

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЖИДКОТЕКУЧЕСТЬ ЧУГУНОВ ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ**

**Постановка проблемы.** Свойства чугуна при плавке и кристаллизации, образовании отливки в литейной форме находятся под влиянием большого числа факторов и зависят от их разнообразного взаимодействия, поэтому в общем случае невозможно разработать надежную технологию получения качественной отливки только на основе сведений о физических и физико-химических свойствах сплава и материала литейной формы. В связи с этим принято оценивать литейные свойства сплавов, которые непосредственно характеризуют их поведение в технологическом процессе при плавке и разливке, при затвердевании отливки.

С другой стороны разрабатывая состав сплава и выбирая легирующий комплекс, решая в первую очередь вопрос обеспечения рабочих свойств необходимо учитывать влияние легирующих элементов на литейные свойства и, прежде всего, на жидкотекучесть. Высокая жидкотекучесть чугуна определяет не только его способность заполнять форму и воспроизводить самые тонкие очертания, но также способствует хорошему питанию отливок и беспрепятственному удалению газов из металла, что уменьшает опасность получения пороков (усадочных и газовых раковин, пористости, горячих трещин и т.д.).

**Анализ публикаций по теме исследований.** Исследования А.А.Бочвара и др. [1, 2, 3, 4] доказали связь между жидкотекучестью сплава и его положением на диаграмме состояния. Общая закономерность, подтверждающаяся не только на цветных, но и на Fe—C-сплавах, заключается в том, что жидкотекучесть уменьшается с увеличением интервала затвердевания. В этих же и многих других исследованиях определены основные факторы влияющие на этот технологический параметр.

Жидкотекучесть определяется условиями теплообмена между металлом и формой. Изменение физических свойств жидкого чугуна,

его вязкости и поверхностного натяжения, оказывают значительно меньшее влияние на жидкотекучесть, чем условия теплопередачи. Большое значение имеют оксидные пленки или включения в чугуна, представляющие серьезные препятствия для течения металла.

С повышением температуры заливки увеличивается теплосодержание, а следовательно, и жидкотекучесть чугуна. Влияние этого фактора настолько велико, что температура заливки является главной переменной, изменением которой достигается необходимая жидкотекучесть чугуна для заполнения разных форм.

Также к основным факторам относится химический состав сплава. Отмечается, что жидкотекучесть чугуна возрастает с увеличением содержания кремния, фосфора и особенно углерода, достигая максимума в чугунах эвтектического состава. Фосфор улучшает жидкотекучесть чугуна, уменьшает его поверхностное натяжение и вязкость, образует легкоплавкую фосфидную эвтектику. Сера и марганец в отдельности слабо влияют на жидкотекучесть, но при наличии обоих этих элементов образуется сульфид марганца, сильно понижающий жидкотекучесть. Никель и медь слабо влияют на повышение жидкотекучести низколегированных чугунов, а хром, молибден и титан понижают ее. Сведения о влиянии легирующих элементов на жидкотекучесть чугуна, главным образом, ограничиваются качественной оценкой.

Существенное влияние оказывает и жидкое состояния чугуна. Так как его «наследственные» свойства определяются устойчивым содержанием газов и неметаллических включений, формой графита в исходных материалах, то естественно, что и жидкотекучесть чугуна определяется в известной мере происхождением шихтовых материалов.

Но эти данные нельзя рассматривать как постоянные. При изменении условий плавки изменяется и жидкотекучесть чугуна. Всякое увеличение количества газов и включений, и также укрупнение выделений графита в шихтовых материалах, уменьшают жидкотекучесть. По той же причине увеличение содержания стали в шихте уменьшает жидкотекучесть чугуна даже в том случае, когда состав металла (по обычному химическому анализу) остается без изменения.

Разработаны эмпирические зависимости, широкое применение которых часто заканчивалось неудачами, поскольку в литейной практике отсутствует надежная идентификация причин и вызванных ими последствий. Поэтому применение информационных технологий и систем может помочь решать многофакторные технологические задачи получения качественных отливок.

