

# Плавка никеля и никелевых сплавов

24.12.2012 13:58 [Технологические процессы и производства](#)



Никель и никелевые сплавы с медью, железом, кремнием, марганцем, хромом и другими элементами применяются в технике обычно в пластически обработанном состоянии в виде ленты, листов и проволоки и т. д. Фасонные отливки из никеля и никелевых сплавов производят в небольших количествах. Значительную потребность химической промышленности в фасонном литье удовлетворяют у нас отливками из никельсодержащих сталей (нержавеющих и др.).

Поэтому основным видом литого изделия из никеля и сплавов является слиток, который служит полуфабрикатом для последующей пластической обработки.

Особенность производства никеля и его сплавов — высокие температуры перегрева перед литьем (до 1700° С) и отсюда повышенная склонность к окислению, насыщению водородом в процессе плавления. Кроме того, никель в отличие от других распространенных цветных металлов, способен также растворять в заметных количествах углерод и серу, что усложняет технологию плавки, литья и требует соблюдения строгих норм перегрева, наличия защитных средств, тщательного раскисления, дегазации и других специальных технологических мероприятий.

Для плавки применяют главным образом электрические индукционные печи (низкочастотные с железным сердечником и без сердечника и высокочастотные), обеспечивающие форсированное ведение плавки и имеющие наиболее благоприятную атмосферу над расплавом с небольшой площадью зеркала металла; реже используют электродуговые печи. При небольших потребностях в жидком металле плавку можно производить и в обычных тигельных печах с газовым и мазутным обогревом.

Низкочастотные печи имеют основную набивную футеровку, состоящую из 98% электроплавлененного магнезита и 2% буры или борной кислоты в качестве связующего материала, так как окись никеля с точки зрения химической активности имеет основной характер.

При плавке в графитовых тиглях в высокочастотных и тигельных горнах внутренние рабочие стенки предварительно покрываются (с последующей сушкой и прокалкой) специальной смесью из 80% магнезита, 8% жидкого стекла и 12% влаги для предотвращения нежелательного контакта жидкого никеля с углеродом. В качестве исходных шихтовых материалов используют чистый никель различных марок (Н0, Н1, Н2 и др.) в виде катодов, слитков, гранул и дроби, катодную медь (М1, М2), марганец (Мр1, Мр2) и другие металлы разнообразной чистоты, а также отходы производства.

Плавку в атмосферных условиях ведут под слоем защитного флюса, чаще всего в виде покрова расплавленного стекла (бутылочный бой), реже из плавикового шпата, буры и других солей. Применение древесноугольного покрова и флюсов, содержащих серу, при плавке никеля обычно не допускается.

Исключением является плавка медноникелевых сплавов, содержащих сравнительно небольшие количества никеля (нейзильберы, мельхиор, никелевые бронзы), которые иногда плавят (однако это нежелательно) под слоем прокаленного древесного угля.

После расплавления и необходимого перегрева расплав раскисляют специальными комплексными технологическими добавками и разливают при определенных температурах. Слитки получают путем заливки в водоохлаждаемые изложницы или методом полунепрерывного литья. При литье в водоохлаждаемые изложницы для получения плотного слитка используют утепляемые прибыльные насадки, так как никель и его сплавы имеют сравнительно высокие значения объемной и линейной усадок. Выход годного при этом составляет 60—70%, поэтому в последние годы для литья никеля получает распространение полунепрерывный метод литья в кристаллизаторы, аналогичные применяемым при непрерывном литье стали и меди.

Ниже дается более подробное описание плавки никеля и наиболее важных никелевых и медноникелевых сплавов.

## Плавка никеля

Никель плавят в электропечах в обычной атмосфере и в условиях вакуума. В качестве шихтовых материалов применяют катодный никель и отходы производства (прибыли, обрезь и др.) До 50% от массы шихты.

Перед загрузкой в печь (особенно в жидкую ванну) шихту необходимо хорошо очистить от посторонних примесей и подогреть для удаления адсорбированной влаги с поверхности. За грузку ведут либо в один прием, либо в несколько, в зависимости от вида шихты и массы садки. Если применяют отходы, то их

загружают в первую очередь. Одновременно с шихтой загружают флюс (бой чистого стекла) с таким расчетом, чтобы на поверхности жидкого металла образовался плотный защитный покров расплавленного стекла толщиной 10—15 мм. Расход стекла при плавке составляет примерно 2% от массы шихты. Расплавление металла и перегрев ведут по возможности быстрее, чтобы уменьшить окисление никеля. После расплавления и перегрева до 1500—1650°C никель перед разливкой раскисляют либо в печи, либо в ковше. Раскисление производят комплексными добавками: 0,07% Mg, 0,2% Al, 0,05% C, или 0,06% Mg, 0,3% Mn, 0,2% Si.

После ввода раскислителей расплав перемешивают и выстаивают в течение 5—10 мин, чтобы полностью удалились продукты раскисления, затем наклоном печи выливают никель в ковш. При этом во избежание попадания флюса в металл его сгущают присыпкой на поверхность 0,2% молотого магнезита. Флюс при разливке отводят вручную счищалкой от сливного желоба. При литье никеля в водоохлаждаемые изложницы температура заливки 1580—1590°C, а при полунепрерывном способе разливки 1600—1650°C.

