

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ

Межведомственный диссертационный совет Д 01.07.342

*На правах рукописи
УДК 543.423(575.2)(04)*

Таштанов Рустам Абдырасулович

**СПЕКТРОАНАЛИТИЧЕСКИЕ
ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО
ДВУХСТРУЙНОГО ПЛАЗМАТРОНА**

Специальность 01.04.05 – Оптика

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Бишкек – 2007

Работа выполнена в лаборатории атомной спектроскопии Института физики Национальной академии наук Кыргызской Республики

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
Урманбетов Карыбай

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор **Маринов Аранбай Маринович**

кандидат физико-математических наук
Байтереков Алымбек Токоевич

Ведущая организация: Кыргызско-Российский Славянский
университет им. Б.Н.Ельцина, г.Бишкек

Защита состоится «___» _____ 2007г. в ____ часов на заседании Межведомственного диссертационного совета Д 01.07.342 по присуждению ученых степеней доктора и кандидата наук при Институте физики Национальной академии наук Кыргызской Республики, Иссык-Кульском государственном университете им. К.Тыныстанова и Ошском государственном университете по адресу: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265а.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке Национальной академии наук Кыргызской Республики

Автореферат разослан «___» _____ 2007г.

**Ученый секретарь Межведомственного
диссертационного совета, к.ф.-м.н**

Меренкова Л.К.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Атомно-эмиссионный спектральный анализ является наиболее распространенным методом определения состава вещества при поиске месторождений полезных ископаемых, исследовании состава горных пород, минералов, экологических проб, контроля технологических процессов в металлургии и других отраслях народного хозяйства.

Широкое применение в практике эмиссионного спектрального анализа находят электродуговые нагреватели газа – плазматроны. Одним из таких плазматронов является двухструйный плазматрон ДГП-50, разработанный в Институте физики АН Кирг. ССР (Жеенбаев Ж.Ж., Энгельшт В.С). Указанный плазматрон показал высокую эффективность в научных исследованиях и технологических процессах.

При разработке конструкции двухструйного плазматрона ДГП-50 одним из условий являлось требование экономичности технологического процесса, а именно: плазматрон должен работать и генерировать высокоэнтальпийный ламинарный поток плазмы при сравнительно небольших токах дуги и малом расходе защитного и плазмообразующего (рабочего) газа. Действительно, диапазон рабочих токов в плазматроне ДГП-50 составляет 50-250А, а расход рабочего газа аргона равен примерно 4-5 л/мин. Для сравнения укажем, что, например, в индуктивно связанном плазматроне расход дорогостоящего газа аргона в несколько раз больше и составляет около 20 л/мин.

Следует подчеркнуть, что требование экономичности приобретает в последние годы особенную актуальность в связи с необходимостью разработки и внедрения энергосберегающих технологий.

На сегодняшний день двухструйный плазматрон ДГП-50 используется в различных отраслях науки и техники. Вместе с тем, как указывают авторы конструкции плазматрона ДГП-50, дальнейшее развитие и эффективное использование плазматронов неразрывно связано с разработкой новых и усовершенствованием существующих методов исследования.

Качественный анализ конструктивных особенностей двухструйного плазматрона ДГП-50 позволяет сделать вывод, что его потенциальные возможности при проведении спектрального анализа далеко не исчерпаны в плане повышения эффективности работы и экономичности в эксплуатации. Дело в том, что в конструкции плазматрона ДГП-50 расстояние между срезами сопел электродных струй составляет не менее чем 22 мм. Вследствие этого слияние плазменных струй и формирование рабочей зоны, куда подается исследуемый материал, наблюдается на расстояниях более чем в 25 мм от поверхности плазменных головок. В подобной конструкции высокотемпературные участки плазменных струй, прилегающие к головкам

плазматрона, остаются вне рабочей зоны и практически не используются в технологическом процессе. При этом достаточно большое расстояние от поверхности головок до рабочей зоны обуславливает чрезмерное рассеяния вводимого материала. Кроме того, достаточно большое расстояние между плазменными головками требует сравнительно больших значений (80-100 А) силы тока, что обуславливает увеличения скорости плазменных струй и, тем самым, уменьшение времени пребывания материала в рабочей зоне. Указанные факторы в совокупности ограничивают возможности плазматрона ДГП-50.

