



A brief description of the present situation in foundry production in the Ukraine is given. On the grounds of the analysis of the alloy structure of casting the ways to improve the cast alloys quality are suggested.

И. П. ВОЛЧОК, А. М. МУХИН, С. Г. РЯЗАНОВ,
А. Б. ЧЕРНЯК, Запорожский государственный технический университет

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ

УДК 669.018

Литейное производство Украины на сегодняшний день переживает глубокий кризис. По данным [1], удельный выпуск отливок на душу населения страны снизился с 102 кг/чел. (1-е место в мире) в 1990 г. до 17,8 кг/чел. в 1998 г. За этот же период выпуск отливок из цветных сплавов уменьшился в 5,8 раз и составил 25,6 тыс. т (2,8% от общего выпуска).

Анализ структуры литья по сплавам показывает явное отставание Украины в производстве прогрессивных сплавов: высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ЧШГ) и алюминиевых сплавов (табл. 1). Себестоимость ЧШГ незначительно превышает себестоимость самого дешевого литейного сплава — серого чугуна, в то же время благодаря достаточно высоким механическим свойствам он с успехом заменяет более дорогую сталь, доля которой в балансе литейных сплавов Украины в 2—4 раза выше аналогичного показателя для развитых стран.

Тенденция к увеличению доли цветных, в частности Al-сплавов, в общем объеме выпуска отливок вызвана прежде всего развитием автомобильной и авиационной индустрии. Недостаточное применение алюминиевых сплавов является причиной того, что отечественные машины и составляющие их детали тяжелее зарубежных аналогов на 20—25%. Для примера за последние 20 лет масса литых деталей в Германии сократилась на 30—40%, что достигалось за счет повышения точности литых заготовок и замены Fe—C-сплавов на алюминиевые. Среднее потребление алюминия и его сплавов

в легковых автомобилях Германии возросло от 35—40 до 100 кг. Это позволяет ежегодно экономить порядка 1 млрд л горючего. Автомобильные фирмы планируют в ближайшие два десятилетия довести массу алюминия в автомобиле до 20% [2]. Замена стали на алюминиевые сплавы позволила фирме "Nissan" снизить массу автомобиля на 45% [3].

В настоящее время сплавы цветных металлов получают двумя основными методами: из первичного рудного сырья в результате металлургического передела; из лома и отходов в результате повторного переплава.

По сравнению с добычей, обогащением и металлургической переработкой рудного сырья производство цветных металлов из лома и отходов имеет ряд преимуществ [4, 5]: низкие удельные капитальные вложения; высокая технологичность переработки, значительно меньший расход энергии, снижение потребления невозобновляемых ресурсов минерального сырья, уменьшение загрязнения окружающей среды.

По данным [6], на заготовку, первичную обработку и последующую металлургическую переработку вторичного металла, как правило, затрачивается в 6—8 раз меньше средств и в 6—10 раз меньше капитальных вложений (основных фондов), чем при получении эквивалентного количества и качества металла из минерального сырья. Как следствие, стоимость изделий из вторичных металлов существенно понижается, поскольку сырье и основные материалы определяют уровень себестоимости сплавов на 80—95% [7].

Таблица 1. Объемы и структура производства отливок в 1998 г. [1].

Вид сплава	В развитых странах, %	В Украине	
		тыс. т	%
Серый чугун	40—50	665,8	71,8
Высокопрочный чугун (ЧШГ)	25—38	12,0	1,3
Сталь	5—10	223,9	24,1
Al-сплавы	10—16	23,0	2,5
Прочие	2—5	2,6	0,3
Всего	100	927,3	100



Немаловажно и то, что для Украины, не располагающей необходимыми природными сырьевыми ресурсами, лом и отходы по существу единственные собственные источники получения сплавов цветных металлов.

