



ПЕРСПЕКТИВЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАЗМЕННО-ИНДУКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

А.Н. Гниздыло

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.
03680, г. Киев-150, ул. Боженко 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Монокристаллам тугоплавких металлов присущ комплекс уникальных свойств. Однако на сегодняшний день существует лишь незначительное количество технологических процессов, где используют указанные материалы. Основная причина этого заключается в относительно небольших габаритных размерах монокристаллов и их высокой себестоимости. Поэтому актуальной задачей является разработка технологий, позволяющих не только увеличивать габаритные размеры тугоплавких монокристаллов, но и обеспечивать возможность получения их с разной геометрией профиля, при этом достигая высокой производительности и экономической эффективности. Рассмотрены проблемы увеличения крупных монокристаллов тугоплавких металлов. Обоснована возможность перспективного использования технологии плазменно-индукционной плавки для увеличения габаритных размеров тугоплавких монокристаллов. Разработаны рекомендации, позволяющие дальнейшее совершенствование плазменно-индукционной технологии. Библиогр. 9, ил. 5.

Ключевые слова: плазменно-индукционный способ; крупные монокристаллы; тугоплавкие металлы; повышение производительности; экономическая эффективность процесса

Впервые монокристаллы тугоплавких металлов из жидкой фазы получили в конце 1950-х годов способом электронно-лучевой зонной плавки. Дальнейшее развитие технологий выращивания монокристаллов тугоплавких металлов зависело от проблемы увеличения их габаритных размеров, поскольку небольшие размеры существенно ограничивали область их применения, что актуально

и в настоящее время. За этот период было разработано большое количество способов, основное отличие которых заключается в использовании концентрированного источника нагрева определенного вида, благодаря которому обеспечивается наведение и поддержание зоны расплавленного металла.

Наиболее широкое применение получили плазменно-дуговая плавка (ПДП), зонная плавка (ЗП) и электронно-лучевая плавка (ЭЛП) (рис. 1). Каждый из указанных способов имеет свои преимущества и недостатки, однако в вопросе увеличения габаритных размеров они не получили значительного развития. Увеличение габаритных размеров тугоплавких монокристаллов в каждом конкретном случае связано с определенным набором проблем, общей из которых является снижение качества монокристаллической структуры, что обусловлено ухудшением теплового состояния слитка из-за увеличения температурных градиентов [1–3].

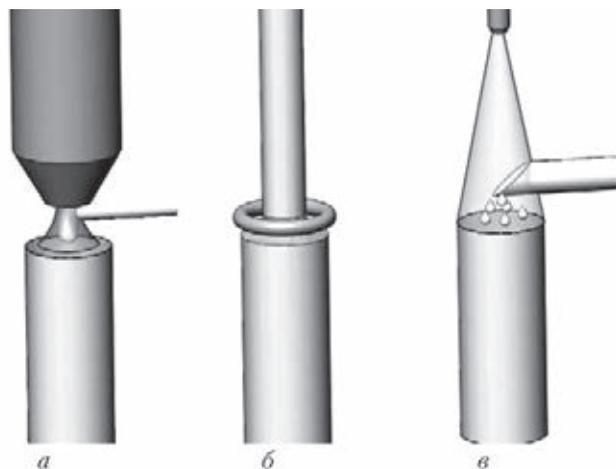


Рис. 1. Основные технологии выращивания тугоплавких монокристаллов: а — плазменно-дуговая; б — зонная; в — электронно-лучевая

Анализ плазменно-индукционного способа. Значительных успехов в данном вопросе удалось достигнуть благодаря разработанному в ИЭС им. Е.О. Патона способу плазменно-индукцион-



ной плавки (ПИП), создание которого было связано с потребностью получения монокристаллов тугоплавких металлов в виде крупногабаритных пластин. Данная задача была реализована за счет использования в технологической схеме возможности перемещения плазменной дуги вдоль наращиваемой поверхности, что обеспечило получение необходимого профиля монокристалла (рис. 2).