Поэтому можно предположить, например, что сближение плазменных головок друг к другу в большей мере будет способствовать использованию тепловой энергии приэлектродных плазменных струй и более полному вводу материала в рабочую зону. Кроме этого, сближение плазменных головок позволит работать с меньшими значениями силы тока и расходом рабочего газа, что приведет к уменьшению скорости плазменных струй и, тем самым, увеличению времени пребывания материала в рабочей зоне.

Таким образом, модернизация существующей конструкции двухструйного плазматрона ДГП-50 и исследование его возможностей в области атомно-эмиссионного спектрального анализа представляется актуальной задачей.

В связи с этим была модернизирована конструкция двухструйного плазматрона ДГП-50 с целью использования высокотемпературных зон, примыкающих к электродам. Модернизация дала возможность сблизить срезы сопел электродных струй до 8-9 мм. Созданной конструкции модернизированного двухструйного плазматрона было присвоено название *двухструйный плазматрон – 50 модернизированный* (ДГП-50М).

Исследования проводились в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института физики НАН КР в рамках проекта «Физика низкотемпературной плазмы и плазменные технологии. Оптимизация способа подачи порошковых проб в многоструйную плазму», а также по проектам Международного научно-технического центра KR 715 и KR 850.

Целью работы являлось исследование спектроаналитических возможностей модернизированного двухструйного плазматрона ДГП-50М для атомно-эмиссионного спектрального анализа порошковых проб.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Для модернизированного двухструйного плазматрона (далее в тексте – ДГП-50М) определение оптимальных параметров работы – силы тока, расхода рабочего и транспортирующего порошок газа.

2. Исследование технологических характеристик плазматрона ДГП-50М:

- размеры и пространственное положение рабочей (аналитической) зоны;
- распределение интенсивности спектральных линий;

- условия оптимального вхождения порошковых проб в плазму;
- чувствительность и точность спектрального анализа.

3. Проведение сравнительного анализа характеристик плазматрона ДГП-50М с прежней конструкцией плазматрона.

Научная новизна:

1. Предложена модернизированная конструкция двухструйного плазматрона ДГП-50М с расстоянием между срезами сопел около 9 мм.

2. Экспериментально установлено, что конструкция плазматрона ДГП-50М удовлетворяет требованиям, предъявляемым к плазматронам для проведения спектрального анализа:

- генерирует стационарный высокоэнтальпийный ламинарный поток плазмы;

- обеспечивает наиболее полное вхождение исследуемого материала в (аналитическую) рабочую зону.

3. По сравнению с плазматроном ДГП-50, модернизированный плазматрон ДГП-50М характеризуется большей эффективностью работы и экономичностью в эксплуатации, а именно:

- позволяет повысить чувствительность атомно-эмиссионного спектрального анализа в среднем на 2 порядка;

- работает при значениях силы тока около 50 А и расходе рабочего газа около 2.5 л/мин, что обуславливает снижение примерно вдвое потребляемой электрической энергии и расхода газа.

Практическая значимость работы: модернизированная конструкция плазматрона ДГП-50М удовлетворяет требованиям, предъявляемым к плазматронам для проведения атомно-эмиссионного спектрального анализа, и выгодно отличается от прежней конструкции плазматрона ДГП-50 высокой чувствительностью и в большей степени соответствует требованиям энергосберегающих технологий. Плазматрон ДГП-50М может быть рекомендован для замены плазматрона ДГП-50 в технологиях атомно-эмиссионного спектрального анализа порошковых проб.

На защиту выносятся результаты экспериментального исследования плазматрона ДГП-50М:

- обеспечение достаточно полного вхождения исследуемого материала в аналитическую зону;

- по сравнению с прежней конструкцией плазматрона, модернизированный плазматрон позволяет, во-первых, повышение чувствительности спектрального анализа в среднем на 2 порядка; во-вторых, потребление примерно вдвое меньшей электрической энергии и количества рабочего газа;

- модернизация двухструйного плазматрона дала возможность одновременного определения широкого круга элементов из одной аналитической области потока плазмы с единым образцом сравнения.