**Цель исследований.** Легирующие элементы, обеспечивающие высокий уровень прочности, устойчивость при высоких температурах или в агрессивных средах у сплавов, очень затрудняют получение из них отливок. Поэтому в настоящих исследованиях анализировали комплексное влияние экономного легирования хромом и температуры заливки на жидкотекучесть чугуна.

**Методика проведения эксперимента.** Жидкотекучесть чугуна определяли по спиральной пробе (рис. 1) с трапецевидным сечением площадью  $0,56 \text{ см}^2$ . После заливки измеряли длину заполнившейся части спирали (L), которая характеризует жидкотекучесть.

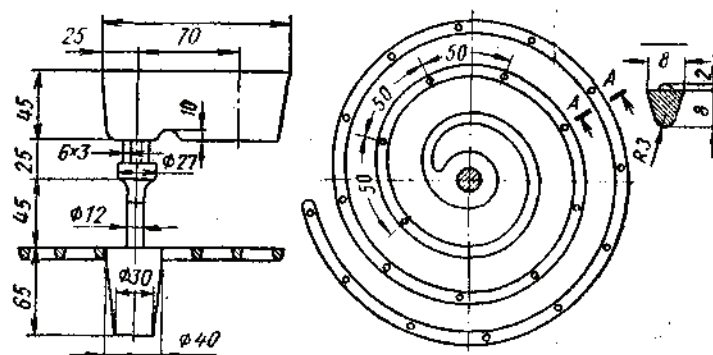


Рисунок 1 – Технологическая проба для определения жидкотекучести чугуна

**Основная часть.** Пробы заливали из чугунов с возрастающим содержанием хрома и при разных температурах заливки (табл.1, рис.2), каждый эксперимент повторяли не менее трех раз.

Хром принадлежит к числу наиболее сильнодействующих карбидообразующих элементов. Присутствие в чугуне его небольших количеств (свыше 1,17%, по массе) [5] приводит к заметному повышению содержания связанного углерода. Содержание хрома в чугуне оказывает влияние и на его литейные свойства. При содержании хрома в чугуне до 1,08% это влияние слабо выражено, и может не учитываться при проектировании технологии отливки деталей.

Таблица 1

## Результаты исследования жидкотекучести опытных чугунов

%, хрома	0,47	0,91	1,08	1,32	1,48	2,14	3,93	5,30
Температура заливки 1340 -1360 <sup>0</sup> С								
L, мм	700- 720	640- 670	640 - 660	470- 520	475- 520	425 - 470	350 - 390	230- 260
Температура заливки 1390 -1410 <sup>0</sup> С								
L, мм	790- 810	680- 700	670- 700	510- 540	510- 540	470- 490	370- 400	240- 400
Температура заливки 1430 -1450 <sup>0</sup> С								
L, мм	1000- 1100	950 - 1000	950- 1000	890- 980	850- 950	740- 800	450 - 550	370- 550

