

Г.А. КАРАПЕТЯН

ГОРЯЧЕЛОМКОСТЬ МАЛОЛЕГИРОВАННЫХ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

Изложены результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью повышения трещиностойкости медных сплавов. Максимальное количество легирующих элементов достигает 1,0%. Намечены рациональные пределы концентраций легирующих добавок, наиболее эффективно влияющих на горячеломкость медных сплавов.

Ключевые слова: горячеломкость, трещина, усадка, трещиностойкость, легирующий элемент.

В электротехнике, кабельном производстве, металлургии и других отраслях народного хозяйства Республики Армения для изготовления изделий из электро- и теплопроводной меди применяют сплавы меди, легированные небольшими добавками различных элементов. Подбор легирующих элементов для малолегированной меди основан на их способности повышать физико-механические и литейные свойства без существенного снижения основного свойства чистой меди – электро- и теплопроводности. При изготовлении качественных литых заготовок существенное значение имеют литейные свойства: жидкотекучесть, усадка, горячеломкость и др.

Целью настоящей работы является выбор малых легирующих добавок для снижения горячеломкости или повышения трещиностойкости медных сплавов.

Среди недостатков, присущих большинству сплавов на медной основе, является склонность их к горячеломкости, что приводит к образованию в отливках кристаллизационных или горячих трещин, которые возникают всегда в температурном интервале $t_{н.л.у.} - t_{сол.}$, когда прочность и пластические свойства сплава очень низкие. Развитие трещины может происходить и после полного затвердевания поверхностной корки, т.е. после охлаждения ее ниже температуры солидуса. Горячие трещины имеют сильно окисленные изломы, которые проходят по границам зерен извилистым путем, а также резко различную ширину в разных точках своей длины и располагаются в участках отливки, затвердевающих в последнюю очередь, или вблизи этих участков.

Сплавы с большим температурным интервалом кристаллизации, при прочих равных условиях, более склонны к образованию горячих трещин, чем сплавы с малым интервалом кристаллизации или эвтектические сплавы и чистые металлы. Для преодоления склонности медных сплавов к горячеломкости, помимо корректировки состава, широко используются приемы регулирования температурно-скоростных режимов заливки и охлаждения сплавов в литейных формах.

Для улучшения трещиностойкости сплава необходимо так изменить содержание легирующих компонентов в допустимых пределах, чтобы получить благоприятный характер кристаллизаций сплава.

Определение склонности сплава к образованию горячих трещин при затрудненной усадке производили с помощью технологических проб, т.е. применяли кокиль для отливки кольцевой пробы (рис.1).

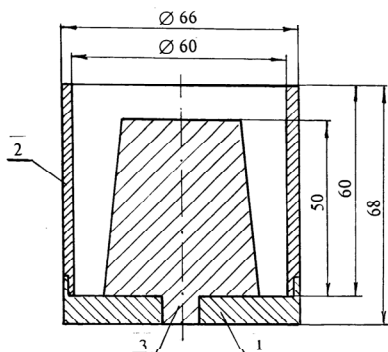


Рис. 1. Кокиль для кольцевой пробы:
1 – стальная подставка;
2 – съемный стакан; 3 – стержень

Плавку сплавов проводили в графитовых тиглях в индукционной печи. Для предохранения от окисления и поглощения водорода плавку проводили под покровом древесного угля в количестве 2,5 (3,0 % от массы шихты. В качестве исходного материала применяли электролитическую медь марки М1, ГОСТ 859-78, а в качестве легирующих добавок – алюминий и кальций в количестве до 1,0 %. Легирующие элементы вводили в печь в виде лигатур.

Температуру расплава измеряли платино-платинородиевой термопарой со специальным корундовым наконечником. Температура заливки кокиля на 100 (С превышает точку ликвидуса. Показателем горячеломкости (ПГ) является отношение длины основной трещины к периметру радиального сечения кольца (в %). Длину и ширину трещины измеряли на инструментальном микроскопе при увеличении в 20 раз.

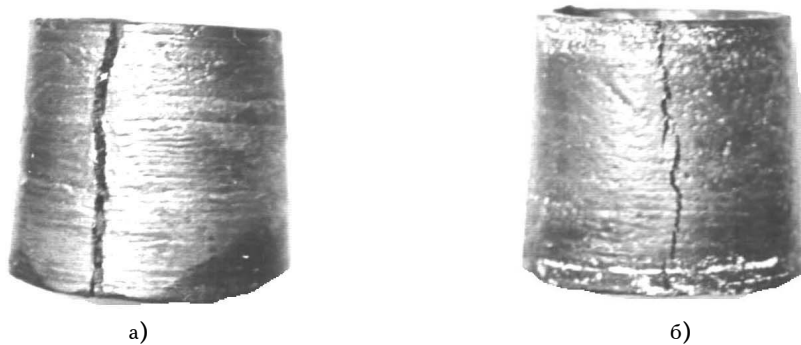


Рис. 2. Кольцевые отливки :
а - сплав Cu +0,8 % Al; б - сплав Cu + 0,3 % Ca

С целью получения сопоставимых результатов обеспечивали постоянство условий плавки, заливки и охлаждения отливки. Для каждого сплава испытывали на горячеломкость не менее трех образцов.