Лом и отходы цветных металлов и сплавов образуются во всех отраслях хозяйства и отличаются огромным многообразием. Основными источниками образования отходов цветных металлов и сплавов являются цветная металлургия, литейное производство, производство кабельной продукции, механическая обработка полуфабрикатов и т. п. К источникам образования амортизационного лома относятся ликвидация основных средств, капитальные и текущие ремонты машин, оборудования, конструкций, а также бытовой лом.

Анализ литературных данных и опыт производства показали, что для обеспечения высокого качества вторичных сплавов на первом этапе следует очень тщательно организовать сбор и сортировку лома. На втором этапе для получения конкурентоспособных изделий из низкосортных шихтовых материалов необходимо применение эффективных технологий плавки и рафинирования.

Запорожское предприятие НПФ "Форум" является крупным переработчиком цветного лома на вторичные сплавы на основе алюминия и меди. На предприятии лом и отходы этих сплавов, как правило, поступают в беспорядочно смешанном виде и требуют сортировки. Сортировка же по критериям существующих стандартов не обеспечивает надежной однородности материала, поскольку в одну категорию по группе и сорту неизбежно попадают материалы, отличающиеся химическим составом. Это в свою очередь не позволяет получить стабильные состав и качество выплавляемого из такого сырья металла.

Применительно к конкретным условиям, базируясь на детальном анализе структуры амортизационного и бытового лома в регионе, разработаны классификаторы сортов лома алюминиевых и медных сплавов. В соответствии с классификаторами перерабатываемый материал дополнительно дифференцируется в пределах стандартного сорта на несколько подсортов с конкретизацией внешних признаков и характеристик лома. При этом учитываются вид и назначение изделий, из которых получен лом; цвет металла и его оксидов, в том числе в изломе; характер и структура излома; твердость, оцениваемая ударом молотка или напильником; податливость и поведение при однократном и многократном изгибе; вид и свойства стружки материала, а также другие свойства, проверяемые и оцениваемые без специальных инструментов.

Такой подход к сортировке лома и отходов на НПФ "Форум" позволил надежно контролировать химический состав шихтовых материалов для получения вторичных сплавов.

При производстве алюминия и сплавов на его основе используется следующее технологическое оборудование:

- пламенная однокамерная печь отражательного типа ЕК5000 номинальной емкостью 5,5 т;
- две пламенные двухкамерные печи отражательного типа с плавильной камерой и металлоприемником раздаточной камеры ЕН5000 номинальной емкостью 5,5 т в комплекте с камерой дожигания В8 3316;
- наклонная вращающаяся печь вместимостью 1000 кг;
- разливная конвейерная машина ОА 150 для чушек массой 6 кг.

Основным видом топлива является природный газ. В зависимости от марки получаемого сплава расход природного газа может колебаться от 170 м³/т (сплавы А0, А99) до 240 м³/т (сплавы АК5М2, DIN226А, ADS12). При стоимости газа 314—330 гривен за 1000 м³ затраты по топливу на получение 1 т вторичных алюминиевых сплавов составляют в среднем 54—80 гривен. В то же время затраты на электроэнергию, необходимую для получения 1 т первичного алюминия, составляют 2215—2530 гривен.

Анализ более 100 плавов по широко используемому в промышленности литейным сплавам - силуминам, таким, как DIN226А (АК9М2), АС12 (АК12М2) и АК5М2 показал, что отклонения по химическому составу от требований заказчиков полностью отсутствуют. Плавки с отклонениями по химическому составу имеют место крайне редко, рассматриваются как ЧП и становятся возможными только в случаях грубого нарушения технологического процесса сортировки лома. Металл таких плавов выбраковывается, ему присваивается название "подготовительный сплав" и в дальнейшем он используется для подшихтовки.

Лом и отходы меди и ее сплавов, рассортированные на группы и сорта с применением классификатора, используются для производства меди, литейных латуней и бронз. Плавление металла проводится в индукционной среднечастотной тигельной печи типа ІТМК 4000 вместимостью 2,2 т. Первичную навеску шихты загружают одновременно с древесным углем и покровным флюсом, предназначенными для уменьшения угара цинка, меди и легирующих компонентов сплава. После расплавления, перемешивания и дошихтовки сплава при удовлетворительных результатах экспресс-анализа химического состава металл разливается в слитки-чушки массой 13,5 кг. Разливка производится на конвейерной машине GA 90. Контроль химического состава выполняется на образцах металла, отобранных из печи непосредственно перед его выпуском.

