

## **ПОЛУЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ОТХОДОВ ВОЛЬФРАМОСОДЕРЖАЩИХ СТАЛЕЙ**

*П.В. Пузанов*

Научный руководитель – к.т.н. *И.В. Земсков*

*Белорусский национальный технический университет*

Целью работы является разработка технологии рационального использования на промышленных предприятиях неделовых отходов вольфрамосодержащих сталей.

Разработанная технология включает: переплав отходов и подготовку металла к разливке, разливку на установке вертикального непрерывного литья и термообработку. При разработке технологии в качестве объекта для исследования выбрана среднелегированная вольфрамосодержащая сталь 5ХЗВЗМФС (3,0-3,6 %). Этот выбор обусловлен наличием большого количества отходов этой стали на базовом предприятии в виде отработанных штампов, а также тем, что технология переработки отходов среднелегированной стали позволяет получить ориентированные параметры передела отходов других марок вольфрамосодержащих сталей

Применение покровных и рафинирующих флюсов при плавке в индукционной печи позволило получить стабильные химический состав стали и её физико-механические свойства. Использовали шлакообразующую смесь, состоящую из извести, шамотного боя и плавикового шпата, а раскисление шлака до белого цвета производили смесью извести, молотого кокса и ферросилиция. Как показали исследования, если химический состав шихты соответствует составу стали, то переплав отходов можно производить практически без подшихтовки. В необходимых случаях корректировку химического состава металла производили вводом соответствующих ферросплавов: феррохром, ферровольфрам и ферромolibден – в завалку, ферромарганец, ферросилиций и феррованадий за 7-10 минут до выпуска, алюминий – перед выпуском.

Стабильность процесса непрерывной разливки стали определяется температурой металла, способом заливки, режимом и параметром извлечения. Выбор способа заливки производили при температуре 1600-1640°C, жидкотекучесть в этом интервале практически не зависит от температуры. Лабораторные исследования показали, что необходимо использовать промежуточные ёмкости (чаша, ковш), так как при этом обеспечивается равномерное затвердевание металла по периметру заготовки, происходит эффективное шлакоулавливание и поглощение кинетической энергии струи заливочного ковша. Параметры извлечения зависят от поперечного сечения заготовок. При этом можно использовать как циклический, так и непрерывный режимы извлечения: для заготовок небольшого сечения (наружный диаметр до 100 мм) предпочтителен непрерывный режим, а для больших сечений – циклический.

Снижение твёрдости стали и улучшение структуры производили отжигом по ступенчатому режиму. Анализ механических свойств стали в непрерывнолитых заготовках показал, что они практически не уступают аналогичным показателям свойств проката и поэтому являются его полноценным заменителем.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА РАФИНИРУЮЩИХ ПРИСАДОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ГРАФИТИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ**

*Д.В. Салаш*

Научный руководитель – *Г.Ф. Андреев*

*Белорусский национальный технический университет*

Графитизирующее модифицирование серых чугунов в условиях повышающихся требований к прочностным характеристикам деталей и снижения качества шихты (по кремнию, карбидообразующим элементам) является необходимой технологической операцией. Широко применяемая в промышленности ваграночная плавка обеспечивает температуру чугуна на жёлобе не выше 1380°C. Традиционные модификаторы на основе ферросилиция ФС-75, ферроси-

ликобарий, ферросиликокальций, ФС30РЗМ30 (30 % редкоземельных металлов) имеют температуру плавления около 1100°C. В связи с этим даже после предварительного дробления до мелких фракций (5-10 мм) значительное их количество (до 30%) при вводе в расплав на желобе или в ковш не успевает усвоиться металлом и переходит в шлак.

В БНТУ в лаборатории НИЛ ПТППО ведутся работы по созданию легкоплавких комплексных модификаторов с температурой плавления около 600°C. Снижение температуры достигается вводом в состав модификатора значительных количеств легкоплавких элементов: алюминия –55%, редкоземельных металлов цериевой группы – 12 %.

Оптимизация состава проводилась путём снятия кривых охлаждения сплавов с разным содержанием легкоплавких и тугоплавких (Si, Fe) элементов. Плавка производилась в печи сопротивления, температура сплава фиксировалась на самописце КСП-4 с использованием термомпары хромель-алюмель.

Основные присадки: алюминий и РЗМ – были выбраны не только из-за их способности образовывать в сплавах с кремнием легкоплавкие эвтектики, но и из-за высокой рафинирующей способности. Алюминий раскисляет чугун и образует оксиды  $Al_2O_3$ , РЗМ обладают высоким сродством к сере, связывают её в сульфиды. Образовавшиеся неметаллические включения в свою очередь служат подложками для роста графитных включений. Излишек алюминия, не связанный кислородом легирует металлическую матрицу чугуна и способствует уменьшению растворения в ней углерода, тем самым улучшая условия графитизации.

Графитизирующая способность модификаторов оценивалась по клиновой пробе на отбел. Новые модификаторы при одинаковых условиях ввода и массе показали эффективность в 1,5-2,5 раза выше по сравнению с традиционными.

В результате проведённых исследований были созданы ещё более эффективные присадки с дополнительным содержанием активных компонентов Ca, Ba, Mg, которые позволяют уменьшить массу присадки с 0,2 % до 0,05 %.

## **ВЫБОР СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ К МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМУ ПЕРЕДЕЛУ**

*А.А. Андриц*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.В. Довнар*  
*Белорусский национальный технический университет*

В РБ отсутствует производство цветных металлов из руд, поэтому необходимые для промышленности заготовки и полуфабрикаты из цветных металлов и их сплавов покупаются за рубежом. Переработка на территории республики лома и отходов позволяет уменьшить количество дорогого импортируемого цветного первичного сырья.

Образующиеся лом и отходы цветных сплавов разнообразны по составу, химическим и физическим свойствам, а также находятся в разном исходном состоянии, в частности – в соединении с другими металлическими и неметаллическими приделками. Для того, чтобы эффективно выделить металл из лома и отходов необходимо правильно выбрать или разработать технологию рециклинга. На выбор способа переработки влияет значительное количество факторов, выявить и учесть которые – главная цель для успешного получения качественного продукта.

В данной работе анализируются такой вид вторичного материала, как алюминиевая стружка, фольга, порошок и другие дисперсные материалы.

Существует множество способов переработки стружки, однако ни один из них не учитывает все факторы, влияющие на процесс переработки. Отсюда следует, что для каждого вида материала необходима разрабатывать свою технологию переработки, зависящую также и от требуемого конечного результата. В данном случае конечным результатом должен быть максимально возможный выход годного металла при невысоких материальных и технологических затратах.

При образовании и накоплении стружки она загрязняется различного рода веществами. При подготовке стружки к переработке необходимо от этих веществ избавляться, так как при