Использование дополнительного индукционного источника нагрева обеспечило выравнивание разницы значений температуры боковой и центральной частей кристалла и привело к снижению температурных градиентов в слитке.

Индукционный обогрев также позволил уменьшить температурные градиенты по высоте кристалла и снизить термическое влияние циклического действия дуги при ее возвратно-поступательном движении за счет смещения всей температурной области кристалла в зону температурно-пластичной деформации, что дало возможность предотвратить возникновение напряжений, приводящих к растрескиванию кристалла.

Повышение гибкости технологической схемы реализовано благодаря специальной конструкции индукционной системы, позволившей распределить вкладываемую мощность по высоте слитка с наибольшим ее значением в области максимального влияния плазменного нагрева. Такое технологическое решение обеспечило снижение температурного градиента перед движущимся источником в зоне его наибольшего влияния на тепловое поле монокристалла. Выбор данной гибридной схемы определен в соответствии со следующими требованиями к технологии:

совместимость работы основного и дополнительного источников энергии;

обеспечение нагрева дополнительным источником энергии по всей свободной поверхности кристалла и возможности регулирования вкладываемой мощности по высоте;

предотвращение загрязнения слитка материалом рабочих элементов источника энергии.

Внедрение разработанной схемы позволило получить самые большие в мире монокристаллы тугоплавких металлов, использование которых имело как научно-исследовательский интерес, так и возможность практического применения [4–6].

В последние десятилетия интенсивное развитие науки и техники способствовало расширению области их потенциального применения. В связи с внедрением новейших технологий монокристаллы тугоплавких металлов могут использоваться в качестве материалов конструкционного и технологического назначения. Однако высокая стоимость

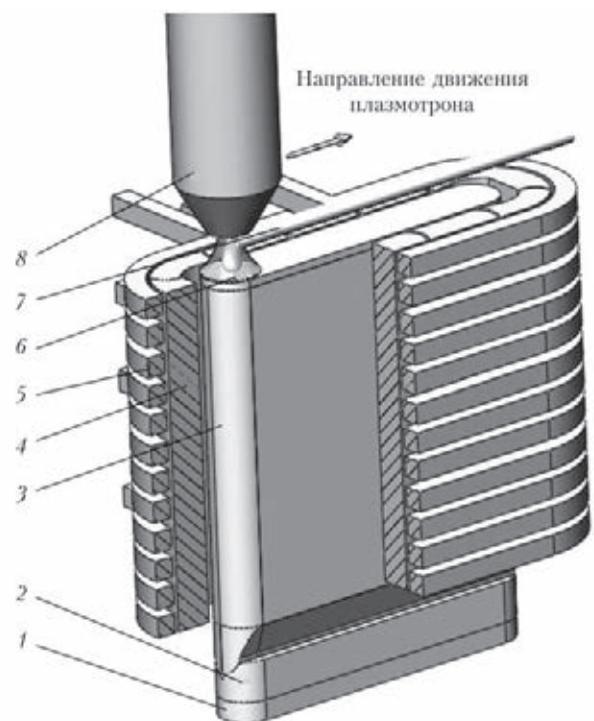


Рис. 2. Плазменно-индукционный способ выращивания крупных монокристаллов тугоплавких металлов: 1 — поддон; 2 — держатель; 3 — слиток; 4 — холодная стенка; 5 — индуктор; 6 — локальная ванна жидкого металла; 7 — расходный пруток; 8 — плазматрон

данных материалов и отсутствие технологий получения крупных монокристаллов с определенными габаритами и формами приводят к тому, что зачастую используются менее качественные и дешевые материалы. Поэтому актуальным является не только увеличение размеров, но и получение монокристаллов с разной геометрией профиля, в частности в виде круга и полого цилиндра одновременно, с повышением экономической эффективности процесса.

