

## **Возможности электрошлаковых технологий для получения литых инструментальных заготовок**

Студенты гр. 104318 Степутенко А.А., Пархимович Д.В.  
Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Опыт применения литейных технологий при изготовлении литых заготовок из быстрорежущих сталей позволяет с уверенностью выделить ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами использования проката и поковок:

- возможность использования собственных отходов инструментального производства (стружка, вышедший из строя инструмент, немерные заготовки проката, металлоабразивный шлам);

- экономия металла за счет максимального уменьшения припусков под механическую обработку при использовании точных методов литья (до 90 %);

- повышение стойкости инструмента путем оптимизации химического состава, технологических факторов изготовления на всех этапах от плавки металла до заливки и термической обработки заготовок с максимальным учетом конкретных условий эксплуатации.

В технологии производства литого инструмента и оснастки могут быть задействованы различные методы получения металла:

- индукционный переплав (ИП);
- электрошлаковое кокильное литье (ЭКЛ);
- электрошлаковый переплав (ЭШП);
- электрошлаковый обогрев (ЭШО).

При выплавке металла в индукционных тигельных печах и установках ЭКЛ для получения фасонных инструментальных заготовок имеется возможность использования различных постоянных и разовых форм (металлических, графитовых, керамических и др).

Установки электрошлакового переплава применяются в основном для получения отливок цилиндрической и прямоугольной формы с использованием расходующих электродов (сварных, кованных или литых).

Механическое оборудование печи электрошлакового переплава (рисунок 1) включает кристаллизатор 2 с кареткой 5, поддон, устанавливаемый обычно на тележке 1, несущую конструкцию 5 для электрододержателя с расходующим электродом 4, каркас 6 и необходимые механизмы для передвижения расходующего электрода 7, кристаллизатора 8 и тележки поддона 9. Кроме этого, в комплект печи ЭШП могут входить различные вспомогательные технологические устройства (для заливки и удаления шлака, продувки газами или газопорошковыми смесями, создания инертной или контролируемой атмосферы, присадки легирующих материалов и раскислителей и т. д.).

Кристаллизатор в соответствии с назначением является основным и наиболее ответственным рабочим элементом печи ЭШП, конструкция которого в значительной мере определяет устойчивость процесса формирования слитка, его качество, технико-экономические показатели, надежность и взрывобезопасность работы печи ЭШП.

Кристаллизатор имеет внутреннюю рабочую стенку, формирующую слиток и называемую кокилем и необходимую систему охлаждения с подводящим (напорным) и отводящим (сливным) коллекторами и патрубками.

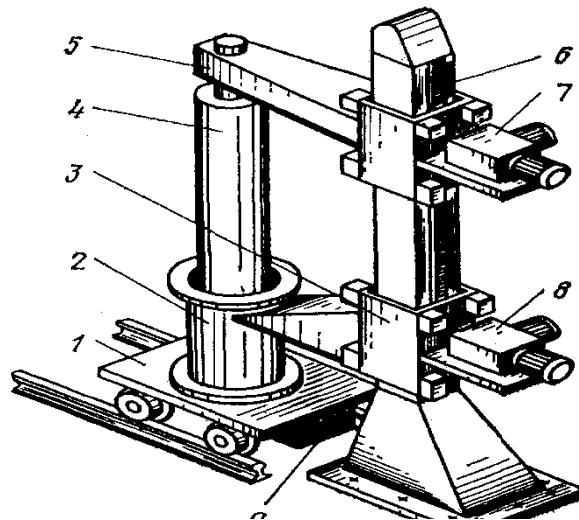


Рисунок 1 – Схема одноэлектродной печи ЭШП

По принципу формирования слитка различают кристаллизаторы-изложницы, короткие подвижные и комбинированные (для фасонных отливок).

Первый тип упрощает конструкцию печи ЭШП, поскольку слиток длиной  $L_c$  наплавляют в неподвижном кристаллизаторе. Для этого длина кокиля равна:

$$L_k = L_c + H_{шл} + \Delta l,$$

где  $\Delta l$  — конструктивный размер для размещения системы охлаждения.

Для получения отливок большей длины используются подвижные кристаллизаторы. В этом случае печи ЭШП оснащаются специальными механизмами перемещения.

Использование в конструкциях водоохлаждаемых кристаллизаторов материалов с высокой теплопроводностью (медь, хромистая бронза) обеспечивает высокую скорость кристаллизации металла, что способствует формированию его мелкозернистой структуры с относительно равномерным распределением первичных карбидов и высоких эксплуатационных свойств инструментального материала.

УДК 669.14.018.252

### **Модифицирование быстрорежущей стали Р6М5Л наноструктурированным диборидом титана**

Студенты гр. 104318 Ермак А.Н., Степутенко А.А.  
 Научные руководители – Рудницкий Ф.И., Николайчик Ю.А.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

В последние годы мировая наука предлагает различным отраслям промышленности, в том числе и металлургии, нанотехнологии и наноматериалы, что позволяет значительно повысить эксплуатационные свойства изделий.

Основываясь на результатах, полученных в предыдущих исследованиях, целью данной работы является попытка улучшения структуры и повышения эксплуатационных свойств быстрорежущих сталей путем введения в расплав наноструктурированного диборида титана. Титан выбран, как один из элементов, наиболее эффективно повышающих ударную вязкость