



The peculiarities of technology of continuous casting of ingots of machine- and machine tool building are shown. At development of technology it is necessary to subject the nomenclature of ingots to analysis in order to reveal expediency of their production by means of continuous casting.

Е. Б. ДЕМЧЕНКО, БНТУ, Е. И. МАРУКОВИЧ, ИТМ НАН Беларуси

УДК 621.74.047

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК МАШИНО- И СТАНКОСТРОЕНИЯ

Преимущества способов вертикального и горизонтального непрерывного литья по сравнению с традиционными способами определяют возможности их широкого применения для получения литых заготовок [1]. Однако использование ограничивается номенклатурой заготовок, не имеющих постоянства наружной конфигурации и размеров сечения по длине. Дополнительными ограничениями для каждого из способов литья являются:

- для вертикального литья толщина стенок заготовок ограничена размерами до 0,008–0,015 м; максимальная длина заготовки определяется рабочим ходом установки;
- для горизонтального литья имеют место постоянство по длине конфигурации и размеров внутреннего сечения при получении полых заготовок и невозможность получения заготовок коробчатого сечения, ограниченность размеров сечения заготовок размерами выпускаемых графитовых блоков.

При оценке возможностей использования способов непрерывного литья необходимо иметь в виду, что потребность в непрерывнолитых заготовках может значительно возрасти, если при разработке оборудования эти ограничения будут сняты, например, за счет разработки упрощенных конструкций заготовок, переводимых на производство непрерывными способами [2].

Использование тех или иных способов получения литых заготовок во всех случаях должно определяться за счет сравнения технико-экономических показателей при учете изменения эксплуатационных характеристик изготавливаемых из заготовок деталей. Поэтому при разработке технологии необходимо подвергать анализу номенклатуру заготовок с целью выявления целесообразности их получения методами непрерывного литья.

Классифицировать номенклатуру заготовок различного профиля по группам сложности мож-

но следующим образом (рис. 1). Заготовки I–III групп целесообразно отливать на установках горизонтального типа с не обогреваемыми металлоприемниками и комбинированными кристаллизаторами, если месячная потребность в них составляет не менее 80–100 м и может быть обеспечена за один цикл работы графитового вкладыша кристаллизатора. При меньшей потребности и длине деталей менее 2 м заготовки экономичнее отливать на установках вертикального типа с металлическими или комбинированными кристаллизаторами.

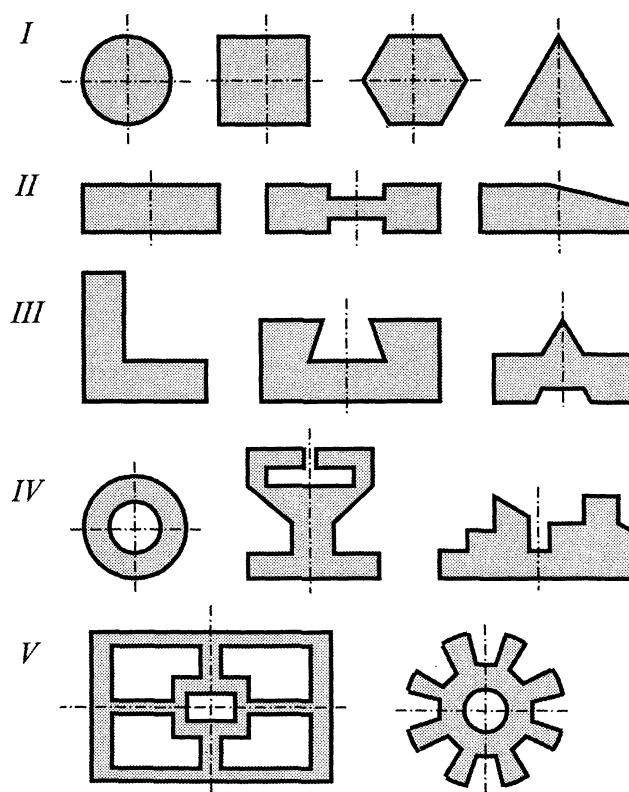


Рис. 1. Группы сложности профилей отливок

Для получения заготовок II–IV групп сложности при толщине стенок менее 0,02 м нужно использовать способ горизонтального литья на установках с обогреваемым металлоприемником. Цилиндрические полые и полые мерные заготовки целесообразнее отливать на установках вертикального типа с открытым и закрытым уровнем с использованием разрушаемых стержней. Этот способ рекомендуется для получения заготовок V группы сложности, включая заготовки станин металлорежущих станков, а также мерных сплошных заготовок I–II групп сложности.

