



Е. И. МАРУКОВИЧ, ИТМ НАН БЕЛАРУСИ,  
А. А. АНДРУШЕВИЧ, М. Н. ЧУРИК,  
НИИ ИМПУЛЬСНЫХ ПРОЦЕССОВ С ОП

## ПОЛУЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ОТХОДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

УДК 621.74

В Беларуси ежегодно образуется порядка 10—15 тыс. т отходов медных и алюминиевых сплавов, 60—80% из которых являются результатом механической обработки. Практически все они вывозятся для переработки за пределы республики.

Длительные сроки хранения, транспортирование на большие расстояния делают систему возвращения цветных металлов в промышленный оборот экономически неэффективной и экологически незащищенной. Велики затраты на встречные перевозки, промежуточные складские помещения, на первичную подготовку отходов к металлургическому переделу. В период хранения и перевозок только за счет атмосферного окисления теряется около 5—7% металла.

Для решения этой проблемы были разработаны технологический процесс и оборудование для переработки низкосортных загрязненных отходов цветных металлов в высококачественные непрерывные заготовки. Особенностью предлагаемой технологии является комплексная переработка отходов, включающая стадии первичной обработки, металлургического передела и непрерывного горизонтального литья.

Основными источниками образования отходов являются производства механической обработки полуфабрикатов металлов и сплавов, проката, фасонного литья, получения кабельной продукции, изготовления и ремонта твердосплавного инструмента, химической продукции (отработанные катализаторы, шлам), горячего и электролитического покрытия металлов, а также бытовой лом [1].

Исследованиями установлено, что влажность, засоренность и насыпная масса образующейся стружки, например алюминиевой (определялись по ГОСТ 28053—89), зависят от вида механической обработки (табл. 1).

Таблица 1. Параметры алюминиевой стружки, образуемой при отрезке литников у отливок

Место образования стружки	Влажность $X_2$ , %	Засоренность $X_1$ , %	Насыпная масса, г/см <sup>3</sup>
Токарный станок	0,1	—	0,38
Станок для отрезки при- былей дисковой фрезой	3,3	0,3	0,82
Ленточная пила	4,1	0,3	0,62

Источниками влаги служат смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ) и индустриальные масла, исполь-

*Are given the results and is shown the perspective of production of high quality billets from non-ferrous Al-Cu base metals waste by the continuous casting process.*

зуемые для смазки режущего инструмента. Засоренность зависит от наличия системы сбора отходов цветных металлов, остатков стержневой смеси в отливках, а также от культуры производства. Содержание засоров в стружке может увеличиваться в период сбора и транспортировки до 8—10%. Наличие в стружке цветных металлов включений черных сплавов связано с армированием отливок вставками из чугуна и стали, однако содержание их не превышает 1—2%. Стружка, имеющая высокое содержание влаги и загрязняющих включений, не может использоваться сразу для металлургического передела. Помимо этого, замасленная стружка без предварительной обработки дает повышенный угар при переплаве.

Первичная обработка по подготовке отходов цветных металлов к плавке включает в себя магнитную сепарацию, дробление, обезжиривание, резку и прессование отходов.

Обезжиривание и предварительный нагрев замасленной стружки осуществляют во вращающихся печах с горизонтальной и наклонной технологической осью непрерывного действия с подачей теплоносителя противотоком или по ходу движения шихты, а также в печах периодического действия, когда шихта подается в нагревательное пространство печи периодически. Источниками теплоты являются электричество, газ, дизельное топливо. Для Беларуси перспективна разработка и внедрение газопламенных печей небольшой производительности непрерывного и периодического действия — сушил. Прототипами для опытного образца были взяты сушильные барабаны, работающие на Ярославском и Ульяновском моторных заводах (Россия).

Технические характеристики барабанного сушила, разработанного в НПП “Институт БелНИИлит”: производительность при переработке медной стружки — не менее 500 кг/ч, алюминиевой — 200 кг/ч; остаточная влажность стружки — 0,2—0,5% (при начальной — 20—22%), температура на выходе из барабана — 100 °С; фракционный состав стружки — 5×6×0,3—50×15×1,5 мм; максимальный расход природного газа — 100 м<sup>3</sup>/ч, давление — 6500 мм вод. ст.; количество удаляемых паров масел и газа — 4000 м<sup>3</sup>/ч, масса барабана — 4000 кг; мощность электропривода барабана — 25 кВт/ч; скорость вращения — 2—6 об/мин; длина установки — 9400 мм; высота — 3200 мм; ширина — 1400 мм.