Личный вклад соискателя заключается в следующем:

- модернизация существующей конструкции двухструйного плазматрона ДПП-50;

- выполнение экспериментальной части работы, с целью исследования новых возможностей ДПП-50М в области атомно-эмиссионного спектрального анализа;

- определение целей исследования и обсуждение полученных результатов проводилось совместно с научным руководителем к.ф.-м.н. Урманбетовым К. и академиком НАН КР, д.ф.-м.н. Жеенбаевым Ж.Ж., в проведении экспериментов принимали участие Доржуева Г.Ж., и Жолболдиев Б.Т.

Апробация работы. Основные результаты диссертации отражены в 18 публикациях, из них 1 Евразийский патент, докладывались и обсуждались на Первой Республиканской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых (ИГУ им. К.Тыныстанова, Каракол, 2002г), на международной конференции «Развитие информационно-коммуникационных технологий в информационном обществе: состояние и перспективы» (Бишкек, 2004г), Республиканской научной конференции, посвященной Всемирному году физики и 80-летию профессора Л.В.Тузова. (Бишкек, 2005г), Международной научно-технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике» (Бишкек, 2006г).

Структура и объем диссертации. Настоящая работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Полный объем 124 страниц, диссертация включает 5 таблиц, 31 рисунков. Список литературы содержит 124 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, практическая значимость и вносимые на защиту положения.

В первой главе приведен краткий обзор литературных данных по применению двухструйного плазматрона ДПП-50, предназначенного для эмиссионного спектрального анализа порошковых проб. Приводятся результаты исследований по оптимизации параметров применительно к анализу порошковых проб, результаты измерений температуры потока плазмы двухструйного плазматрона и разработанные методики проведения спектрального анализа порошковых проб на данном плазматроне.

Во второй главе рассматривается конструкция плазматрона – ДГП-50М. Также даются особенности потока плазмы ДГП-50М и его сравнительный анализ с прежним плазматроном ДГП-50.

При разработке модернизированного двухструйного плазматрона основное внимание уделялось максимальному сближению его электродных струй. При угле слияния электродных струй 60° плазматрона ДГП-50М позволяет сблизить срезы сопел плазматрона до 8-9 мм, и отдельные плазменные струи сливаются на таком же расстоянии, как между срезами сопел, где температура более высока (рис. 1). Использование высокотемпературных зон электродных струй ближе к срезу сопел дало возможность при меньших расходах газа и меньшей силе тока улучшить пределы обнаружения элементов.

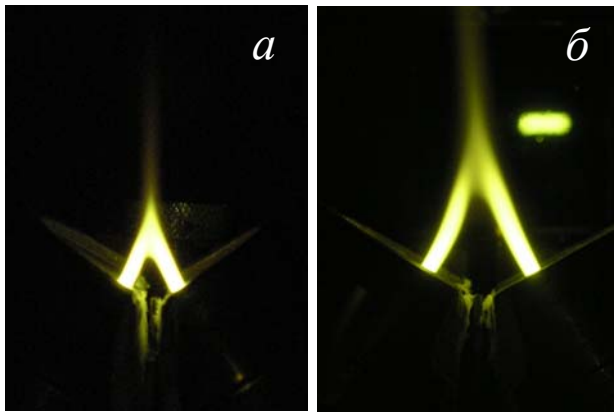


Рис. 1. Общий вид потока плазмы, образованного ДГП-50М (а) и ДГП-50 (б) конструкциями двухструйного плазматрона при оптимальных параметрах для анализа порошковых проб: а – 55А и 2.5 л/мин; б – 85А и 3.5 л/мин

При слиянии токопроводящие струи плазмы испытывают силы отталкивания, определяемые известным законом Ампера для магнитного взаимодействия двух проводников (1)

$$F = \mu \frac{I^2 L}{4\pi r} \cos \alpha \quad (1)$$

где I – ток дуги, r – расстояние между проводниками, L – длина проводников, μ – магнитная проницаемость среды, α – угол слияния между струями. Из формулы (1) видно, что в плазматроне ДГП-50М отталкивающие силы меньше по сравнению с ДГП-50, т.к. он работает