Одними из основных факторов, влияющих на себестоимость монокристаллов, являются затраты на электроэнергию. При этом основная доля электроэнергии (около 70...90 %) потребляется высокочастотным генератором. С учетом низких значений КПД индукционной системы и эффективности нагрева при неполной загрузке, особенно на начальном этапе выращивания монокристалла, когда затравочный кристалл не заполняет всю полость индуктора, становится очевидным, что затраты на единицу вложенной мощности от индукционного нагрева значительно выше по сравнению с вкладываемой мощностью от плазменного источника.

Недостатком применения высокочастотной энергии является не только ее высокая стоимость, но и необходимость использования дорогостоящего оборудования для ее генерации. Таким обра-



зом, следует стремиться к смещению отношения общей суммарной вкладываемой энергии от плазменного и индукционного источника в сторону более дешевого плазменного нагрева, что делает разработку технологий, базирующихся на данном подходе, более приоритетной.

Достижение поставленной задачи для уже существующей технологии за счет перераспределения вкладываемой энергии в сторону плазменного нагрева не представляется возможным. Анализ показал, что увеличение вкладываемой мощности плазменного источника ограничено условиями существования жидкой ванны на торце монокристалла, поскольку это приводит к увеличению объема жидкой ванны и возможному ее проливу.

Снижение мощности индукционного нагрева при этом вызовет увеличение термических напряжений и, как следствие, ухудшение структуры. Более того, в случае дальнейшего повышения габаритных размеров пластины, возможного за счет увеличения хода плазменного источника, возрастает доля вкладываемой энергии индукционного нагрева, что обусловлено данной технологической схемой процесса.

В связи с тем, что при движении плазменного источника нагрева по торцу монокристалла происходит локальный нагрев поверхности, то в промежутке времени, когда плазматрон совершает движение в крайнее положение, на противоположном краю температура снижается до определенного уровня, а при обратном движении – повышается. Чем большим будет ход плазмотрона, тем ниже станет температура, что вызовет рост температурных градиентов перед движущимся фронтом кристаллизации. Поэтому для сохранения значения градиентов на прежнем уровне необходимо обеспечить увеличение мощности индукционного нагрева с целью поддержания уровня температуры верхней зоны слитка, когда не происходит ее обогрев плазменной дугой. Таким образом, мощность

должна быть тем выше, чем длительнее цикл движения плазменного источника. Данный подход к увеличению габаритных размеров вызывает смещение баланса вкладываемой энергии в сторону высокочастотной, что нежелательно.

Преимущества использования многоплазмотронных схем. С целью повышения экономической эффективности плазменно-индукционного способа возможно смещение соотношения мощности вкладываемой энергии в сторону плазменной при использовании дополнительного плазменного источника нагрева (рис. 3, а), что позволит снизить мощность индукционного источника и сократить время пребывания каждого отдельного участка в верхней зоне слитка без нагрева плазменным источником.

В случае значительного увеличения длины монокристалла возможно применение схемы с тремя и более плазмотронами при модифицированной схеме подачи пруткового материала (рис. 3, б). Это позволяет повысить производительностькратно количеству плазмотронов благодаря возможности наращивания слоя каждым плазмотроном, однако, способствует усложнению технологического оборудования при выращивании плоских монокристаллов.

Более перспективным является использование многоплазмотронной схемы при циклическом движении по замкнутому контуру (получение круглого или кольцевого профиля), где организацию относительного движения можно обеспечить в результате вращения слитка, что упрощает технологическое оборудование.