При разработке технологии получения качественных марок сплавов цветных металлов из отходов производства и скрапа исходили из критерия минимизации суммарных затрат на единицу продукции. Для необходимых вторичных условий, таких, как производительность, марочный состав сплава, степень рафинирования, качество модифицирования устанавливали диапазон изменений от минимального до максимально приемлемых значений.

Исходной шихтой служили отходы производства в виде стружки меди, алюминиевых сплавов, оловянных и алюминиевых бронз, а также латуней. При этом использование предварительно неотожженных отходов в значительной мере загрязненных маслом, влагой и примесями вызывало затягивание плавки, повышало угар, ухудшало качество отливок в силу возникновения объемной газовой пористости.

Металлургический передел отходов включал операции расплавления, рафинирования от вредных примесей и загрязняющих включений, дегазацию. В случае необходимости проводили подшихтовку до заданного химического состава и вводили модификатор для улучшения структуры литого металла.

Разливку металла осуществляли на установке непрерывного горизонтального литья (УНГЛ). Структуру литого металла исследовали методами световой микроскопии. Выявлялось наличие макро- и микропор, неметаллических включений. При испытании полученных отливок на механические свойства определяли предел текучести ( $\sigma_{0,2}$ ), предел прочности ( $\sigma_b$ ), твердость по Бринеллю, относительное удлинение ( $\delta$ ). Испытания показали, что механические свойства контрольных образцов непрерывнолитых заготовок из отходов латуни ЛЦ40С, бронзы Бр05Ц5С5 и БрА10ЖЗМц2 в 1,2—1,4 раза выше регламентируемых ГОСТ для заготовок, получаемых из первичных металлов литьем в землю (табл. 2). Структура отливок не имела пор и других дефектов.

В настоящее время установка непрерывного горизонтального литья мод. 61, разработанная в Институте технологии металлов НАН Беларуси, принята в эксплуатацию на опытном производстве НИИ импульсных процес-

Т а б л и ц а 2. Сравнительные данные механических свойств контрольных образцов и ГОСТ

Материал заготовок	ГОСТ 613-79, 493-79, 17711-93			Полученные значения		
	твердость НВ	$\sigma$ , МПа	$\delta$ , %	твердость НВ	$\sigma$ , МПа	$\delta$ , %
ЛЦ40С	80	215	20	99	443	43
Бр05Ц5С5	60	176	4	83	240	15
БрА10ЖЗМц2	120	490	12	28	473	25

сов Белорусского государственного научно-производственного концерна порошковой металлургии. Габариты установки — 6000×1400×1700 мм. Мощность двигателей: прямого хода — 4,7 кВт, обратного — 1,5 кВт. Пульт управления и электропривод обеспечивают регулировку параметров движения, таких, как “остановка”, “движение вперед”, “движение назад” в пределах 0,1—99,9 с, трехвалковая тянущая клеть оснащена пневмоцилиндрами, которые могут работать и от цеховой пневмосистемы, и от компрессора.

УНГЛ позволяет производить сортовые заготовки для широкого класса изделий цилиндрической формы диаметром 25—80 мм и прямоугольного профиля шириной 120—260 мм, толщиной 20—65 мм, а также заготовки со сложной геометрией сечения; уменьшить в 1,5—2,0 раза потери металла при производстве профилей, экономить до 20—30% энергии, повысить в 1,2—3,0 раза производительность труда и довести выход годного литья до 90—92%. Экономический эффект на 1 т литья составляет от 500 \$ США и выше.

**Комплексное освоение разработанной ресурсосберегающей технологии и оборудования для переработки отходов алюминиевых и медных сплавов позволяет получать непрерывнолитые заготовки необходимого сортамента, используя собственное вторичное сырье, образующееся на предприятиях Беларуси.**

## Литература

1. Марукович Е. И., Дозмаров В. В., Андрушечвич А. А., Стефанович Р. В. Производство листовых материалов из отходов цветных металлов // Литье и металлургия, 1998. № 1. С. 41—43.