



РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ УСТАНОВКИ ТІСО-15М

**В. И. Костенко, П. А. Пап, А. Н. Калинюк,
Д. В. Ковальчук, Н. П. Кондратий, В. Б. Чернявский**

Рассмотрен опыт восстановления устаревшей электронно-лучевой плавильной установки с применением новейших разработок в области электронно-лучевой техники и технологии. Реконструкция установки с использованием новых газоразрядных электронных пушек и системы управления позволила освоить выпуск новых видов продукции, в том числе с повышенными требованиями к химическому составу. Проведенные работы позволили в 2,5 раза повысить производительность оборудования, а также создать задел для дальнейшего развития.

Experience of reconstruction of old electron beam melting installation using the updated developments in the field of electron beam engineering and technology is described. Reconstruction of the installation with use of new gas-discharge electron guns and control systems allowed mastering the new types of products including those with increased requirements to the chemical composition. The carried out works enabled 2.5 times increase in equipment efficiency, as well as making premises for the further development.

Ключевые слова: титан; электронно-лучевая установка; реконструкция; механизм подачи; блок управления; слиток; кислородный эквивалент

В начале 2006 г. ООО «Стратегия БМ» купило у компании «Фико» установку электронно-лучевого переплава ТІСО-15М. В течение двух месяцев был создан коллектив технологов, инженеров, плавильщиков и в марте получен первый слиток титана марки Grade 2 из губчатого титана производства ЗТМК (г. Запорожье, Украина). Размеры выплавляемых слитков были следующими: диаметр 640 мм, длина до 2000 мм, масса до 2900 кг (рис. 1).

Следует отметить, что установка ТІСО-15М, созданная в 1990 г., никогда ранее не производила более 20 т слитков в месяц, а с 2003 г. вообще не работала. Поэтому первоочередной задачей являлось восстановление ее работоспособности. Для этого заменили некоторые конструктивные элементы и системы, выработавшие свой ресурс.

Далее с целью повышения эффективности производства потребовалась реконструкция ТІСО-15М, проводимая в тесном сотрудничестве с ООО «КБ



Рис. 1. Слитки из титана марки Grade 2

ВМО», имеющим большой опыт в создании электронно-лучевых плавильных печей.

Реконструкция коснулась прежде всего механизма подачи расходуемой заготовки. Новый механизм предусматривает применение несплавляемых коробов для подачи шихты в зону плавки. Увеличена масса возможной загрузки шихты до 4,6 т. Для повышения надежности работы приводов подачи расходуемых заготовок и вытягивания слитка применили асинхронные двигатели, импульсные преобразователи частоты фирмы «Mitsubishi» (Япония) с системами самоконтроля и самодиагностики, позволяющие в дальнейшем подключать их к компьютеризированной системе управления электронно-лучевой установки в целом.

Совместно с НТУУ «КПИ» установлены новые электронные пушки ПГЭ-450 конструкции ООО «КБ ВМО» номинальной мощностью 450 кВт (ускоряющее напряжение 30 кВ), оснащенные двумя фокусирующими и одной отклоняющей катушками. Пушки просты в изготовлении, удобны в эксплуатации, не требуют дополнительных вакуумных насосов для создания рабочего давления в рабочем объеме. В них предусмотрена возможность установки датчика «режима защиты края тигля».

Установлен новый главный пульт управления установки (рис. 2), основанный на новых блоках управления электронными пушками (рис. 3), разработанными ООО «Соло» (г. Киев, Украина), которые выполняют обычные функции (управляют перемещением электронных лучей, фокусировкой лучей, натекателями рабочего газа). Кроме того, блоки позволяют формировать и программировать от одной до шести конфигураций лучей с независимым заданием одной электронной пушки для создания необходимого температурного поля, управлять системой разверток в реальном масштабе вре-



Рис. 2. Главный пульт управления установкой TICO-15M



Рис. 3. Блок управления электронной пушкой

мени при помощи встроенного манипулятора типа джойстик, хранить в энергонезависимой памяти до шести заранее запрограммированных форм разверток, отображать на цветном видеотерминале установленные параметры плавки и формы разверток в графическом, символьном и цифровом виде. Блоки обеспечивают так называемый режим защиты края тигля, означающий, что электронный луч в процессе плавки не может выйти за реальные геометрические размеры технологической оснастки. Эта функция блоков управления электронными пушками исключает аварийные ситуации, связанные с прожогом промежуточной емкости, кристаллизатора, систем охлаждения. Блоки имеют встроенные ресурсы для обеспечения режима самоконтроля и самодиагностики, сопрягаются с периферийным компьютером посредством последовательного канала RS-485.

Большинство работ по реконструкции установки TICO-15M проводили без остановки производства. В результате реконструкции производительность установки TICO-15M составляет 600 т слитков в год.

С момента начала работы произведено более 650 т слитков нелегированного титана Grade 1, Grade 2 ASTM B348.

Одним из путей повышения эффективности производства в изменившихся условиях рынка титана является выплавка слитков заданного химического



Рис. 4. Кованые слябы из титана марки Grade 2

состава, в частности для нелегированного титана, слитков с определенным кислородным эквивалентом.

Получено более 200 т нелегированного титана Grade 2 ASTM B348 с кислородным эквивалентом O_{eq} в пределах 0,17... 0,21 из титановой губки марок ТГ-100, ТГ-110, ТГ-120, ТГ-130. В зависимости от содержания примесей (азота, железа, углерода), влияющих на уровень O_{eq} , выплавляли слитки диаметром 640 мм, массой до 2,8 т с концентрацией кислорода в двух диапазонах (0,11... 0,13 и 0,14... 0,16 %). Дополнительный кислород вводили в металл путем добавления оксида титана IV.

Результаты химического и газового анализов показали высокую однородность состава слитков по высоте и сечению. Отклонение содержания кислорода от среднего значения составило 0,01, азота — 0,002, железа — 0,01, углерода — 0,002 абс. % для обоих диапазонов концентраций.

С конца 2006 г. совместно с Сумским МНПО им. М. В. Фрунзе проведены работы по ковке слитков диаметром 640 мм в плоские слябы толщиной 200 и 220 мм (рис. 4).

Кованые слябы успешно прокатаны в листы на предприятиях Европы. В настоящее время разрабатываются технические условия на эту продукцию для организации серийного производства.

В ближайшее время на предприятии ООО «Стратегия БМ» планируется провести следующий этап реконструкции установки TICO-15M, в результате которого длина получаемых слитков увеличится до 3000 мм, масса до 4,3 т, а годовая производительность установки TICO-15M возрастет до 900 т.

На предприятии внедрена и функционирует система обеспечения качества в соответствии с требованиями стандарта ДСТУ ISO 9000. В настоящее время проводится работа по получению соответствующего сертификата в «УкрСЕПРОЗ».

ООО «Стратегия БМ», Киев
 ЗАО «НВО «Червона Хвиля», Киев
 ООО «КБ ВМО», Киев
 ФТИМС, Киев
 Поступила 03.08.2007