Значительные возможности по расширению номенклатуры непрерывнолитых заготовок открывают методы вертикального непрерывного

литья с открытым и закрытым уровнем с использованием разрушаемых песчаных стержней (рис. 2) [3]. С их помощью на установках полунепрерывного и непрерывного типа получены мерные полые цилиндрические заготовки типа втулок и колец (рис. 3, а, б), сложные профили замкнутого сечения (рис. 3, в), заготовки переменного сечения типа сепараторов подшипников и шестерен (рис. 3, д) [4, 5]. Кроме того, применение сборных металлических, комбинированных или составных с графитовыми втулками или накладками кристаллизаторов [6], размеры которых могут изменяться в широких пределах, также снижает ограничения на размеры сечения и конфигурацию отливок.

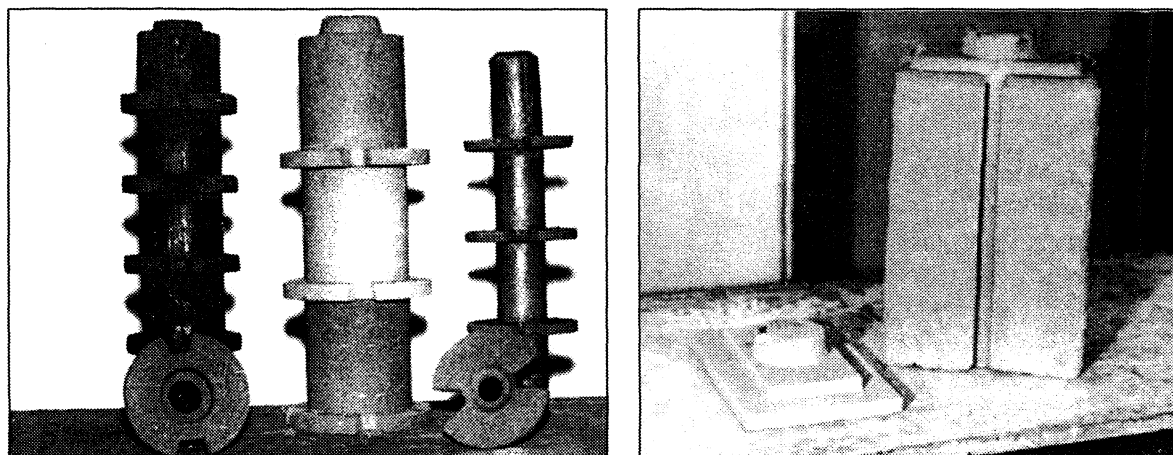


Рис. 2. Стержни для получения внутренних полостей в отливке при вертикальном непрерывном литье