Применение многоплазмотронной схемы позволяет решить еще одну проблему плазменно-индукционного способа. Несмотря на преимущества использования индукционного нагрева все еще сохраняются относительно высокие температурные градиенты в высокотемпературной области перед движущимся источником плазменного нагрева, что приводит к пластическим напряжени-

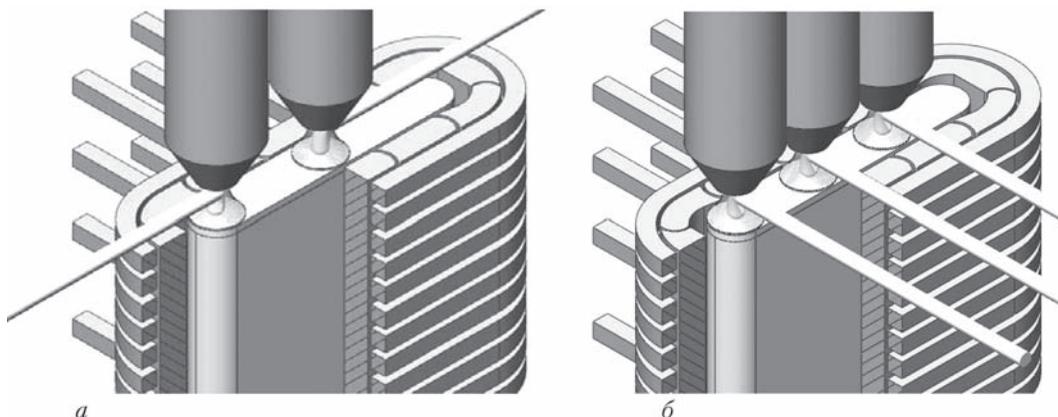


Рис. 3. Многоплазмотронная схема ПИП для плоского слитка с двумя (а) и более (б) плазмотронами



ям в монокристалле, при которых происходит генерация дислокационных дефектов. Их высокая концентрация способствует развитию субзеренных границ. Проблема усложняется тем, что, в отличие от полупроводниковых, металлические монокристаллы являются пластичными, а значит, генерация дислокаций происходит легче. При одинаковых температурных градиентах это приводит к появлению высокой плотности дислокаций в металлических кристаллах. Применение нескольких плазмотронов позволяет без увеличения мощности индукционного нагрева значительно выровнять значения температуры монокристалла в верхней его части на протяжении всего термического цикла, отличие от достигаемых за счет индукционного нагрева. Это обеспечивает снижение температурных градиентов и положительно влияет на структуру монокристалла.

На рис. 4 показано изменение температуры в крайних зонах, когда плазменный источник нагрева начинает движение к противоположному краю, а затем обратно. При многоплазмотронных схемах продолжительность температурного цикла снижается за счет уменьшения траектории перемещения плазменного источника кратно количеству плазмотронов, что способствует повышению температуры.

Использование локальной схемы. Преимуществом данной технологии является применение не только комбинированной плазменно-индукционной схемы, но и схемы с локальным перекрытием поверхности, по площади которой происходит наращивание монокристалла жидкой металлической ванной. К указанной особенности в самом начале развития существующего способа возникали вопросы относительно влияния данной схемы на формирование структуры при выращивании тугоплавких металлических монокристаллов. Такая схема отличается от других схем выращивания металлических монокристаллов, получаемых бестигельными способами в условиях принудительной направленной кристаллизации и зонной перекристаллизации, где фронт кристаллизации перемещается относительно нижней части вверх по мере выращивания монокристалла вдоль наращиваемого слитка, а расплавленная зона занимает весь торец поверхности наращивания. В данном случае наращивание слоев совпадает с направлением вытягивания, а тепловые условия соответствуют квазистационарному состоянию. В отличие от существующего способа, где при возвратно-поступательном движении плазменного источника происходит изменение направления роста от слоя к слою, а картина теплового поля имеет циклический