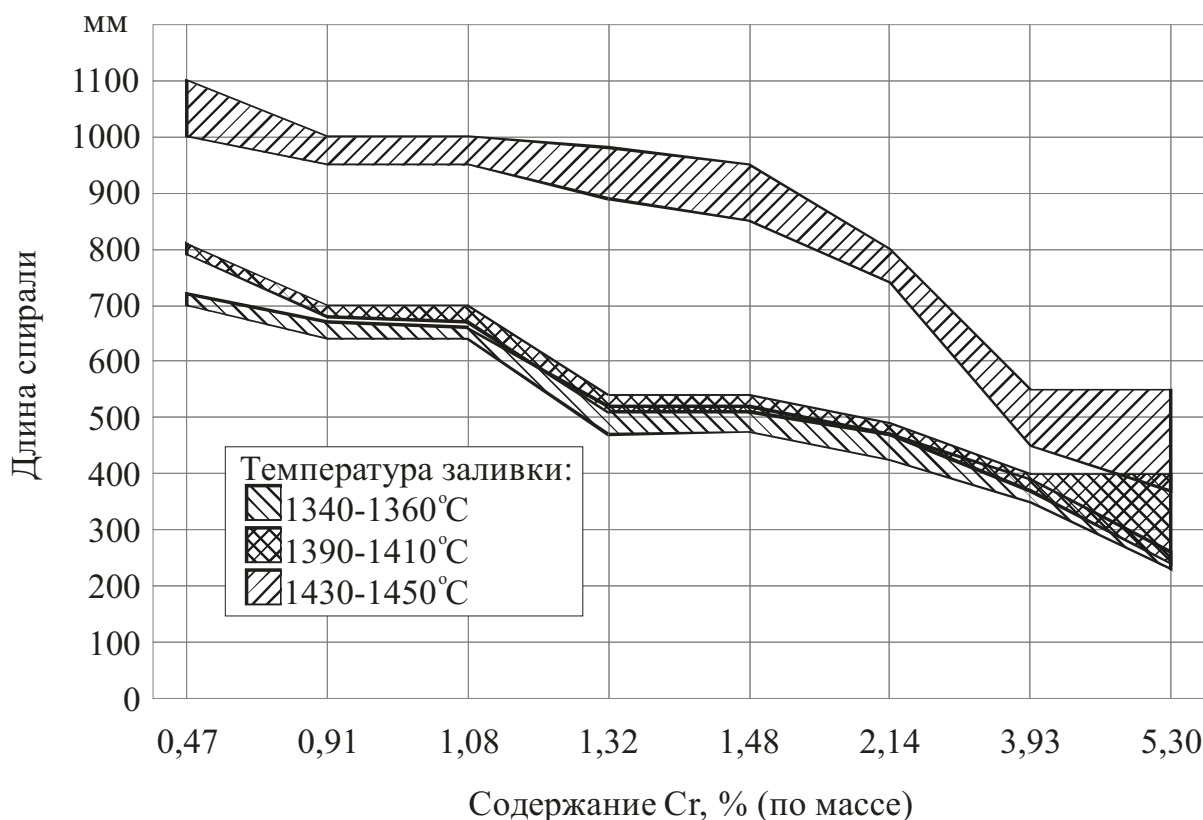


Рисунок 2 – Влияние легирования хромом и температуры заливки на жидкотекучесть опытных чугунов

Жидкотекучесть образцов белых чугунов (содержание хрома выше 1,08%), хотя и хуже, чем у серого чугуна, достаточна для получения тонкостенных отливок. При увеличении температуры заливки все экспериментальные чугуны имели хорошую жидкотекучесть, которая превышает этот показатель для углеродистой стали и лишь немного уступает жидкотекучести серого чугуна.

Это влияние хрома объясняется повышением температуры ликвидуса в легированном хромом чугуне и образованием оксидных пленок. Однако при малых концентрациях влияние этих элементов

на жидкотекучесть чугуна мало заметно. Возможно это также связано с относительно высоким содержанием кремния, который повышает жидкотекучесть чугунов.

В приведенных исследованиях из рассмотрения исключили влияние технологии формы. Жидкотекучесть чугуна определяется в значительной мере конструкцией отливки, сопротивлением формы и тепло-физическими константами ее материала. Очевидно, что факторы, повышающие сопротивление движению металла в форме и ускоряющие охлаждение, уменьшают время его течения и понижают жидкотекучесть.

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

Таким образом, жидкотекучесть чугуна является функцией многих переменных, характеризующих металл, форму и условия заливки. Ввиду сложности этой зависимости, она не поддается пока точному математическому расчету. Поэтому для каждой отливки в данных условиях приходится подбирать состав чугуна, температуру заливки и конструкцию литниковой системы для обеспечения заполнения формы. Применение информационных технологий и методов математической статистики может помочь решить многофакторные технологические задачи получения качественных отливок.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гуляев Б.Б. Физико-химические основы синтеза сплавов. – Л.: Из-во Ленинградского университета. - 1980. - 192 с.
2. Чугун: Справ. изд./ Под ред. А.Д.Шермана и А.А.Жукова. М.: Металлургия, 1991. – 576 с.
3. Гиршович Н.Г. Чугунное литье. – М.: Металлургиздат. – 1949. – 562 с.
4. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. Структура и свойства. – М.: Металлургия, 1983. – 176 с.
5. Шаповалова О.М., Матвеева М.О. Влияние хрома на формирование графита в чугунах/ Ж. «Металловедение и термическая обработка металлов». – 2004. - № 4.- С.24-30.

Получено 18.03.2008 г.