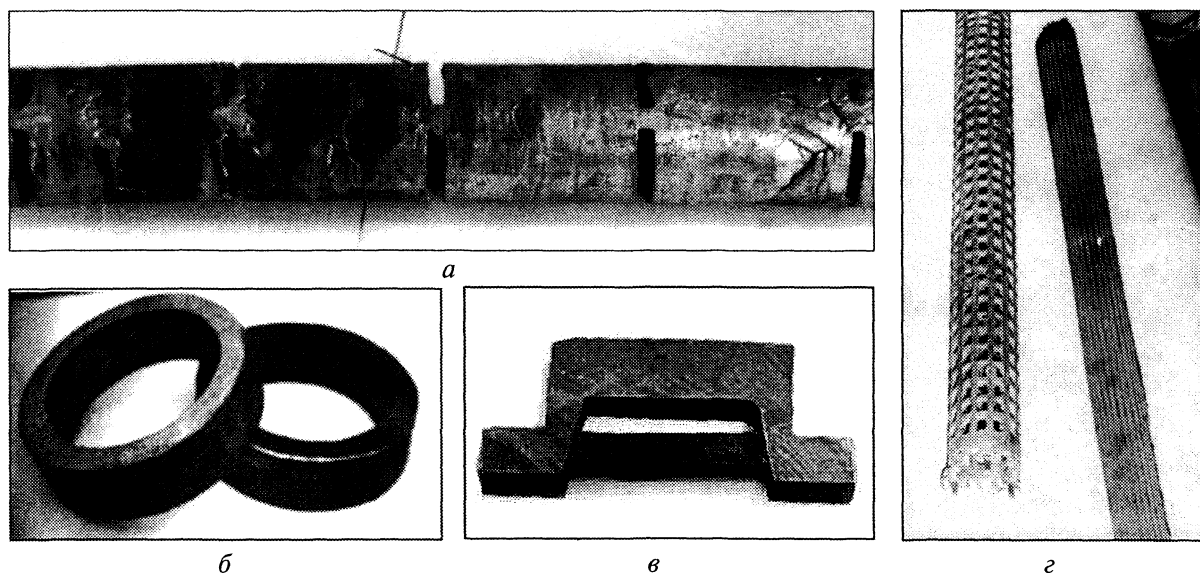


Рис. 3. Заготовки, полученные вертикальным непрерывным литьем

Примером совместной работы технологов и литейщиков по изменению конструкции заготовок для их перевода на изготовление методом вертикального непрерывного литья с разрушаемым стержнем является разработка технологии полунепрерывного литья станины балансировоч-

ного станка (рис. 4, а) [7]. В результате изменения конструкции с внешней поверхности станины удалили поперечные бурты, а с боковых сторон — карманы для крепления станины к фундаменту. Карманы заменили окнами соответствующих размеров и закрыли днище станины (рис. 4, б). В

результате получили заготовку (рис. 4, *в*), вполне пригодную для использования в качестве основной детали станка.

Также в порядке эксперимента были отлиты заготовки коробчатого сечения с повышенной жесткостью, представляющие собой коробку в коробке, соединенные между собой ребрами

(рис. 5, *а*, *б*) [8]. Принципиально возможно получение такой же заготовки, только цилиндрической формы с продольными или поперечными наружными или внутренними ребрами. Такие заготовки практически невозможно или очень трудно получать обычными методами литья.

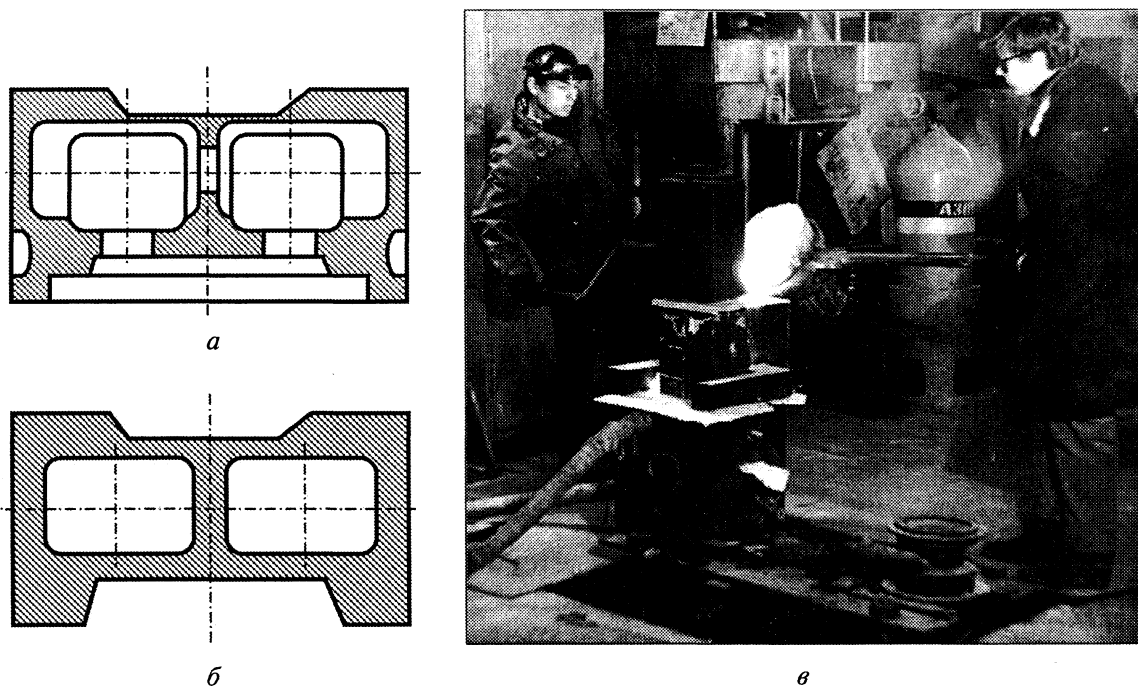


Рис. 4. Конструкция станины балансировочного станка (*а*); измененная конструкция (*б*) и рабочий момент (*в*) заливки станины