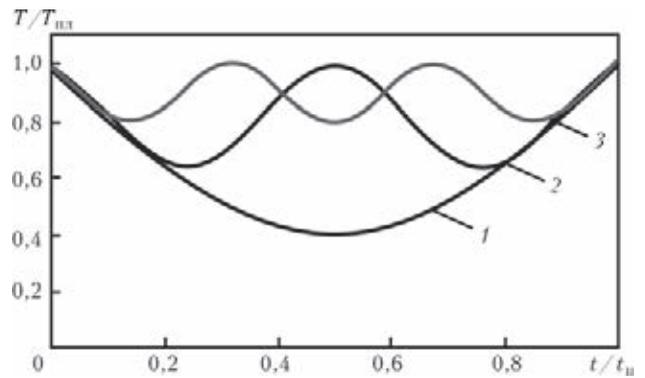


Рис. 4. Схема относительного изменения температуры в крайней зоне в течение температурного цикла при возвратно-поступательном перемещении: 1 — одноплазмотронная схема; 2, 3 — двух- и трехплазмотронные схемы; T — температура в крайней зоне; $T_{пл}$ — температура плавления материала; $t_{ц}$ — продолжительность температурного цикла в крайней зоне; t — время

характер, что с учетом явлений, связанных с ориентацией преимущественного роста, создает менее благоприятные условия для выращивания тугоплавких монокристаллов.

Однако эксперименты по выращиванию монокристаллов с локальным перекрытием наращиваемой поверхности позволили убедиться в перспективности данной схемы получения крупных монокристаллов. Несмотря на то, что она была разработана с целью получения монокристаллов необходимого профиля в виде широкоформатных пластин, полученный уникальный опыт позволяет рекомендовать ее для использования при выращивании монокристаллов разного профиля, что является перспективным для дальнейшего совершенствования технологии и развития способа выращивания монокристаллов тугоплавких металлов. Данную схему можно применять для получения не только монокристаллов сложного профиля, но и крупных монокристаллов круглого сечения.

Применение локальной схемы в технологии получения крупных монокристаллов круглого сечения. Недостаток технологии с полным перекрытием жидкой металлической ванной всего торца тугоплавких монокристаллов заключается в невозможности получения не только сложного профиля, но и крупных слитков тугоплавких металлов круглого сечения. Об ее ограниченности можно судить по монокристаллам молибдена и вольфрама наибольших размеров, полученным еще во второй половине прошлого столетия, диаметры которых составили 60 и 50 мм [7–9]. Основными недостатками существующих схем с полным перекрытием торца является увеличение кривизны фронта кристаллизации и термических

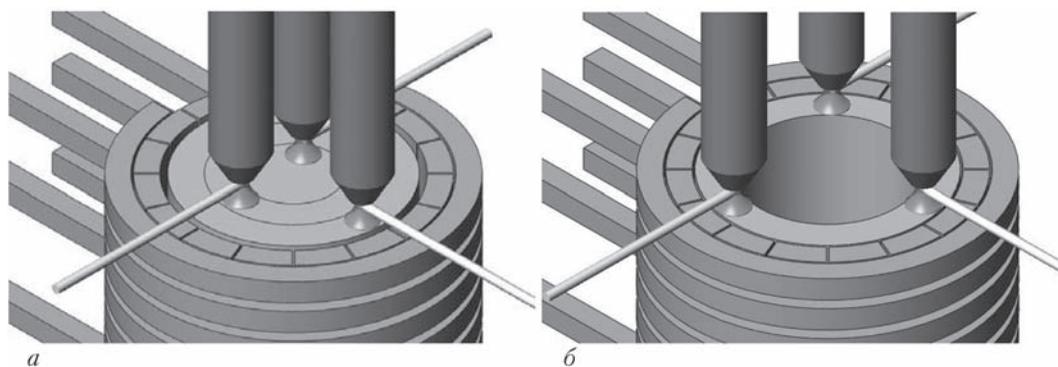


Рис. 5. Многоплазмотронная схема для выращивания монокристаллов тугоплавких металлов цилиндрической формы сплошного (а) и полого (б) слитков

напряжений в зависимости от роста габаритных размеров.

