

## ИСКРОВОЕ УСТРОЙСТВО С ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ ПОДАЧЕЙ ПОРОШКА В ДУГОВОЙ РАЗРЯД

А.К.Туманов, Т.Г.Туманова, А.Г.Змитревич  
 ОАО "Челябинский электрометаллургический комбинат"  
 454081, Челябинск, ОАО ЧЭМК  
 zmitrevitch@chemk.ru

Поступила в редакцию 27 декабря 2001 г.

Предложено новое искровое устройство для ввода порошкообразного образца в разряд спектрального источника способом вдувания. Регулирование скорости подачи порошка осуществляется путем изменения межэлектродного промежутка искрового разряда с помощью электродинамической системы. Устройство обладает малой инерционностью, хорошей линейностью и широким диапазоном регулирования.

THE DEVICE FOR INJECTION OF POWDER INTO SOURCE BY SPARK WITH THE ELECTRODYNAMIC CONTROL OF SPEED

A.K.Tumanov, T.G.Tumanova, A.G.Zmitrevich

The new device for the emission spectrochemical analysis of powders by a way of injection into source of stimulation is described in this paper. The control of injection here is carried out by original electrodynamic system. This device has the increased speed and accuracy of work.

**Туманов Анатолий Кириллович** - кандидат технических наук, начальник лаборатории физических методов анализа ОАО ЧЭМК.

Область научных интересов: эмиссионный спектральный анализ порошкообразных веществ.

Автор более 50 печатных работ и изобретений.

**Туманова Татьяна Григорьевна** - кандидат химических наук, научный консультант.

Область научных интересов: химические процессы в спектральных источниках света.

Автор более 30 печатных работ и изобретений.

**Змитревич Александр Генрихович** - инженер рентгеноспектрального анализа ОАО ЧЭМК.

Область научных интересов - атомный эмиссионный спектральный анализ порошковых материалов; исследование процессов, влияющих на аналитический сигнал при введении порошка в источник эмиссии методом вдувания.

Автор 3 научных публикаций

В 1970 году был запущен в эксплуатацию разработанный в аналитической лаборатории ЧЭМК комплекс аппаратуры для спектрального анализа порошков способом вдувания, предназначенный для совместной работы с атомно-эмиссионным спектрометром. Особенностью комплекса является автоматическая система управления вдуванием (АСУВ) с использованием сигнала неразложенного света дуги [1]. АСУВ обеспечила существенное повышение воспроизводимости абсолютных и относительных интенсивностей спектральных линий определяемых элементов, позволила регулировать интенсивность

спектра путем простого изменения величины уровня опорного напряжения и подавила влияния сыпучести и других дестабилизирующих факторов на результаты анализа. Благодаря достоинствам АСУВ, был разработан, аттестован и внедрен в производство пакет методик спектрального анализа, охватывающий целый ряд материалов ферросплавного производства [2].

С целью улучшения эксплуатационных качеств, разработанный комплекс неоднократно подвергался модернизации. Не затрагивая самого принципа построения АСУВ, модернизации подвергались практически все основные узлы комп-



лекса, включая вдувающее устройство. Ниже описан его последний и наиболее удачный вариант.

С самого начала мы отказались от вибрирующих воронок и других известных механических устройств для вдувания. Как правило, они ненадежны в эксплуатации и плохо подходят для АСУВ из-за нелинейности регулировочной характеристики, особенно при малых скоростях подачи порошка. Кроме того, в таких устройствах наблюдаются слипание частиц в крупные агрегаты внутри струи аэрозоля и окомковывание пробы в дозаторе в процессе анализа.

Нами было разработано искровое вдувающее устройство, в значительной степени свободное от указанных недостатков [3]. Подача порошка осуществляется за счет действия ударной волны вспомогательной искры, действующей между электродами, расположенными вблизи сосуда с порошком. Каждая ударная волна от отдельной искры вызывает поступление из сосуда некоторой порции порошка, которая и вводится в плазму источника света. Вследствие весьма быстрого нарастания давления внутри ударной волны (порядка долей микросекунды) окомковывание порошка в сосуде не происходит и агрегаты частиц внутри аэрозоля не образуются.