при меньших силах тока (50-55А) и длинах струй плазмы (9мм). Поэтому плазменные струи, сформированные плазменными каналами модернизированного плазматрона, сильно не расходятся при меньших расходах рабочего газа (1 л/мин), в месте слияния образуется нагретая токопроводящая перемычка (рис. 2 а). Влияние силы Ампера наглядно видно при незначительных расходах рабочего газа (0.5 л/мин): что электродные струи расходятся, поток плазмы образуется двумя отдельными струями, а в месте слияния остается токопроводящая перемычка (рис. 2 б). При очень низких расходах рабочего газа увеличение силы тока приводит к сильному расхождению электродных струй, что свидетельствует об увеличении силы отталкивания, но токопроводящая перемычка в месте слияния становится более плотной и увеличивается в размерах (рис. 2 в). В конструкции двухструйного

плазматрона ДГП-50 электродные струи сильно искривлялись при расходах рабочего газа ниже оптимальных значений, и в месте слияния имели почти нулевой угол соударения. Поток плазмы образовывался двумя близко идущими параллельными струями, и между ними возникала холодная зона, начиная с расхода 2.5 л/мин (рис. 2 г), а при расходе 1л/мин дуга гасла. Такое изменение структуры струи плазмы и места слияния плазменных потоков плазматрона ДГП-50М от силы тока соответствует результатам исследований проведенных на плазматроне ДГП-50, что значение силы тока сильно влияет на образование общего потока плазмы. Поэтому, использование меньших сил тока является целесообразным для создания благоприятных условий возбуждения спектров элементов в месте слияния электродных струй плазматрона.

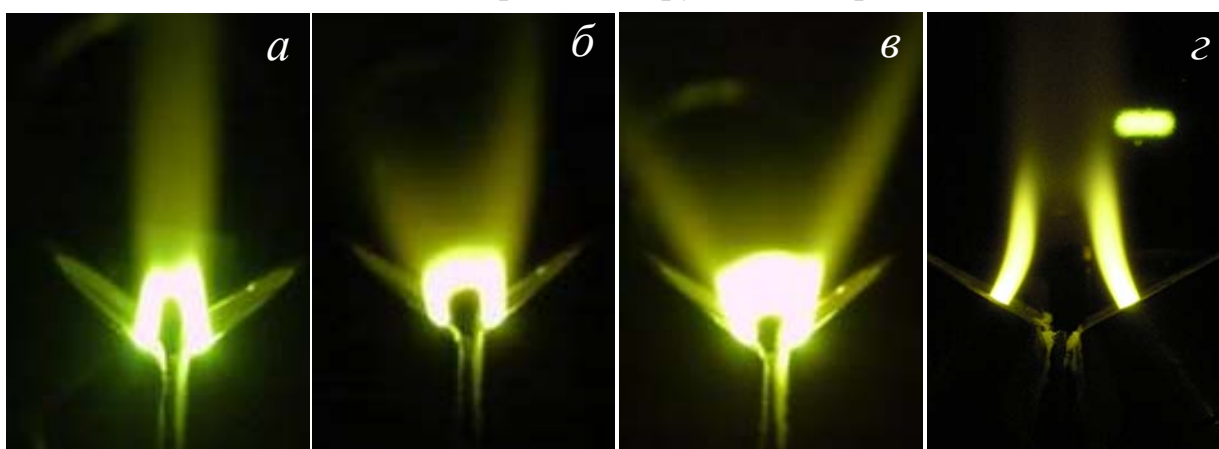


Рис. 2. Общий вид потока плазмы, образованного ДГП-50М (а, б, в) и ДГП-50 (г) конструкциями двухструйного плазматрона при расходах рабочего газа ниже оптимальных значений: (а) – 1 л/мин, 55А; (б) – 0.5 л/мин, 55А; (в) – 0.5 л/мин, 100А; (г) – 2 л/мин, 80А

Характерной особенностью работы плазматрона ДГП-50М является слияние электродных струй ближе к срезу сопла. При этом торец трубочки для пробоподачи располагается на небольшом расстоянии от места слияния струй и создаются благоприятные условия для более полного вхождения вдуваемых порошковых проб в центральную высокотемпературную зону потока за счет уменьшения площади сечения конуса распыли, создаваемой телесным углом при распылении порошка (рис. 3). Тем самым увеличивается количество излучающих атомов и ионов в плазме, что повышает интенсивность спектральных линий элементов; это в конечном итоге приводит к улучшению предела обнаружения спектрального анализа. Конструкция плазматрона ДГП-50 не давала возможности приблизить торец пробоподающей трубки к месту слияния струй, т.к. приближение на расстояние менее чем на 25 мм приводило к оплавлению порошков и прилипанию к торцу трубки.