При полном перекрытии всего торца монокристалла ванной расплавленного металла температура последней за счет гидродинамических процессов усредняется, что приводит к относительно равномерной тепловой нагрузке на фронт кристаллизации. При этом локальные участки фронта кристаллизации имеют разное тепловое сопротивление с высоким значением ближе к центру слитка. Это обуславливает разную отбираемую мощность от этих зон через твердую фазу. Такой неконтролируемый подвод энергии к границе кристаллизации без учета термического сопротивления ее локальных участков вызывает перегрев локальных зон фронта кристаллизации и, как следствие, его продавливание в области с затрудненным отбором тепла от межфазной границы. При круглой форме слитка это способствует увеличению глубины жидкой ванны в центральной области слитка. Одновременно с увеличением диаметра возрастают термические напряжения из-за ухудшения отвода тепла в центральной части и увеличения радиальных градиентов, что сказывается на ухудшении деформационной картины кристалла.

Увеличить диаметр круглых монокристаллов можно, применяя локальную схему, используемую в схемах плазменно-индукционной плавки. Указанные недостатки здесь существенно снижены, поскольку локальная ванна имеет меньшие размеры, что позволяет обеспечить контролируемое тепловложение с учетом термических характеристик локального участка, а также получить меньшую кривизну фронта кристаллизации. В сочетании с дополнительным индукционным источником нагрева это дает возможность снизить радиальный градиент и термическое напряжение вследствие равномерного нагрева всего монокристалла, тем самым улучшив деформационную картину.

Преимущество схемы с локальным перекрытием состоит в том, что необходимая конфигура-

ция профиля монокристалла (круг, труба, квадрат, пластина) обеспечивается при сканировании плазменной дугой по определенному контуру.

С целью повышения производительности процесса получения круглых монокристаллов большого диаметра и обеспечения равномерного нагрева торцевой поверхности слитка более приемлемыми являются многоплазмотронные схемы, где возможно управление мощностью отдельного плазмотрона с учетом термических характеристик локального участка (рис. 5).

Применение большого количества плазмотронов в многоплазмотронных схемах с локальным перекрытием ванной жидкого металла не всегда целесообразно с точки зрения усложнения технологического оборудования и управления технологическим процессом, что уже ощутимо при использовании 3...4 плазмотронов для плоских кристаллов.

Увеличение производительности. Создание технологий, основанных на многоплазмотронных схемах с локальным наведением ванны жидкого металла, является перспективным для получения монокристаллов тугоплавких металлов, ориентированных на увеличение их габаритных размеров. Однако такие схемы не могут обеспечить желаемую производительность процесса из-за отсутствия высокого коэффициента перекрытия локальными областями расплавленного металла поверхности, по которой происходит наращивание, и необходимости поддерживать локализацию отдельных зон расплавленного металла, а также ввиду габаритов самих источников плазменной энергии, не позволяющих существенно сблизить локализованные зоны. Ограничение количества применяемых плазмотронов в многоплазмотронных схемах может зависеть от геометрии кристалла.

Это не дает в полной мере использовать поверхность монокристалла, что снижает объем кристаллизующегося металла в единицу времени



по сравнению с технологиями, при которых для кристаллизации расплава используется вся наращиваемая поверхность слитка, что сказывается на экономической эффективности процесса. Несмотря на указанный недостаток, рассматриваемая технология обеспечивает контролируемую подачу тепловой энергии в зависимости от термического сопротивления локального участка, чем выгодно отличается от других схем. Поэтому с целью повышения экономической эффективности необходимо создание технологий, дополнительно обеспечивающих возможность увеличения производительности процесса.

Несмотря на то, что за последние несколько десятилетий плазменно-индукционный способ получил существенное развитие, что повлияло на модернизацию оборудования и качество полученных монокристаллов, массовые характеристики процесса не претерпели значительного изменения, поскольку разработанная технология при существующих скоростных режимах обеспечивала получение монокристаллов необходимого качества, а вопросы производительности и экономической эффективности не имели первоочередного значения. В последнее время актуальность роста экономической эффективности процесса возросла в связи с повышенным интересом к использованию крупных монокристаллов тугоплавких металлов в новейших конструкциях и технологиях.