Масса единичной дозируемой порции зависит от амплитуды скачка давления в ударной волне, которая, в свою очередь, определяется параметрами искры. Благодаря этому становится возможным регулировать скорость подачи порошка. Для этого можно изменять энергию искры с помощью конденсатора переменной емкости или варьировать крутизну переднего фронта ударной волны включением в цепь питания искры регулирующего элемента, например переменного резистора. Но наиболее эффективно, по нашему мнению, изменять длину межэлектродного промежутка, т.к. при этом достигается самый широкий диапазон регулирования.

В первых вариантах устройства ввода порошков это осуществлялось с помощью реверсивного электродвигателя, подключенного к блоку управления АСУВ. По командам блока управления электродвигатель поворачивал эксцентрик, перемещающий один из электродов, благодаря чему изменялась скорость подачи порошка. Опыт эксплуатации аналитических комплексов с такими устройствами показал, что при всех отмеченных выше достоинствах точность работы АСУВ ограничивается инерционностью электродвигателя, что побудило нас разработать более быстросрабатывающий способ управления вдуванием.

На основе проведенных исследований было

разработано устройство с электродинамическим управлением подачи порошка, в котором отсутствуют инерционные элементы (рис. 1).

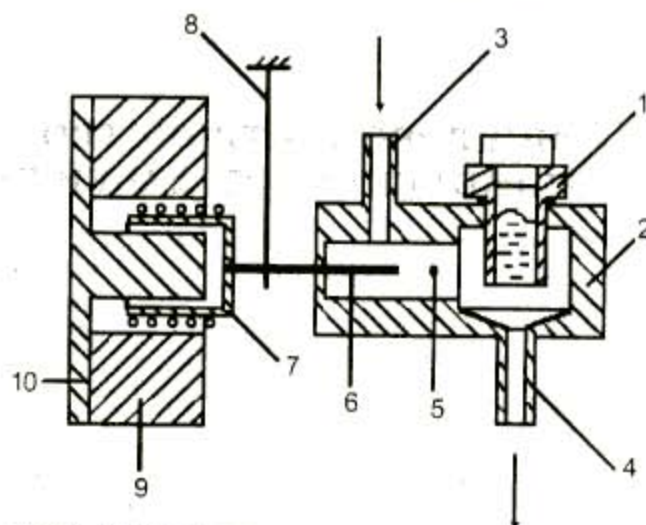


Рис.1. Устройство ввода порошков с электродинамическим управлением: 1 – сосуд для пробы; 2 – камера; 3 – штуцер для сжатого воздуха; 4 – сопло; 5 – неподвижный электрод; 6 – подвижный электрод; 7 – катушка; 8 – пружина; 9 – постоянный магнит; 10 – магнитопровод

Сосуд для пробы 1, имеющий сетчатое дно, размещен в камере 2, снабженной штуцером 3 для подвода сжатого воздуха и соплом 4 для выхода аэрозоля. В камере расположены неподвижный и подвижный электроды искрового разряда (соответственно 5 и 6). Подвижный электрод механически связан с катушкой 7, подвешенной на пружине 8 в кольцеобразном зазоре между постоянным магнитом 9 и магнитопроводом 10. Электроды присоединены к генератору высоковольтных импульсов (на рис. 1 не показан). Катушка подключена к выходу блока управления АСУВ.

Устройство работает следующим образом. Высоковольтные импульсы, приложенные к электродам, вызывают появление в межэлектродном промежутке искровых разрядов, которые приводят к образованию ударных волн в полости камеры. Под их действием порошок из сосуда через сетчатое дно проникает в полость камеры, откуда сжатым воздухом выдувается через сопло в плазму источника возбуждения спектра. Скорость подачи порошка при прочих равных условиях зависит от длины межэлектродного промежутка.

Команды блока управления АСУВ в виде напряжения определенной величины и полярности поступают на катушку, и по ее виткам протекает ток, вызывающий появление соответствующего ему магнитного поля. Поле катушки взаимодействует с полем постоянного магнита, что приводит к возникновению электродинамичес-



кой силы, приложенной к катушке. В результате катушка перемещается в точку, где электродинамическая сила уравнивается силой натяжения пружины и там останавливается.

Следовательно, положение катушки и связанного с ней электрода определяется величиной и полярностью протекающего по ее виткам тока, т.е. командой АСУВ. Таким образом, АСУВ своими командами непрерывно изменяет длину межэлектродного промежутка так, чтобы скорость подачи порошка оставалась постоянной при любых дестабилизирующих факторах.

