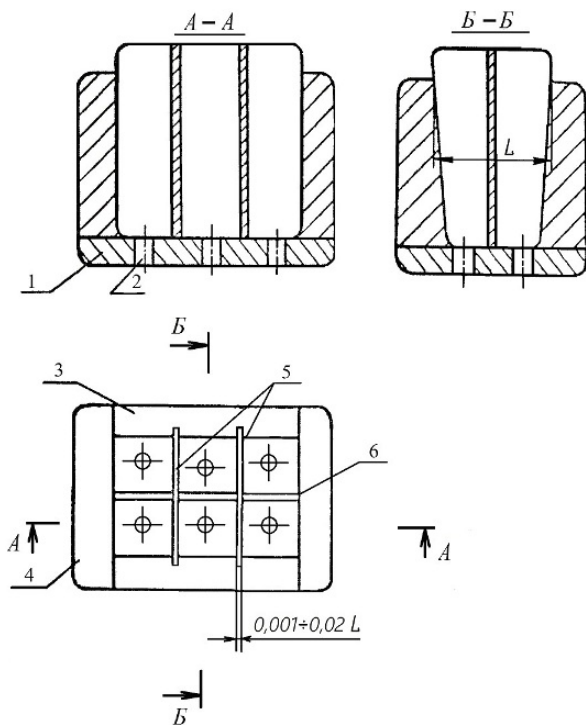


Рис. 1. Изложница для получения блочных слитков

Толщина перегородок составляет  $(0,001 - 0,02)L$ , где  $L$  – расстояние между боковыми стенками изложницы по верхнему уровню. Перегородки можно выполнить из металлических, неметаллических или комбинированных материалов. Они могут быть как разового, так и многоразового использования. В про-

цессе заполнения изложницы и дальнейшего затвердевания весь металл разделяется на отдельные слитки прямоугольного сечения, при этом три из четырех боковых поверхностей каждой заготовки в процессе затвердевания формируется жесткой многосекционной перегородкой 5-6. Принципиальное отличие БТПС от других технических решений [5–8] с использованием перегородок в рабочем пространстве изложницы заключается в том, что функциональное назначение первичной и вторичных перегородок состоит не только в разделении общей массы залитого металла на отдельные слитки, но и в формировании лучшей макроструктуры слитка за счет рационального выделения из общей массы залитого в изложницу металла определенных его объемов.

В процессе заполнения изложницы и дальнейшего затвердевания весь металл разделяется на отдельные слитки прямоугольного сечения, при этом три из четырех боковых поверхностей каждой заготовки в процессе затвердевания формируются жесткой многосекционной перегородкой 5-6. Принципиальное отличие БТПС от других технических решений с использованием перегородок в рабочем пространстве изложницы заключается в том, что функциональное назначение первичной и вторичных перегородок состоит не только в разделении общей массы залитого металла на отдельные слитки, но и в формировании лучшей макроструктуры слитка за счет рационального выделения из общей массы залитого металла в изложницу определенных его объемов.

На рис. 2 показана макроструктура блочного слитка из технического свинца (макрошлиф изготовлен по плоскости, проходящей через центр слитка и параллельно вторичным перегородкам): 1 – зона столбчатых кристаллов; 2 – усадочная раковина; 3 – зона с макро- и микродефектами; 4 – вертикальная грань слитка; 5 – конусная грань слитка. Как видно, 70 % объема слитка составляет столбчатая структура (зона 1). За счет направленного затвердевания от грани 5, оформляемой боковой стенкой изложницы, зона с макродефектами 3 отводится к вертикальной грани 4, оформляемой первичной перегородкой. Усадочная раковина 2 также располагается ближе к вертикальной грани 4.

Как свидетельствует рис. 2, строение блочного слитка существенно отличается от строения обычного слитка. Это происходит не по причине изменения характера процесса затвердевания металла в рабочем объеме изложницы, а потому, что первичная перегородка разделяет пополам общий объем металла и в сочетании с вторичными перегородками выделяет из общего объема металла такие заготовки, у которых зона с макро- и микродефектами оказывается смещенной к вертикальной грани, оформляемой первичной перегородкой. При этом центральная часть объема каждого блочного слитка состоит из столбчатых кристаллов.

Несмотря на то, что описанный принцип БТПС проиллюстрирован на примере получения мелких слитков из технического свинца, нет принципиально никаких трудностей для производства таким образом

более крупных слитков. Наиболее просто получить эффект от применения БТПС на заводах вторчермета и вторцветмета при производстве шихтовой болванки. Известно, что экономично получать крупногабаритные чушки деформируемых и литейных алюминиевых сплавов массой 250–1600 кг [9]. Но производство крупногабаритных чушек имеет свои недостатки, главный из которых – неравномерность химического состава сплава после его затвердевания. Эта неравномерность совпадает с осевой зоной слитка. Если применить БТПС для получения крупногабаритных чушек, то можно простым образом освободиться от внутренней ликвационной зоны, где содержатся многие примеси, ухудшающие свойства сплава.