Решение данной проблемы без учета использования многоплазмотронной схемы возможно путем увеличения поступления расходуемого материала в зону плавления и повышения скорости перемещения источника энергии по наращиваемой поверхности.

Простое повышение поступления расходуемого материала в зону плавления приводит к увеличению ванны жидкого металла и кривизны фронта кристаллизации. В некоторых схемах такое решение может вызвать переполнение ванны жидкого металла и ее пролив.

Повышение массовой скорости за счет увеличения скорости плазменного источника энергии может показаться неприемлемым, поскольку опыт сварочных технологий и технологий выращивания монокристаллов тугоплавких металлов свидетельствует об увеличении термических напряжений в обоих случаях, что сказывается на снижении качества сварного шва, а также монокристаллической структуры. Однако технология ПИП отличается применением циклической схемы возвратно-поступательного движения, при которой плазменный источник проходит по зоне, предварительно прогретой за предыдущий цикл,

что позволяет значительно повысить скорость и обеспечить одинаковые температурные градиенты (с однонаправленной схемой используемой в сварке) за счет автостабилизации градиентов благодаря инерционности теплового рассеивания.

Так, при возвратно-поступательном движении, чем короче возвратно-поступательный цикл плазмотрона, тем меньше падение температуры конкретного отдельного участка. Указанный способ также выгодно отличается от других технологий выращивания тугоплавких металлов, в которых увеличение скорости выращивания приводит к ухудшению монокристаллической структуры из-за наличия жесткой связи между повышением скорости и температурного градиента вследствие увеличения скорости смещения каждой зоны в область с низкой температурой, что не обеспечивает достаточного выравнивания температуры по радиусу монокристалла. В плазменно-индукционном способе такая связь разорвана в результате использования индукционного нагрева. Его применение позволяет при увеличении скорости плазменного источника обеспечить стабильность температурных градиентов благодаря повышению за счет электромагнитной энергии температуры кристалла в верхней зоне, где создается наибольшее влияние термического воздействия плазменного источника энергии.

Таким образом, можно утверждать, что плазменно-индукционная технология с использованием локального перекрытия является перспективной. Она будет наиболее эффективной при комплексном сочетании многоплазмотронной схемы и локального перекрытия, сокращении длительности цикла и увеличения скорости перемещения жидкой металлической ванны, для чего требуется проведение оптимизации данных параметров и изучение их совместного влияния на тепловое поле и качество монокристаллов. Это может обеспечить построение будущих схем выращивания крупных монокристаллов тугоплавких металлов разного профиля с необходимой производительностью и экономической эффективностью процесса.

Выводы

1. Показано, что плазменно-индукционный способ является наиболее перспективным для создания технологий выращивания крупных монокристаллов тугоплавких металлов, позволяющим значительно увеличивать их габаритные размеры и разнообразить профили.

2. При разработке новых способов выращивания крупных монокристаллов тугоплавких ме-



таллов на базе плазменно-индукционного способа необходимо с учетом изложенного повышать производительность и экономическую эффективность процесса без потери качества.

3. Установлено, что экономически эффективная технология может быть создана на базе плазменно-индукционного способа с учетом обеспечения локализации металлической ванны для более эффективного управления тепловым потоком через фронт кристаллизации и термического сопротивления участка, а также кривизны поверхности раздела двух фаз; использования многоплазмотронной схемы для обеспечения повышения температуры верхней зоны слитка за счет снижения длительности термического цикла, а также увеличения производительности процесса пропорционально количеству плазмотронов, созданию дополнительных условий для повышения производительности при увеличении массовой скорости процесса; обеспечения максимальной скорости перемещения локальной металлической ванны по наращиваемой поверхности без увеличения термических градиентов вследствие улучшения тепловой картины в высокотемпературной области монокристалла при совместном использовании преимуществ многоплазмотронных схем и индукционного нагрева.

