

УДК 621.745:669.018  
**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ  
NI-MN**

*К.И. Цудиков, В.Ф. Хорунов, Д.Ф. Чернега*

*Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”*

*Наведені дані о конструкції печі, підготовці шихти і технології виплавлення сплавів Ni-Mn-Cu методами вакуумної індукційної плавки.*

*Ключові слова: індукційна піч, шихта, плавлення, чистота метала.*

*Приведены данные о конструкции печи, подготовке шихты и технологии получения сплавов Ni-Mn-Cu методами вакуумной индукционной плавки.*

*Ключевые слова: индукционная печь, шихта, плавление, чистота метала.*

*Authors have given a data about vacuum furnace construction, charge preparation and technology of producing of pyrogenating of alloys of Ni - Mn - Cu by the methods of a vacuum induction melting.*

*Keywords: induction stove, charge, melting, cleanness of metal.*

Вакуумная индукционная плавка делает возможной эффективную дегазацию расплава и получение сплава в пределах химического состава с высокой точностью, поскольку температура, вакуум, атмосфера газа, давление и перемешивание материала (с помощью разных способов перемешивания) могут регулироваться независимо друг от друга. Кроме того, выдержка точной концентрации легирующих компонентов в сплавах, которые выплавляются и содержимое микролегирующих элементов также есть очень важными для получения качественных металлических материалов.

Индукционный нагрев — нагрев тел в электромагнитном поле за счёт теплового действия вихревых электрических токов, протекающего по нагреваемому телу и возбуждаемого в нём благодаря явлению электромагнитной индукции. Индукционная печь— часть индукционной установки, включающая в себя индуктор, каркас, камеру для нагрева или плавки, вакуумную систему, механизмы наклона печи и другое. Индуктор является основным элементом печи, предназначенным для создания электромагнитного поля, индуцирующего ток в загрузке. Кроме своего основного назначения, он также должен выполнять функцию важного

конструктивного элемента, воспринимающего механическую и тепловую нагрузку со стороны плавильного тигля и во многом определяющего надёжность работы печи в целом. Каркас печи служит конструктивной основой для крепления всех основных элементов печи. Металлический каркас цилиндрической формы, выполненный в виде сплошной обмотки из толстого стального листа с вырезами («окнами») для доступа к индуктору и наблюдения за процессом. Электрооборудование включает в себя: печь, комплект измерительных приборов с трансформаторами, генератор повышенной частоты, коммутационную и защитную аппаратуру, конденсаторную батарею. Механизм наклона печи предназначен для слива металла и является одним из важных узлов конструкции тигельной плавильной печи.

Наша задача выплавить сплав на основе Ni-Mn-Cu для дальнейшего его изучения, используя все преимущества вакуумной индукционной технологии

Плавки сплавов проводили в вакуумной индукционной печи фирмы Гереус (рис. 1), емкостью тигля до 25 кг. Печь периодического действия, индуктор расположен в вакуумном пространстве, для слива металла наклоняют только тигель, кожух остается неподвижным, разливка через сливной носик тигля при его наклоне. Металлическая шихта загружается в тигель, и, поглощая электромагнитную энергию, плавится.