Электродинамическим системам вообще свойственны хорошая линейность между поданным напряжением и перемещением катушки и высокая точность работы. Переход на электродинамическую систему управления взамен электродвигателя позволил резко снизить инерционность вдувающего устройства. Измерения показали, что в новом устройстве время изменения межэлектродного промежутка от нуля до макси-

муму может быть доведено до 0,1 сек. В устройстве с электродвигателем это время определялось моментом инерции ротора и составляло 2,2 сек.

Меньшая инерционность устройства ввода порошков с электродинамическим управлением существенно повысила устойчивость АСУВ против автоколебаний и точность ее работы. На рис. 2 представлены записи интенсивности неразложенного света дуги для обоих устройств, сделанные с помощью шлейфового осциллографа. Можно видеть, что для устройства с электродвигателем имеет место переходный процесс, длящийся несколько секунд, после которого устанавливается режим стабилизации скорости подачи порошка. Для устройства с электродинамическим управлением переходный процесс практически отсутствует и режим стабилизации устанавливается сразу. Кроме того, с новым устройством значительно снизилась амплитуда флуктуаций текущей интенсивности, что свидетельствует о повышении точности работы вдувающего устройства.

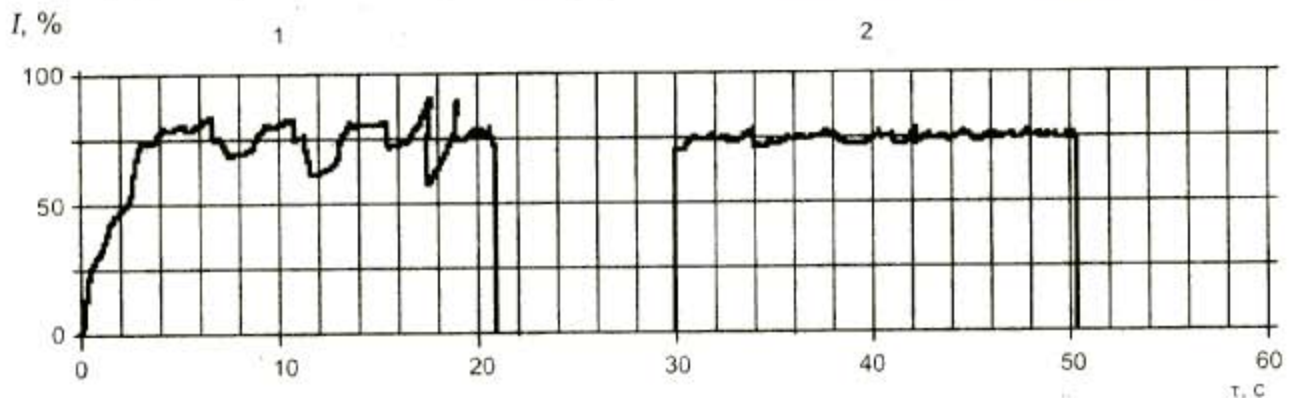


Рис. 2. Зависимость интенсивности неразложенного света  $I$  от времени  $t$ . 1 - устройство с электродвигателем; 2 - устройство с электродинамическим управлением

В новом устройстве нет узлов трения, благодаря чему отсутствуют зона нечувствительности АСУВ и гистерезис характеристики управления. По той же причине при длительной эксплуатации не наблюдалось периодического заклинивания подвижной системы из-за набивания порошка в узлы трения, характерного для устройства

с электродвигателем.

Таким образом, устройство ввода порошков с электродинамическим управлением подачей порошка обладает более высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, чем ранее применявшееся устройство с электродвигателем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. № 661262 СССР. Аппарат для спектрального анализа порошков / А.К.Туманов, Т.Г.Туманова // Бюл. изобрет. 1972. №17. С. 178.
2. Туманова Т.Г., Туманов А.К. // Аналитические возможности автоматической системы управления вдуванием порошков в источник возбуждения спектра // Но-

- вые методы спектрального анализа: Сб. Новосибирск: Наука. Сибирское отд-е, 1983. С. 131-133.
3. А. С. № 797322 СССР. Устройство для вдувания порошка / А.К.Туманов, Т.Г.Туманова // Бюл. изобрет. 1983. №19. С. 213.

\* \* \* \* \*