Результаты обработки контрольных определений химического состава основных марок выплавляемого металла (меди (обработано 53 плавки),



Таблица 2. Эксплуатационная стойкость и причины выхода из строя изложниц

Разливаемый сплав	Масса слитка, кг	Материал изложниц	Причины выхода из строя изложниц, %			Стойкость, число наливов
			сетка разгара и эрозия рабочей поверхности	поперечные трещины	коробление	
Al	6,0	СЧ	55	45	—	2800
		ЧШГ	—	95	5	7200
Cu	13,5	СЧ	85	15	—	150
		ЧШГ	—	85	15	500

латуни Л59-1 (162 плавки), бронз БрОЗЦ13С4 (138 плавки) и БрА10Ж4 (62 плавки) показали, что по содержанию основного компонента (98,5—99,9%) и примесей — висмута (0,0003—0,0006%) и свинца (0,05—0,3%) выплавленная из отходов медь соответствует составу черновой меди. Распределение значений содержания анализируемых элементов близко к нормальному, что указывает на их стабильность и надежную прогнозируемость. Такая медь может быть использована для выплавки литейных и деформируемых сплавов, а также служить исходным материалом для получения электротехнической меди путем соответствующего электролитического рафинирования.

Содержание основных компонентов в латуни Л59-1 и бронзах БрОЗЦ13С4 и БрА10Ж4 также полностью отвечает требованиям заказчика.

В целом обработка химического состава промышленных плавки показала, что усовершенствованная методика сортировки лома и отходов алюминия и меди с использованием разработанных классификаторов позволяет достаточно надежно прогнозировать и получать при выплавке сплавы заданного химического состава и качества.

В связи с тем что на предприятии 100% алюминиевых и основная масса медных сплавов разливается в чушки (слитки), для обеспечения необходимой производительности и стабильности работы конвейерных разливочных машин потребовалось повышение стойкости изложниц. Эта задача была решена путем замены серого чугуна с пластинчатым графитом высокопрочным чугуном

с шаровидным графитом. Благодаря более высокой термостойкости ЧШГ срок эксплуатации изложниц для разливки алюминиевых сплавов повысился в среднем в 2,5 раза, для разливки медных сплавов — в 3,3 раза (табл. 2).

Таким образом, внедрение современных технологий сортировки лома, плавки и рафинирования жидкого металла в сочетании с повышением надежности и долговечности технологического оборудования дало возможность получить на основе вторичного сырья сплавы алюминия и меди высокого качества. Продукция предприятия сертифицирована на соответствие Международному стандарту качества 180 9002. Потребителями продукции НПФ "Форум" являются многие страны ближнего зарубежья и Западной Европы.

Литература:

1. На й д е к В. Л. О состоянии и путях возрождения литейного производства Украины // Литейное производство. 1999. № 12. С. 2—5.
2. Aluminium auf der 54 JAA // Aluminium. 1991. Bd. 67, N10. S. 948.
3. Kurihara Y. The role of aluminium in automotive weight reduction. P. П. // JIOM: J. Miner. Metals and Mater. Soc. 1994. Vol. 46, N 2. P. 33—35.
4. Худяков И. Ф., Дорошкевич А. П., Карелов С. В. Металлургия вторичных цветных металлов: Учеб. для вузов. М.: Металлургия, 1987.
5. Волобуев В. Ф., Довгий И. И., Анкудинов Н. В. Заготовка и переработка вторичных металлов. М.: Металлургия, 1980.
6. Семенов Г. А. Экономика и организация производства во вторичной цветной металлургии. М.: Металлургия, 1984.
7. Федотов А. А. Техничко-экономические проблемы безотходного производства в металлургии. М.: Металлургия.