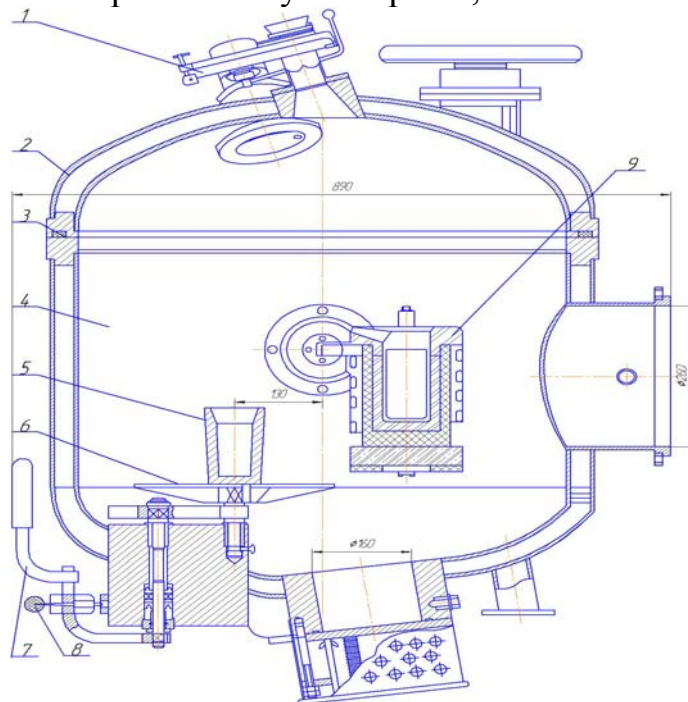


Рис. 1 Вакуумная индукционная печь: 1 - система для наблюдения; 2 – верхняя крышка; 3 – прокладка; 4 – камера печи; 5 – изложница; 6 – стол; 7 – рычаг; 8 – фиксатор; 9 – тигель.

Следует отметить, что конструкция печи позволяет производить плавку в вакууме или инертной атмосфере, то есть выплавлять и разливать металл без контакта с атмосферой. Это позволяет избежать насыщения жидкого металла атмосферными газами и, таким образом, избежать пористости в закристаллизовавшемся металле.

При выплавке сплавов необходимо предусматривать возможные потери отдельных компонентов вследствие испарения. Перед нами стоит задача выплавить сплав на базе системы Ni-Mn-Cu. Известно, что марганец имеет высокую упругость пара, поэтому следует предусмотреть меры, чтобы избежать больших потерь этого элемента: увеличение марганца в шихте; проведение плавки в атмосфере аргона; использование особенностей диаграмм Ni-Mn и Mn-Cu.

Известно, что эти диаграммы имеют минимумы: Mn-Cu при температуре 871°C и Ni-Mn при температуре 1020°C. Это означает, что медь и марганец в контакте начнут плавиться при температуре 871°C (контактное плавление), и в этой жидкой фазе будет растворяться никель, а при достижении 1020°C будет реализовываться контактное плавление в системе Ni-Mn. Таким образом, можно провести плавку при достаточно низкой температуре, намного ниже температуры плавления никеля.

Чистота металла, выплавляемого в индукционных печах с защитной атмосферой, определяется, в основном, чистотой шихты. Поэтому в качестве компонентов шихты используем чистые металлы: катодный никель марки Н0, катодная медь марки М0к, электролитический марганец марки Мп 998. Шихта размещается в тигле а измельченном виде для обеспечения большей площади контакта Ni и Cu с марганцем. Заданный состав сплава следующий: Ni56Mn23Cu20Si1. Расчитанный состав шихты приводим в таблице 1.

Таблица 1. Состав шихты

Элемент	Количество элемента в сплаве	масса, кг
Силиций	0,01	0,25
Медь	0,2	5
Манган	0,23	5,75
Никель	0,56	14
Сумма	1	25

После размещения шихты в тигле печь герметично закрывают, создается вакуум с остаточным давлением 0,01—0,1 Па откачка воздуха перекрывается и напускается аргон. После расплавления металл выливается в изложницу. После затвердевания и некоторого остывания

слиток извлекается из изложницы и на прокатном стане прокатывается в квадрат со стороной 14мм.

Получили сплав с низкой температурой плавления и с высокой пластичностью.

### **Выводы**

Провели плавки и получили сплав на основе Ni-Mn-Cu, свойства которого предстоит изучить с точки зрения использования как конструкционного материала и для создания припоев.

### **Литература**

1. Егоров А. В. Электроплавильные печи черной металлургии – Москва «Металлургия» 1985. – С. 229-242.
2. Егоров А. В., Моржин А. Ф. Электрические печи – Москва «Металлургия» 1975. – С. 7-13, С. 237-250.