При полунепрерывном способе литья скорость заливки или скорость вытягивания слитка выдерживается 10—13 м/ч. Никель повышенной чистоты получают методами вакуумной плавки в индукционных и дуговых печах с расходуемым электродом при разрежениях порядка 66,5—665 н/м<sup>2</sup> (0,5—5 мм рт. ст.). После окончательного раскисления (обычно углеродом в виде лигатуры Ni—C) никель вакуумной плавки содержит небольшие количества примесей: 0,001—0,002% Si, 0,002—0,003% Fe, 0,001—0,008% Mg и 0,005% C и десятитысячные доли процента кислорода и водорода.

## Плавка никелевых сплавов

Основную часть никелевых сплавов составляют медноникелевая группа: монель-металл, мельхиор, нейзильбер, а также термоэлектродные сплавы типа хромель, алюмель, константан и др. Металлургические принципы плавки никелевых сплавов существенно не отличаются от плавки никеля, но имеют свои особенности в зависимости от состава.

Плавку медноникелевых сплавов осуществляют в индукционных печах с основной футеровкой, под слоем флюса, с раскислением в конце плавки.

Для приготовления монеля и мельхиора применяют катодный никель марки не ниже НЗ и медь марки не ниже М1, чистые марганец и железо в виде листовой обрезки или же в виде ферромарганца. При плавке нейзильбера цинк добавляют непосредственно перед разливкой (обычно после раскисления), а свинец в свинцовистый нейзильбер вводят после цинка.

Например, плавка монель-металла (65—70% Ni, 27—29% Cu, 2—3% Fe, 1,2—1,8% Mn) производится в следующей последовательности. В разогретую печь одновременно загружают никель, медь, железо и крупные отходы, допускаемые в шихту до 50—80% от массы садки. Расплавление ведут под флюсом из стекла. После полного расплавления металл перегревают до 1450—1480°C и вводят марганец в виде медномарганцевой лигатуры. Затем расплав подогревают до 1500—1550°C и производят предварительное раскисление углеродом. Лигатуру никель—углерод вводят в несколько приемов из расчета, чтобы в готовом металле содержание углерода не превышало 0,12—0,2%. Сплав перемешивают и выдерживают перед литьем 10—20 мин для удаления продуктов раскисления, затем счищают шлак и разливают в ковши. При этом производят окончательное раскисление магнием, вводя его под струю металла или в ковш в количестве 0,1—0,2% от массы заливаемого металла. Температуры литья монеля в водоохлаждаемые изложницы 1500—1530°C.

Плавка мельхиора и нейзильбера отличается тем, что в расплавленную и раскисленную (фосфористой медью) медь вводят отходы и никель. При плавке мельхиора допускается применение защитного покрова из прокаленного древесного угля, так как никеля в этом медноникелевом сплаве меньше, чем меди, и опасность насыщения сплава углеродом относительно невелика. При плавке мельхиора и нейзильбера в высокочастотных печах можно применять обычные графитовые тигли. Раскислителями служат марганец, углерод и магний (0,05—0,1 % от массы металла). Температуры разливки 1280—1350° С. Плавку нейзильбера также можно вести под покровом угля.

К числу наиболее сложных в приготовлении никелевых сплавов относят термоэлектродные сплавы. Трудность плавки хромеля и алюмеля связана с тем, что термоэлектродвижущая сила зависит в сильной степени от точности химического состава сплава, а следовательно от технологии приготовления. Строгое соблюдение допусков основных компонентов и примесей и стабильность в получении одинаковых сплавов является основным условием получения термоэлектродных сплавов с определенными электрическими свойствами.

Основной же порядок плавки этой группы никелевых сплавов во многом схож с принципиальными положениями приготовления других никелевых сплавов.

Плавку ведут обычно в специально выделенных для этих сплавов индукционных низкочастотных печах, в которых во избежание загрязнения шихты, других сплавов стараются не плавить.

Для приготовления сплава алюмель применяют катодный никель не ниже марки Н2, марганец, алюминий, кремний необходимой чистоты, а также отходы производства. Плавку ведут под покровом стекла в следующей последовательности; расплавляют никель и крупные отходы алюмеля, а в конце присаживают одновременно марганец, кремний и алюминий. Окончательное раскисление проводят магнием в количестве 0,03% от массы шихты при переливе готового расплава в ковш. Температуры заливки алюмеля в обычные изложницы 1500—1600° С.

При плавке хромеля исходной шихтой служат никель Н2, металлический хром и отходы производства хромеля. Вначале вводят основную часть хрома в жидкую ванну в районе канала, где металл наиболее горячий, чтобы хром хорошо растворился (небольшую часть хрома оставляют для последующей корректировки состава по результатам испытаний свойств сплава предыдущей плавки). Затем загружают никель и отходы. Плавку ведут под слоем флюса из стекла. Раскисление производят 0,12—0,15% Mn и 0,06% Mg в конце плавки.

Разливку хромеля и алюмеля производят после получения результатов испытания термоэлектродвижущей силы образцов предыдущей плавки. По результатам испытаний корректируют содержание марганца в алюмеле и хрома в хромеле путем дополнительной присадки или уменьшения этих элементов в шихте. Для стабильных показателей по химическому составу плавку стараются вести быстро, в одно и то же время, что достигается тщательным подбором шихты по габаритам и безотказной работой плавильных агрегатов.