1. *Девярых Г.Г., Бурханов Ю.С., Бурханов Г.С.* Получение высокочистых монокристаллов тугоплавких металлов твердофазными методами с использованием жидкой фазы // *Высокочистые вещества*. — 1992. — № 3. — С. 10–17.
2. *Савицкий Е.М., Бурханов Г.С.* *Металловедение тугоплавких металлов и сплавов*. — М.: Наука, 1967. — С. 46–53.
3. *Тихинский Г.Ф., Ковтун Г.П., Ажажа В.М.* *Получение сверхчистых редких металлов*. — М.: Металлургия, 1986. — С. 160.
4. *Технологические особенности плазменно-индукционного выращивания крупных монокристаллов вольфрама / В.А. Шаповалов, В.В. Якуша, А.Н. Гнздыло и др. // Современ. электрометаллургия*. — 2012. — № 3. — С. 26–30.
5. *Шаповалов В.А., Гнздыло А.Н., Якуша В.В.* Технологические особенности плазменно-индукционного процесса выращивания крупных монокристаллов тугоплавких металлов // *Пробл. металлургии, сварки и материаловедения*. — 2004. — № 3. — С. 19–23.
6. *Новая технология выращивания крупных монокристаллов тугоплавких металлов из жидкой фазы / В.А. Шаповалов, М.Л. Жадкевич, В.В. Якуша, А.Н. Гнздыло // Сб. тез. докл. междунар. конф. «Современное материаловедение: достижения и проблемы» (Киев 26–30 сент. 2005 г.)*. — 2005. — Т. 2. — С. 212–213.
7. *Савицкий Е.М., Бурханов Г.С.* Применение плазменного процесса для выращивания монокристаллов тугоплавких металлов // *Металлические монокристаллы. Получение и исследование свойств*. — М.: Наука, 1976. — С. 5–10.
8. *Михайлов С.М., Чеченцев В.Н., Шмаков А.М.* Опыт получения беспористых монокристаллов молибдена увеличенного диаметра // *Выращивание монокристаллов тугоплавких и редких металлов / Под ред. Е.М. Савицкого*. — М.: Наука, 1973. — С. 65–68.
9. *Бурханов Г.С., Девярых Г.Г.* *Высокочистые тугоплавкие и редкие металлы*. — М.: Наука, 1993. — 223 с.

Single crystals of refractory metals possess a complex of unique properties. However, at present there is only a negligible number of technological processes where the mentioned materials are used. The main reason consists in relatively small dimensions of single crystals and their high cost. Therefore, the urgent problem is the development of technologies allowing not only increasing the dimensions of the refractory single crystals, but also providing the feasibility of their producing with a different profile geometry, attaining in this case the high productivity and economic efficiency. Considered are the problems of increasing the large single crystals of refractory metals. The possibility of challenging applying the technology of plasma-induction melting for increasing the dimensions of refractory single crystals was grounded. The recommendations were worked out allowing the further updating the plasma-induction technology. 9 Ref., 5 Figures.

Key words: *plasma-induction method; large single-crystals, refractory metals; increase of productivity; economic efficiency of process*

Поступила 27.05.2015

ЗАПОРОЖСТАЛЬ НЕ СНИЖАЕТ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА



В августе 2015 г. на комбинате Запорожсталь (г. Запорожье, Украина) выплавка чугуна увеличилась на 9,3 % (к уровню аналогичного месяца прошлого года) до 326,3 тыс. т, стали — на 8 % до 350,1 тыс. т, выпуск стального проката — на 13,1 % до 291 тыс. т.

За восемь месяцев нынешнего года Запорожсталь нарастила производство чугуна на 10 % до 2,434 млн. т, стали — на 1,3 % до 2,625 млн. т, стального проката — на 1,4 % до 2,252 млн. т.

<http://www.metallinfo.ru/ru/news>