

# Литейное производство черных и цветных металлов

УДК 669.714.2

**Анализ плавильного оборудования и технологий для переработки алюминиевой стружки и шлаков**

Немененок Б. М., Трибушевский Л. В.

Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь получило широкое развитие производство отливок из алюминиевых сплавов в постоянные формы. Отсутствие собственной сырьевой базы для получения алюминия и его сплавов выдвигает на первый план проблему наиболее рационального использования промышленных отходов алюминиевых сплавов. Алюминиевая стружка, поступающая на переплав, занимает ~ 40% всех промышленных отходов и составляет ~ 2500 тонн в год. К настоящему времени собственное производство по переработке стружки имеется только в цехе алюминиевого литья Минского моторного завода, а остальные предприятия поставляют стружку на склад Белцветмета, откуда она и попадает на дальнейшую переработку.

Для плавки алюминиевой стружки применяются пламенные отражательные, вращающиеся короткобарабанные и электрические индукционные печи. При выборе печи большое значение имеет ёмкость печи, которая должна соответствовать объёмам производства, гарантирующего бесперебойную работу агрегата, а так же способы обогрева. Особое внимание уделяется стоимости источников энергии в районе строительства цеха (завода).

Наибольшее распространение во вторичной металлургии алюминия имеют отражательные печи, отапливаемые жидким или газообразным топливом, а так же их смесью. Они характеризуются достаточно высокой производительностью, простотой конструкции печи и её технологической универсальностью и сравнительно небольшими эксплуатационными затратами. Наиболее совершенными из них

являются двухкамерные печи противоточного типа. Стружку загружают на предварительно наплавленную из более крупной шихты жидкую ванну металла и вмешивают её в металл мульдозавалочной машиной. Единовременная загрузка стружки в количестве до 30 % от массы жидкой ванны. Недостаток – сравнительно низкий тепловой КПД (~25%), относительно высокие безвозвратные потери металла, низкая технологичность загрузки, загрязненность отходящих газов пылевидной фракцией (хлориды, оксиды). В последнее время для плавки сыпучих материалов (стружки) начали применять отражательные печи с выносной открытой камерой. В таких печах отапливается только закрытая камера. Разность температур в камерах обеспечивает самопроизвольную циркуляцию расплава (циркуляция может быть принудительной). Загружаемое в открытую камеру сырьё плавится за счёт теплоты, аккумулируемой расплавом в плавильной камере, что исключает его контакт с топочными газами и резко снижает угар металла.

Короткобарабанные вращающиеся печи. Используют в основном для плавки стружки и других мелких материалов. Ёмкость – от 0,5 до 20 тонн, скорость вращения 1...8 об/мин, отапливают газом или мазутом. Загрузку производят через отверстие в одном из торцов печи. Преимущества – невысокий угар металла, (металлургический выход ~ 75 %), возможность вести нагрев плавильной камеры в форсированном режиме, возможность рафинирования металла за счёт эффективного перемешивания расплава. Недостатки – быстрый износ футеровки, низкая технологичность процесса загрузки, не полное исключение контакта стружки с топочными газами.

Электрические печи. На территории СНГ заводы по переработке вторичного алюминиевого сырья применяют тигельные индукционные электрические печи промышленной частоты. За рубежом используют так же и каналные индукционные печи. Преимущества – невысокие потери металла на угар (~2-3%), возможность плавки без флюса, высокий тепловой КПД (~70%) и производительность, активное перемешивание металла. Недостатки – необходимость наличия в тигле остатка металла от предыдущей плавки, зарастание каналов вследствие осаждения оксидов алюминия на их

внутренних стенках (для канальной), расход энергии 750-800 кВт·ч/т.

По данным РПУП "Белцветмет" в 2006 году в Республике Беларусь образовалось 2600 тонн алюминиевой стружки. Существующие в Республике технологии позволяют обеспечить металлургический выход металла порядка 70 %. Так же имеются экспериментальные данные, что при введении операции прессования стружки и последующего переплава брикета металлургический выход можно повысить до 80 %. Однако из-за введения дополнительной операции экономический эффект от повышения металлургического выхода не велик. Так же в Республике Беларусь отсутствует должная подготовка стружки к плавке, что приводит к получению не марочных, а низкосортных сплавов типа АВ-87, от чего экономический эффект лучше не становится. В целях изучения иностранного опыта по переработке лома и стружки цветных металлов был произведен анализ производства на Мценском заводе вторичных алюминиевых сплавов – крупнейшем в бывшем СССР, а так же на Российской промышленной компания "Втормет" – одной из крупнейших переработчиков вторичного алюминиевого сырья в России. Следует отметить, что там большое внимание уделяется подготовке стружки к плавке, а именно: предварительная сушка в барабанном сушиле (для сушки используется тепло отходящих от печи газов) и несколько этапов магнитной сепарации для удаления включения чёрных сплавов. Плавка ведётся в 20 тонной двухкамерной газовой печи, причём используется специальный метод загрузки стружки в печь, в процессе которого алюминиевая стружка специальным устройством "топится" под зеркало металла. Комплекс этих мероприятий позволяет получать качественные марочные сплавы типа АК9, АК5М2 с металлургическим выходом не менее 80 %.

Однако наиболее прогрессивная технология принадлежит английской фирме "EMP Technologies Ltd". В разработках этой фирмы при схожей с российской технологии подготовки сырья для подачи стружки под зеркало металла используются новые магнитогидродинамические технологии, позволяющие обеспечить металлургический выход не менее 90% . Эта технология была разработана с целью предоставить

возможность перерабатывать стружку без надобности использования солевых флюсов, как это делается при роторной технологии плавки. Эта система обладает двумя основными функциями. Во-первых, она циркулирует жидкий металл в печи при помощи электромагнитного насоса, и, во-вторых, она позволяет загружать стружку в специальный колодец, предотвращающий прямой контакт с пламенем. Это способствует высокой степени восстановления алюминия, благодаря подповерхностному течению жидкого металла и отсутствию, практически, колебаний температур в главной камере печи. Благодаря отсутствию движущихся механизмов ЕМР система очень надёжна. Положительные качества ЕМР системы:

1. Значительное увеличение металлургического выхода металла из мелкого лома, такого как стружка и фольга благодаря быстрому замешиванию лома в расплавленный алюминий.

2. Улучшенная химическая однородность – благодаря высокому уровню циркуляции химическая однородность сплава достигается очень быстро.

3. Однородность температуры в металлической ванне – ЕМР циркулирует расплавленный металл с высокой скоростью (до 10 тонн в минуту).

4. Увеличение производительности – сокращённый по времени цикл плавки увеличивает производительность более чем на 25% (в зависимости от установки) по сравнению со статическим вариантом.

Возможность введения легирующих добавок, например, Si, Cu, Mg, Mn, Fe и Ti через загрузочный колодец, обеспечивающий быстрое перемешивание и, следовательно, более быстрое достижение однородности сплава, чем при использовании обычных технологий.