

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫХ ВАКУУМНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ РАЗЛИВКИ В ВАКУУМЕ

А. И. СЛОСМАН

(Представлена профессором доктором А. Н. Добровидовым)

Переплавление металлов и сплавов в вакууме является в настоящее время одним из самых совершенных и надежных способов повышения их качества. Большой теоретический и практический интерес представляет в настоящее время почти не применяемая центробежная разливка в вакууме. Этот способ получения отливок позволяет объединить достоинства вакуумного переплава (получение металла, строго заданного состава, чистого по газам и неметаллическим включениям, с высокими механическими и физическими свойствами и т. д.) с преимуществами центробежной разливки (получение плотной отливки с хорошей структурой и чистой поверхностью) [1]. Интересным, в частности, является исследование целесообразности применения этого метода для получения литого режущего инструмента из быстрорежущих сталей, отливок деталей из штамповых, шарикоподшипниковых сталей, из сплавов с особыми физическими свойствами и др.

Опытные плавки можно осуществить в вакуумной индукционной печи небольшой емкости (3—7 кг). Применение печей большой емкости для предварительных плавки приводит к нерациональному расходу большого количества дорогостоящих дефицитных металлов (Ni, Co, W, Ti и т. д.). Плавка в таких печах небольшого количества металла также нерациональна, так как при этом сильно увеличивается время плавки, что отрицательно влияет на качество выплавленного металла. Поэтому целесообразным является переделка имеющихся вакуумных печей для плавки и разливки небольшого количества металла.

Для исследования центробежной разливки в вакууме мы использовали полупромышленную индукционную вакуумную печь типа ИВ-52 с тиглем емкостью 60 кг. Печь была реконструирована: был рассчитан и навит новый индуктор (расчет производился на плавку шихты весом 6 кг), а также был изготовлен и вмонтирован в печь центробежный механизм для разливки металла во вращающийся кокиль.

Расчет индуктора заключался в определении его диаметра, высоты и числа витков. Эти величины рассчитывались из условия, что для нормальной работы установки, индуктивность нового индуктора должна быть близкой к индуктивности заводского индуктора.

При расчете индукторов с тиглями емкостью до 1 литра диаметр и высота индуктора определяются по формулам:

$$d_{\text{и}} = \sqrt[3]{\frac{4G}{\pi\gamma} \left(\frac{d_{\text{т}}}{h_{\text{т}}} \right)}; \quad d_{\text{и}} = d_{\text{т}} + 2\delta; \quad h_{\text{и}} = h_{\text{т}} \cdot (1,1 \text{ -- } 1,3),$$

где $d_{\text{и}}$ — диаметр индуктора,
 $d_{\text{т}}$ — диаметр тигля,
 δ — толщина стенок тигля,
 G — вес плавки,
 γ — плотность металла,
 $h_{\text{т}}$ — высота тигля,
 $h_{\text{и}}$ — высота индуктора.

δ принимаем 4 — 5 см; $\frac{d_{\text{т}}}{h_{\text{т}}}$ принимаем 0,5.

Число витков ω определяем из равенства индуктивностей изготовляемого и заводского индукторов: $L = L_{\text{зав}}$.

$$L = \frac{\mu\pi (d_{\text{и}}^2 - d_{\text{т}}^2) \omega}{4h_{\text{и}}}; \quad \text{отсюда } \omega = \omega' \sqrt{\frac{(D_{\text{и}}^2 - D_{\text{т}}^2) h_{\text{и}}}{(d_{\text{и}}^2 - d_{\text{т}}^2) H_{\text{и}}}},$$

где ω' — число витков заводского индуктора,
 $D_{\text{и}}$ — диаметр заводского индуктора,
 $H_{\text{и}}$ — высота заводского индуктора,
 $D_{\text{т}}$ — диаметр заводского тигля [2].

По результатам расчета был изготовлен индуктор следующих размеров: $h_{\text{и}} = 180$ мм, $d_{\text{и}} = 340$ мм, $\omega = 18$ витков.

Индуктор сделан из медной трубки диаметром 16 мм с толщиной стенок 1 мм. Витки для предотвращения замыкания между ними были покрыты теплостойким лаком и липкой стеклолентой. Для защиты изоляции и во избежание просыпания материала тигля между витками при набивке, индуктор изнутри обмазали огнеупорной глиной.

