

по числу межпластиночных расстояний для всех микроструктур образца и вычисление истинного межпластиночного расстояния на базе значений функции  $H_P(d_{пл})$

В качестве объектов для обработки изображений с целью определения межпластиночного расстояния были использованы микроструктуры катанки перлитной стали с различной дисперсностью перлита диаметром 5,5 мм, получаемой на РУП «БМЗ» (Беларусь). Всего было исследовано четыре образца по двум плавкам, для каждого образца имелось по 9–10 фотографий, сделанных на микроскопе с увеличением 4000. Каждый из образцов соответствовал своим технологическим условиям и соответствующему номеру плавки. Для каждой из этих микроструктур, с помощью специально разработанной программы автоматизированной обработки микроструктур «АОМ-1» (разработка Белорусского национального технического университета, внедрена на РУП «БМЗ») [4], были рассчитаны функции плотности распределения  $H_P(d_{пл})$  и определены значения истинного межпластиночного расстояния (таблица).

Таблица – Значения истинных межпластиночных расстояний для образцов № 1–4

Метод	Значения $d_{пл}^{ист}$ образцов, мкм			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Традиционный (РУП «БМЗ»)	0,128	0,130	0,233	0,150
Предлагаемый	0,128	0,131	0,235	0,150

Как видно из таблицы, предлагаемый и традиционный методы позволяют получить достаточно близкие значения по межпластиночным расстояниям в перлите. Следует отметить, что традиционная методика требует для обработки одного образца (микроструктура обрабатывается частично) порядка 2–4 часов работы металловеда, в то время как предлагаемый метод обрабатывает всю фотографию микроструктуры за секунды.

#### Литература:

1. Чичко А.Н., Сачек О.А., Веденев А.В., Соболев В.Ф. О новых математических методах анализа микроструктур эвтектоидных колоний перлитных сталей // Литье и металлургия. – 2008. – № 4. – С. 104–112.
2. Салтыков, С.А. Стереометрическая металлография / С.А. Салтыков. – М.: Металлургия, 1970. – 376 с.
3. Ивадитов А.Н. Разработка и освоение технологии производства высококачественной катанки / А.Н. Ивадитов, А.А. Горбанев. – М.: Металлургия, 1989. – 255 с.
4. АОМ-1 : а.с. 085, 16.06.09 / А.Н. Чичко, О.А. Сачек, С.Г. Лихоузов, А.В. Веденев, Е.П. Барадынцева, В.Ф. Соболев); Белор. нац. техн. ун-т – № С20090028.

УДК 669.14.018.252

#### Способы получения жидкого металла при выплавке заготовок из инструментальных сталей

Студенты гр. 104316 Чумила С.А., Кондратюк П.Н.  
 Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Опыт применения литейных технологий при изготовлении литых заготовок из быстрорежущих и штамповых сталей позволяет с уверенностью выделить ряд

преимуществ по сравнению с традиционными методами использования проката и поковок:

- возможность использования отходов инструментального производства (стружки, вышедшего из строя инструмента, немерных заготовок проката);
- 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.

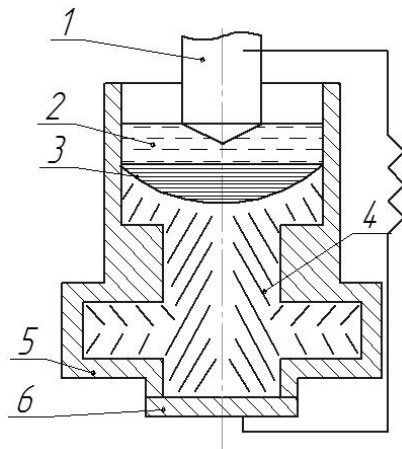
Для обеспечения надлежащего качества литой структуры весьма важным является выбор способа получения жидкого металла (тип плавильного оборудования), рациональный подход в осуществлении операций его легирования, раскисления и модифицирования.

В работе рассмотрены различные методы плавки стали: традиционная индукционная плавка и современные электрошлаковые технологии.

Для исследования качества металла индукционной плавки использовали печь типа ИСТ-006 с кислой футеровкой, питающейся от машинного преобразователя частоты МПП-52 и позволяющей получать до 60 кг стали. Заливку металла для получения заготовок требуемых размеров осуществляли в графитовые кокили.