Как видно из графика (рис.3), горячеломкость меди, содержащей в своем составе до 1,0% алюминия, увеличивается. Это объясняется увеличением линейной усадки и уменьшением относительного удлинения в температурном интервале образования горячих трещин.

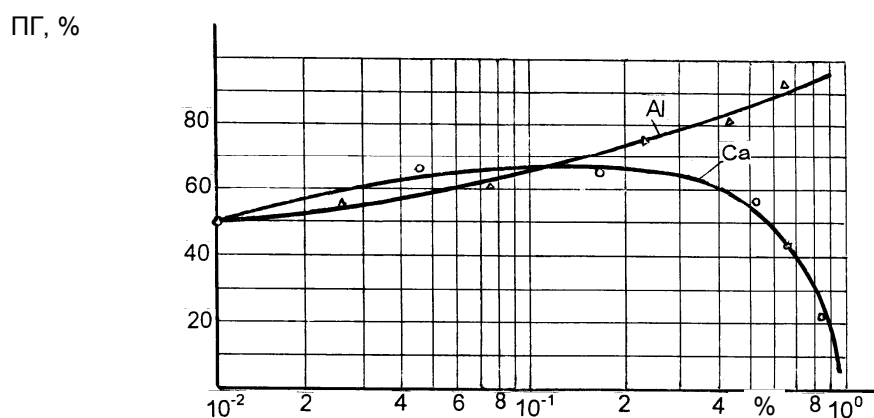


Рис.3. Зависимость горячеломкости от состава сплава

Горячеломкость сплавов Cu-Ca увеличивается с повышением содержания кальция до 0,2 % и заметно понижается при содержании кальция около 0,4%. Причем повышение объясняется выделением по границам зерен кристаллизующейся меди эвтектики Cu+CaCu₂ в виде пленок, которая снижает относительное удлинение и межзеренную прочность в температурном интервале образования горячих трещин, а снижение - увеличением количества эвтектики, которая способствует увеличению относительного удлинения и уменьшению линейной усадки.

Таким образом, наименьшей трещиностойкостью обладают сплавы Cu-Al, содержащие до 1,0 % алюминия. Из таких сплавов очень трудно получить отливку хорошего качества, так как даже незначительная затрудненная линейная усадка вызывает образование кристаллизационных трещин.

Следовательно, для повышения трещиностойкости малолегированных медных сплавов в качестве легирующих добавок целесообразно применять кальций в количестве 0,4 ... 1,0 % по массе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Куманин И.Б.** Вопросы теории литейных процессов.- М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
2. **Курдомов А.В., Пикунов М.В., Чурсин В.М.** Производство отливок из сплавов цветных металлов. – М.: Металлургия, 1986. – 416 с.
3. **Курдомов А.В., Пикунов М.В., Бахтияров Р.А.** Плавка и затвердевание сплавов цветных металлов. – М.: Металлургия, 1968. – 228 с.
4. Цветное литье / Под общ. ред. **Н.М. Галдина** – М.: Машиностроение, 1989. – 528 с.
5. **Чурсин В.М.** Плавка медных сплавов. – М.: Металлургия, 1982. – 152 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 20.02.2000.

ՀԱ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՍԱԿԱՎԱԼԵԳԻՐՎԱԾ ՊՂՆՁԻ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՇԻԿԱԲԵԿՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Շարադրված են պղնձի համաձուլվածքների ճաքակայունության բարձրացման նպատակով կատարված փորձնական հետազոտությունների արդյունքները: Լեգիրող տարրերի առավելագույն պարունակությունը հասնում է մինչև 1,0%: Հետազոտման արդյունքների հիման վրա ընտրվել է պղնձի համաձուլվածքների շիկաբեկունության վրա առավել արդյունավետ ազդող լեգիրող տարրերի պարունակության ռացիոնալ սահմանը:

H.A. KARAPETYAN

HEAT – BENDING PROPERTY OF THE DOPED COPPER ALLOYS

Experimental investigation results carried out to increase the crack resistance of copper alloys are stated. The maximum quantity of additive elements reaches up to 1,0 %. The rational limit of the additive concentrations most effectively influencing the heat-bending property of the copper alloys are planned.