В качестве материала для набивки тигля применяли хромомagnesит, магнезит, корунд. Наиболее целесообразным при исследовании быстрорежущей стали признано изготовление тиглей из электрокорунда, так как они показали максимальную стойкость. Реакция взаимодействия жидкого металла с материалом тигля при выдержке до 20 минут и при вакууме, которым мы пользовались, не получает существенного развития, поэтому загрязнения металла продуктами реакции практически не происходит.

Тигель набивался и спекался вокруг точеного графитового шаблона. Состав набиваемой смеси:

электрокорунд, зерно	100 —	65 %,
электрокорунд, зерно	24 —	25 %,
электрокорунд, зерно	12 —	7 %,
борная кислота		— 1—2 %,
вода		— 1—2 %.

Борная кислота добавлялась для улучшения спекаемости смеси. Для облегчения утрямбовки смеси она слегка увлажнялась. Воротник тигля формовался вручную из этой же смеси с добавкой 30% огнеупорной глины. Шаблон медленно нагревался с помощью индуктора. Через несколько часов температура шаблона становилась близкой к температуре плавления окиси алюминия (около 2000°); тогда его осторожно вынимали, а спекшийся тигель для уменьшения скорости охлаждения накрывали листом асбеста.

Конструкция печи позволяет наклонять индуктор с тиглем при разливке только на 67° . Поэтому для полного выливания жидкого металла из тигля его внутренние стенки должны образовывать с вертикальной осью угол не менее 23° . При заводском индукторе, рассчитанном на работу с тиглем емкостью 60 кг, это можно осуществить за счет конусности шаблона. При новом индукторе такой способ вызвал бы опасное уменьшение толщины верхней части стенок тигля. Поэтому пришлось индуктор расположить не вертикально, а под углом примерно 20° к вертикальной оси. Это несколько затруднило набивку тигля, но обеспечило полное выливание жидкого металла при разливке.

Центробоенная разливка осуществлялась с помощью специального механизма, расположенного в горловине печи. Механизм состоит из мотора постоянного тока мощностью 300 ватт, вала, на котором укреплен планшайба для установки кокиля, и каркаса. Так как механизм работает в вертикальном и наклонном положениях, то вал устанавливается на упорном и радиальном подшипниках. Корпус, в котором находятся