Качество металла электрошлаковой плавки исследовали при использовании двух технологических схем электрошлакового литья (ЭШЛ).

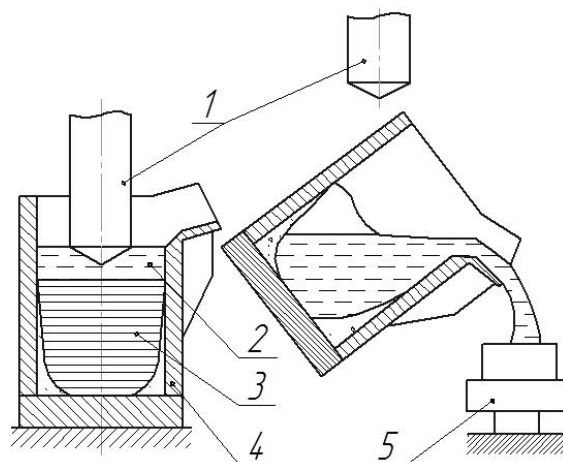
Первая (рисунок 1) состоит в том, что расходуемые электроды переплавляли непосредственно в кристаллизаторе, в котором формируется отливка требуемых размеров.



1 – электрод; 2 – шлаковая ванна; 3 – металлическая ванна; 4 – отливка; 5 – кристаллизатор; 6 – поддон.

Рисунок 1 - Схема ЭШЛ при выплавке в кристаллизаторе фасонной отливки

Вторая схема (рисунок 2) состоит в том, что при переплаве расходуемого электрода в специальной плавильной емкости (тигле) накапливали жидкий электрошлаковый металл и затем заливали его в графитовый кокиль. Этот способ носит название фасонного электрошлакового литья (ФЭЛ) и кокильного литья (ЭКЛ). В случае использования нерасходуемого (графитового) электрода в тигле возможен переплав мелкокусковых металлоотходов и стружки.



1 — расходуемый или нерасходуемый электрод; 2 — шлак; 3 — жидкий металл; 4 — емкость; 5 — литейная форма.

Рисунок 2 – Схема фасонного ЭШЛ с накоплением жидкого металла и заливкой его в литейную форму:

Использование методов электрошлакового переплава имеет ряд преимуществ, связанных с небольшим угаром основных легирующих элементов, высокой чистотой металла и плотностью отливок по сравнению с индукционной плавкой. Из электрошлаковых методов предпочтительным является ЭЖЛ. При его использовании помимо отсутствия проблем с использованием мелкокусковых шихтовых материалов значительно упрощается технология введения модифицирующих добавок в расплав, что существенно улучшает структуру и повышает физико-механические свойства литого металла.

УДК 621.74

### Отливки из высокопрочного чугуна

Студенты группы 104326: Синкевич А.В. Римша А.С.  
 Научный руководитель – Невар Н.Ф.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

В высокопрочном чугуне графит имеет шаровидную форму. Для получения графита шаровидной формы чугун модифицируют магнием или церием с последующим модифицированием ферросилицием. Высокопрочный чугун обозначается: ВЧ20, ВЧ50 и т.д. Буквы обозначают принадлежность к высокопрочным чугунам, первые цифры (две - три) показывают предел прочности при растяжении (кгс/мм<sup>2</sup>), вторые - относительное удлинение (%). Отличительной особенностью высокопрочного чугуна являются его высокие механические свойства: временное сопротивление 373...1180 МПа, относительное удлинение 2...17%, твердость HB137...360. Высокопрочный чугун широко используют взамен литых стальных заготовок (коленчатые валы двигателей, компрессоров и т.д.). Жидкотекучесть высокопрочного чугуна такая же, как и у серого чугуна при одном и том же химическом составе и прочих равных условиях, что позволяет получать отливки с толщиной стенок 3-4мм сложной конфигурации. Литейная усадка высокопрочного чугуна составляет 1.25 - 1.7 %. Это затрудняет изготовление отливок без усадочных дефектов. Отливки из этого чугуна преимущественно изготавливают в песчаных формах, литьем в кокиль, центробежным литьем и другими способами. Высокая усадка чугуна