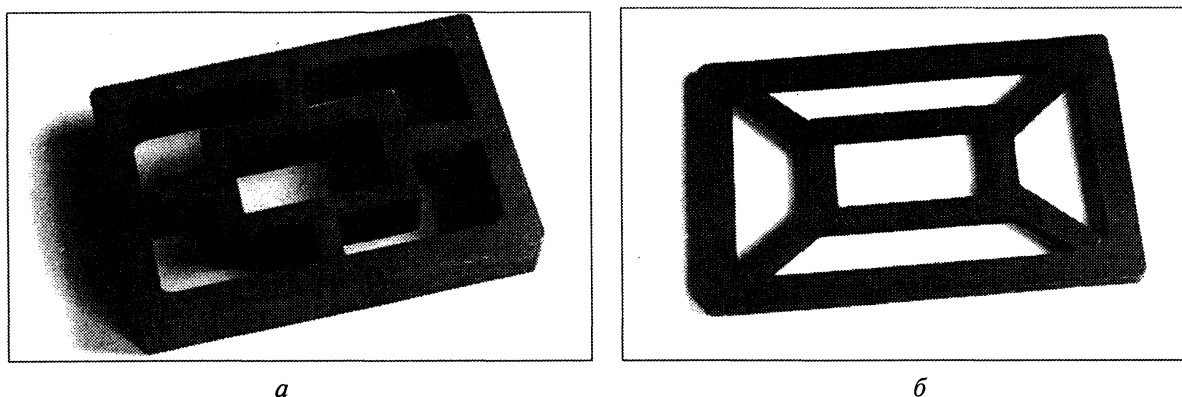


Рис. 5. Отливки коробчатого сечения с повышенной жесткостью

Следует отметить, что к технологии изготовления песчаных стержней предъявляются особые требования по точности размеров, прочности и осыпаемости материала. Необходимы также низкая газотворная способность при высокой газопроницаемости. Поэтому для изготовления стержней, предназначенных для получения отливок типа втулок, применяли технологию с горячим отверждением, а для отливок коробчатого сечения — технологию ХТС [3]. Перспективным является использование смесей со связующими на основе

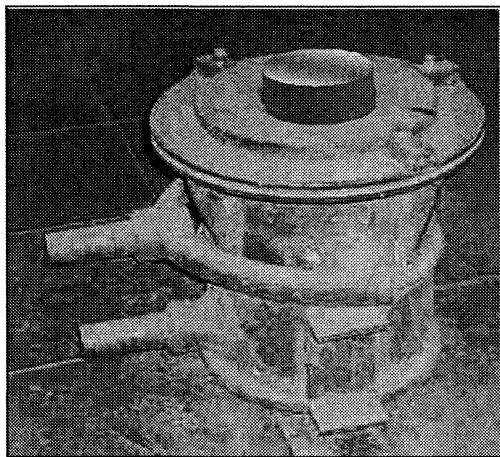
жидкого стекла, модифицированного водорастворимыми солями минеральных кислот с отверждением продувкой CO_2 . Такие смеси имеют высокую прочность и газопроницаемость.

При изменении конструкции заготовок следует уделять внимание назначению припусков на механическую обработку. Как правило, их величина в 1,5–3,0 раза меньше, чем при литье в песчаные формы. При этом не исключается возможность варьирования размерами припусков в случае необходимости. Так, при получении гори-

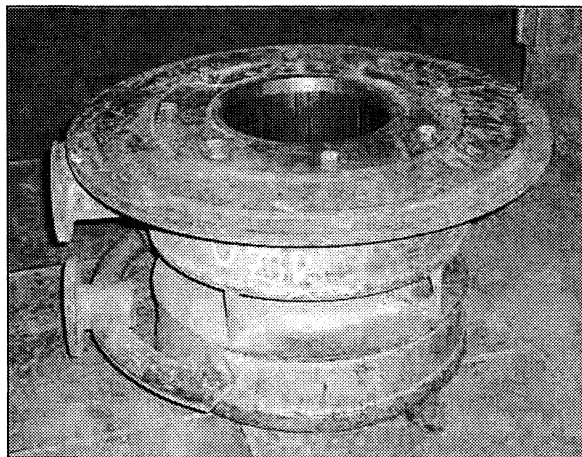
зона кристаллизатора и назначали на них несколько большие припуски, чем на другие поверхности. Такой прием позволил полностью удалить слой с междендритным графитом при механической обработке отливки.