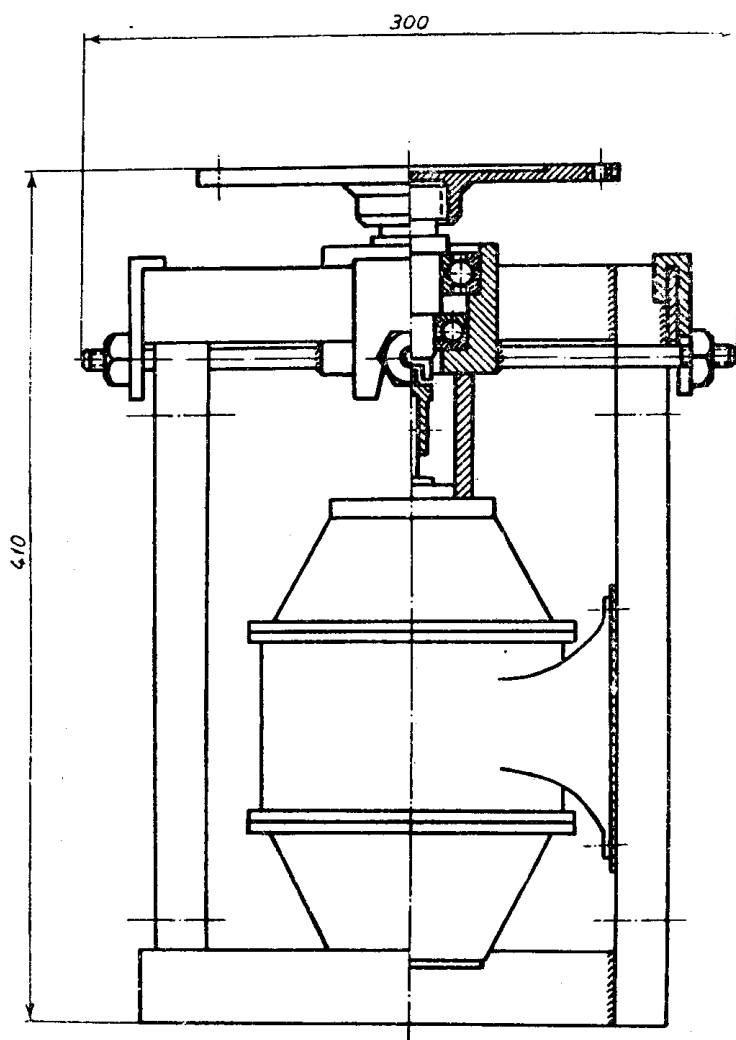


Рис. 1.

подшипники вала, и мотор жестко крепятся к каркасу, и весь механизм крепится в горловине печи с помощью распорных винтов, имеющих в каркасе (на рис. 1 показаны только оси этих винтов). В корпусе горловины просверлены два отверстия, в которые вставлены контакты для

подведения постоянного тока к мотору. Герметичность контактов обеспечивается с помощью специального уплотнения. Ток подается к мотору от умформера через реостат, с помощью которого регулируется число оборотов, и амперметр, по которому контролируется работа мотора, т. к. в процессе разливки непосредственное наблюдение за работой механизма невозможно. Скорость вращения кокиля регулировалась с помощью реостата от 150 до 900 об/мин.

К планшайбе болтами М8 крепятся кокили. На рис. 2 показан один из кокилей, применявшихся для изучения центробежной разливки в вакууме быстрорежущей стали. Кокиль сделан из малоуглеродистой стали. На дне его выточено углубление, куда помещалась керамическая вставка. Это сделано для предотвращения пригорания отливки к кокилю в месте, куда при разливке попадает струя металла. Внутренняя поверхность кокиля покрывалась тонким слоем смеси из 80% окиси циркония и 20% огнеупорной глины. Покрытие осуществлялось путем обрызгивания нагретого кокиля из пульверизатора смесью, взмученной в воде. Кроме того, внутренняя поверхность покрывается сажей. В результате такой обработки кокиля отливки получались с хорошей поверхностью.

Вакуум в печи создавался механическим насосом ВН-4 и был порядка 10^{-1} мм рт. ст. Измерение остаточного давления производилось термомпарным вакууметром ВТ-2. Температура жидкого металла определялась оптическим пирометром ОПИИР-09. Для возможности изменения давления в печи во время плавки и разливки она соединялась с баллоном аргона.

Таким образом, установка позволяет изучать влияние остаточного давления в печи, натекания, температуры, числа оборотов кокиля и других условий при выплавке и разливке в вакууме, на структуру и свойства различных сталей и сплавов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Г. Любецкий. Производство стали и отливок в вакууме. Машгиз, 1959.
2. А. В. Донской, Г. С. Рамм, Ю. Б. Вигдорович. Высокочастотные электротермические установки с ламповыми генераторами. Госэнергоиздат, 1957.

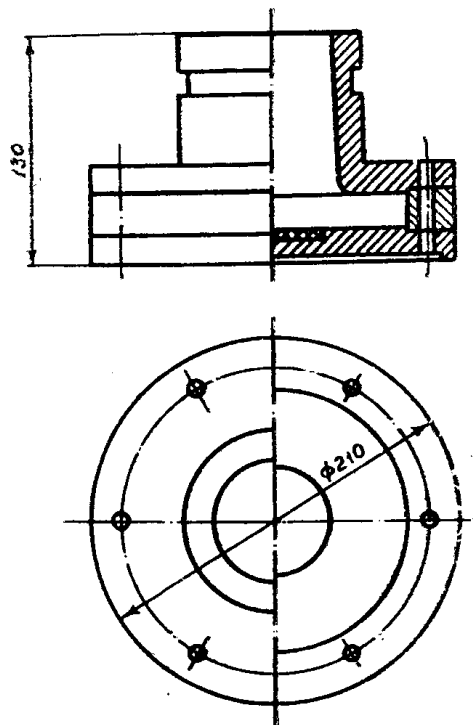


Рис. 2.