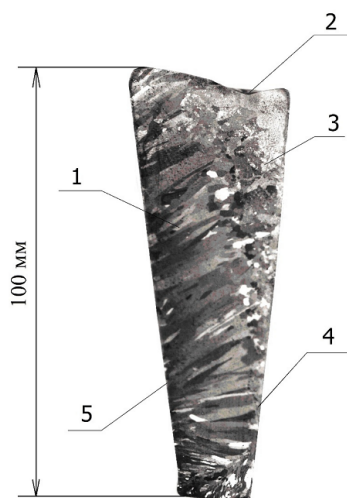


Рис. 2. Макроструктура блочного слитка из технического свинца

На рис. 3, а показана предполагаемая схема макростроения блочного слитка из алюминиевого сплава: 1 – зона столбчатых кристаллов; 2 – зона с макро- и микродефектами, включающая ликвационные дефекты; s-s – линия отделения ликвационной зоны механическим способом. От указанного слитка на прессе отделяются по линии s-s область 2 с ликвационными и другими дефектами. Остальная часть заготовки имеет высокое качество по плотности и чистоте сплава и может быть использована как шихтовая болванка или для дальнейшей обработки давлением.

С целью увеличения массы металла под последующую обработку давлением имеется возможность использовать электрошлаковую сварку (ЭШС). На рис. 3, б показана ЭШС блочных слитков без зоны с макро- и микродефектами: 1 – свариваемые слитки с зоной столбчатых кристаллов; 3 – зона сварного

шва. Таким способом имеется возможность получать более крупные сварные блочные слитки.

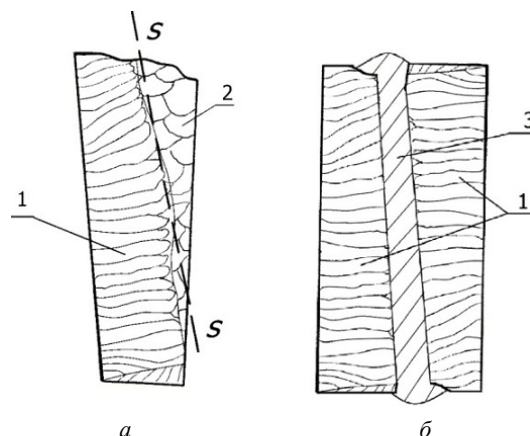


Рис. 3. Схемы отделения зоны с макро- и микродефектами у блочного слитка и их электрошлаковой сварки

### Библиографические ссылки

1. Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия : учебник для студентов металлургических специальностей вузов / под науч. ред. проф., д-ра техн. наук В. Г. Воскобойникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1985. – 487 с.
2. Голиков И. Н., Масленков С. Б. Дендритная ликвация в сталях и сплавах. М. : Металлургия, 1977. – 224 с.
3. Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия : учебник для студентов металлургических специальностей вузов / под науч. ред. проф., д-ра техн. наук В. Г. Воскобойникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1985. – 487 с.
4. А. с. 1574351 СССР, МКИ<sup>3</sup> В22D 7/08. Устройство для отливки слитков / В. Л. Тимофеев (СССР). – № 4242255/31-02 ; заявл. 06.03.87 ; опубл. 30.06.90. – 2 с.
5. А. с. 495145 СССР, МКИ<sup>3</sup> В22D7/08. Форма для отливки прямоугольных слитков / В. Т. Сладкошеев, В. Г. Литвиненко, А. Г. Котин, В. И. Шевченко, В. Н. Круменик, И. Г. Панченко (СССР). – № 2006060/22-2 ; заявл. 20.03.74 ; опубл. 15.12.75, Бюл. № 46. – 3 с.
6. А. с. 645750 СССР, МКИ<sup>3</sup> В22D7/06. Изложница для отливки мерных заготовок / Ю. С. Чернобривенко, А. А. Благуца, Д. С. Рожнов, Ю. Д. Кузнецов (СССР). – 2832758/22-02 ; заявл. 01.03.77 ; опубл. 05.02.79, Бюл. № 5. – 2 с.
7. А. с. № 846072 СССР, МКИ<sup>3</sup> В22D7/00. Способ изготовления слитков феррохрома в многоместной изложнице / И. С. Шмуклер, А. М. Мисловский (СССР). – 2832758/22-02 ; заявл. 26.10.79 ; опубл. 15.07.81, Бюл. № 26. – 3 с.
8. Баптизмантий В. И. Разливка стали. – Киев-Донецк : Вища школа, 1977. – С.83–84.
9. Начатой Д. Е. Технология получения крупногабаритных алюминиевых чушек // Литейное производство, 1984, № 7. с. 10–11.

\*\*\*

V. L. Timofeyev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
 V. B. Fedorov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
 A. V. Pogrebovsky, Master's Degree Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

### Production technology of block metal ingots

The paper describes the process of metal ingot production without axial zone with macro and micro defects.

**Keywords:** molten metal, releasable mold with internal vertical partitions, block ingot, electro-slag welding.