Главным элементом технологической оснастки является кристаллизатор, выполняющий роль формообразователя и в значительной степени определяющий стабильность процесса литья и качество заготовок. При вертикальном непрерывном литье применяли кристаллизаторы проходного сечения, повторяющего с учетом усадки,

конфигурацию сечения заготовки (рис. 6) [9]. Комбинированные кристаллизаторы с графитовыми втулками (рис. 6, а), как правило, имели постоянное по длине сечение. Металлические кристаллизаторы (рис. 6, б) выполняли расширяющимся в направлении движения отливки. Величину конусности рассчитывали исходя из конфигурации и размеров сечения, но назначали не более $4-6^\circ$. Для предотвращения развития разнотолщинности отливок весьма эффективным оказалось применение метода профилирования рабочей поверхности втулки кристаллизатора [3]. Для этого на поверхности втулки изготавливали пазы прямоугольной формы с шагом $(3-10) \cdot 10^{-3}$ м, направленные вдоль центральной оси отливки (рис. 6, б).



а



б

Рис. 6. Кристаллизаторы с графитовой (а) и металлической (б) рабочими втулками

Для получения заготовок горизонтальным непрерывным литьем в графитовые кристаллизаторы (рис. 7) [3], нашедшие наиболее широкое распространение, необходимо разрабатывать конструкции деталей проходного сечения с минимальным отношением периметра к площади сечения, избегать по возможности проектирования внутренних углов, тонких ребер, исключать отверстия и отдельные выступы, предусматривать возможность получения коротких заготовок разрезкой отливок на мерные части.

Важным этапом разработки технологии непрерывного литья является выбор плавильного агрегата, технологии плавки и способов передачи расплава к кристаллизаторам литейных установок. Непрерывное литье заготовок ответственного назначения требует расплав постоянного химического состава и температуры. Так, оптимальным промышленным вариантом технологии плавки для непрерывного литья чугуна является дулекс-процесс с индукционными тигельными печами и миксерным агрегатом [10]. При этом используются дешевые шихтовые материалы (скрап, стружка, отходы литья и обработки давлением), обеспечивается постоянство состава и температуры

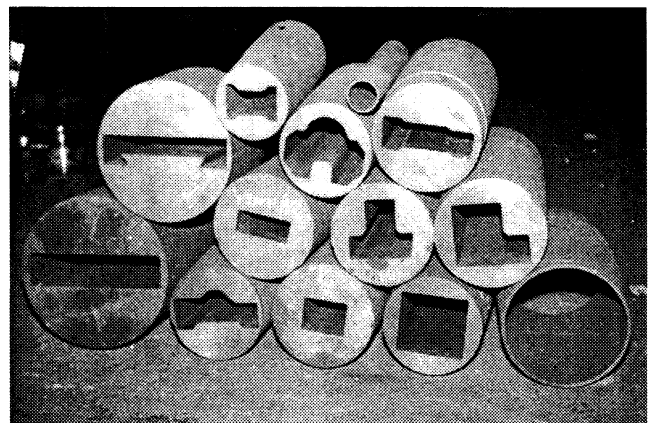


Рис. 7. Графитовые втулки комбинированных кристаллизаторов

чугуна в миксерном агрегате и возможность получения отливок как из серого, так и легированного и высокопрочного чугунов. Стабилизации металлургических параметров процесса литья может способствовать использование магнетодинамических насосов или дозаторов. Они предназначены для дозированной подачи чугуна в металлоприемники и кристаллизаторы и обеспечивают уровень необходимой температуры.

При горизонтальном непрерывном литье часто используют большие металлоприемники емкостью до 1,5 т, которые облегчают раздачу крупных порций чугуна по линиям. Вместе с тем проведенные исследования [3, 10] показали, что уменьшение порций доливаемого в металлоприемник чугуна способствует стабилизации теплового режима металлоприемника и режима вытяжки заготовки, повышению производительности процесса. Поэтому при разработке технологии были спроектированы металлоприемники меньшей емкости с установкой над ними дозатора, предназначенного для постоянной доливки чугуна.

При вертикальном непрерывном литье необходимо обеспечивать точную центровку струи заливаемого расплава в зазор между кристаллизатором и стержнем. Для этого использовали специальные литниковые системы (рис. 8) [3] с переводом движения струи расплава из горизонтального в вертикальное положение (рис. 8, а), а также заливные стеллы с поворотом ковша вокруг носка (рис. 8, б). При полунепрерывном варианте заливной стеллы обслуживал несколько литейных установок, перемещаясь вдоль их фронта. Особенно четкой организации подачи расплава к установкам требуют установки непрерывного вертикального литья, не допускающие перерывов в подаче расплава.

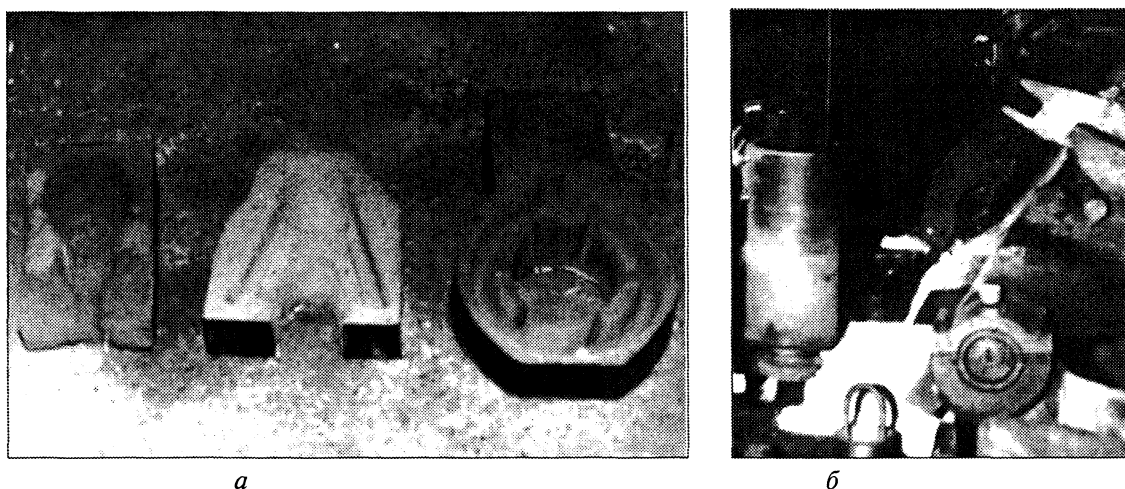


Рис. 8. Различные типы литниковых систем для вертикального непрерывного литья

При внедрении разработанных технологий также имели ввиду то обстоятельство, что, как и большинство других специальных способов литья, способы непрерывного литья требуют высокой организации и культуры производства, а также жесткого соблюдения условий технологических процессов.

Литература

1. Бровман М.Я. О перспективах развития непрерывного литья металлов и сплавов // НМ-Оборудование. 2004. №1. С. 49–56.
2. Тутов В.И., Демченко Е.Б., Крутилин А.Н., Филанович И.К. Технологический процесс непрерывного литья с использованием разрушаемых стержней // Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. Одесса, 1989. С. 84–85.
3. Непрерывное литье заготовок из чугуна для машино- и станкостроения / Е.Б. Демченко, Е.И. Марукович. Мн.: БНТУ, 2006.
4. Получение заготовок гильз цилиндров методом вертикального непрерывного литья / И.В. Земсков, Е.Б. Демченко, В.Д. Тульев // Металлургия. Мн.: Выш. шк., 1983. Вып. 17. С. 26–28.
5. Метод получения индивидуальной отливки поршневого кольца / В.И. Тутов, Е.Б. Демченко, Г.И. Столярова и др. // Металлургия. Мн.: Выш. шк., 1978. Вып. 12. С. 45–47.
6. Влияние технологических параметров на процесс теплопередачи в кристаллизаторе при вертикальном непрерывном литье чугуна / Е.Б. Демченко, А.А. Оффенгенден, В.И. Тутов, В.А. Гринберг // Повышение качества непрерывнолитых заготовок и эффективности процесса. Могилев, 1990. С. 51–52.
7. Установка для полунепрерывного литья машиностроительных заготовок / В.И. Тутов, В.А. Гринберг, Г.И. Столярова, Е.Б. Демченко // Непрерывное литье машиностроительных заготовок. Каунас: Пяргалс, 1980. Вып. 1. С. 46–51.
8. Устройство для получения фасонных отливок: А.с. 763035 СССР: МКИ⁴ В22Д 11/08.
9. Кристаллизатор установки непрерывного литья заготовок: А.с. 1518077 СССР: МКИ⁴ В22Д 11/12.
10. Анализ существующих конструкций и разработка линии горизонтального непрерывного литья специального назначения / В.А. Гринберг, Е.Б. Демченко, И.В. Земсков и др. Мн., 1989.