Увеличение поступающих проб в аналитическую зону можно оценить из отношений площадей, образованных конусом распыления порошка на разных расстояниях от торца труб пробоподачи. Отношение площадей, образованных в

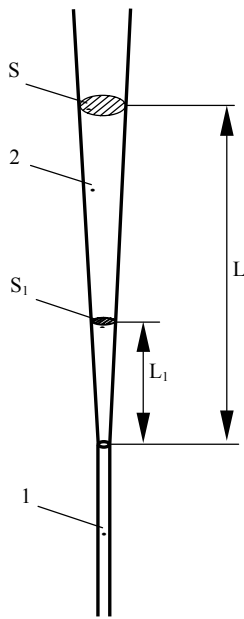


Рис. 3. Конус, создаваемый аэрозвесью при распылении порошка: 1 – трубка пробододачи; 2 – распыляемый поток аэрозвеси; S и S_1 – площади сечения конуса, создаваемые телесным углом на расстоянии L и L_1

месте слияния струй сечением конуса аэрозвеси порошков S и S_1 на расстояниях L и L_1 от торца пробододающей трубы, можно записать следующим образом:

$$\frac{S}{S_1} = \frac{L^2}{L_1^2} \quad (2)$$

Отсюда, учитывая значения расстояния от торца пробододающей трубы до места слияния в прежнем плазматроне ДГП-50 ($L=25\text{мм}$) и модернизированном ($L_1=9\text{мм}$), оценим уменьшение площади рассеяния на расстоянии L_1 :

$$S_1 = \frac{S}{7,72} \quad (3)$$

Из (3) видно, что площадь сечения конуса S_1 создаваемого распыляемым порошком на расстоянии 9 мм уменьшается в 7,72 раза по сравнению с площадью на расстоянии 25 мм. Это способствует увеличению количества проб, вводимых в самую горячую зону плазмы и увеличению концентрации излучаемых атомов и ионов. Использование электродных зон ближе к срезу сопел обеспечивает увеличение времени пребывания частиц порошка в аналитической зоне, что связано с уменьшением скорости потока плазмы т.к. оптимальными параметрами являются низкий ток (50-55А) и расход рабочего газа (2.5л/мин).

Таким образом, плазматрон ДГП-50М позволяет увеличить время пребывания частиц порошка в потоке плазмы и концентрацию излучаемых атомов и ионов в аналитической зоне. В итоге, пробы более полно испаряются и хорошо возбуждаются спектральные линии атомов и ионов, в результате чего улучшаются пределы обнаружения элементов в спектральном анализе в десятки раз.

В третьей главе работы приводятся результаты исследований по оптимизации режима работы модернизированного двухструйного плазматрона применительно к анализу порошковых проб. Излагаются результаты экспериментальных исследований, и рассматривается влияние легкоионизируемой добавки на температуру потока плазмы.

При разработке методики спектрального анализа часто появляется необходимость усиливать или ослаблять интенсивность спектральных линий и

фона. Это обычно достигается изменением режима работы плазматрона и подбором условий регистрации.

Выбор силы тока. Сила тока двухструйного плазматрона является одним из важных параметров, определяющим интенсивность спектральных линий элементов, так как, изменяя силу тока можно регулировать температуру потока плазмы двухструйного плазматрона в широком интервале. Экспериментальные исследования показали, что изменение силы тока не оказало существенного влияния на максимумы интенсивности спектральных линий элементов (рис. 4). На рисунках представлено осевое распределение интенсивности ионной и атомной линии хрома – Cr II 284.32 и Cr I 302.16, атомной линии мышьяка – As I 286.04 нм при различных силах тока и зависимость их максимумов от силы тока. В отличие от результатов исследований плазматрона ДГП-50, в плазматроне ДГП-50М максимумы интенсивности различных линий атомов и ионов по высоте плазменного потока пространственно не разделены. Максимумы интенсивности различных спектральных линий имеют пологий вид, и локализуются до места слияния и в месте слияния. При больших токах (80А) интенсивности спектральных линий в основном потоке увеличиваются, приближаясь к максимуму. С уменьшением силы тока интенсивность

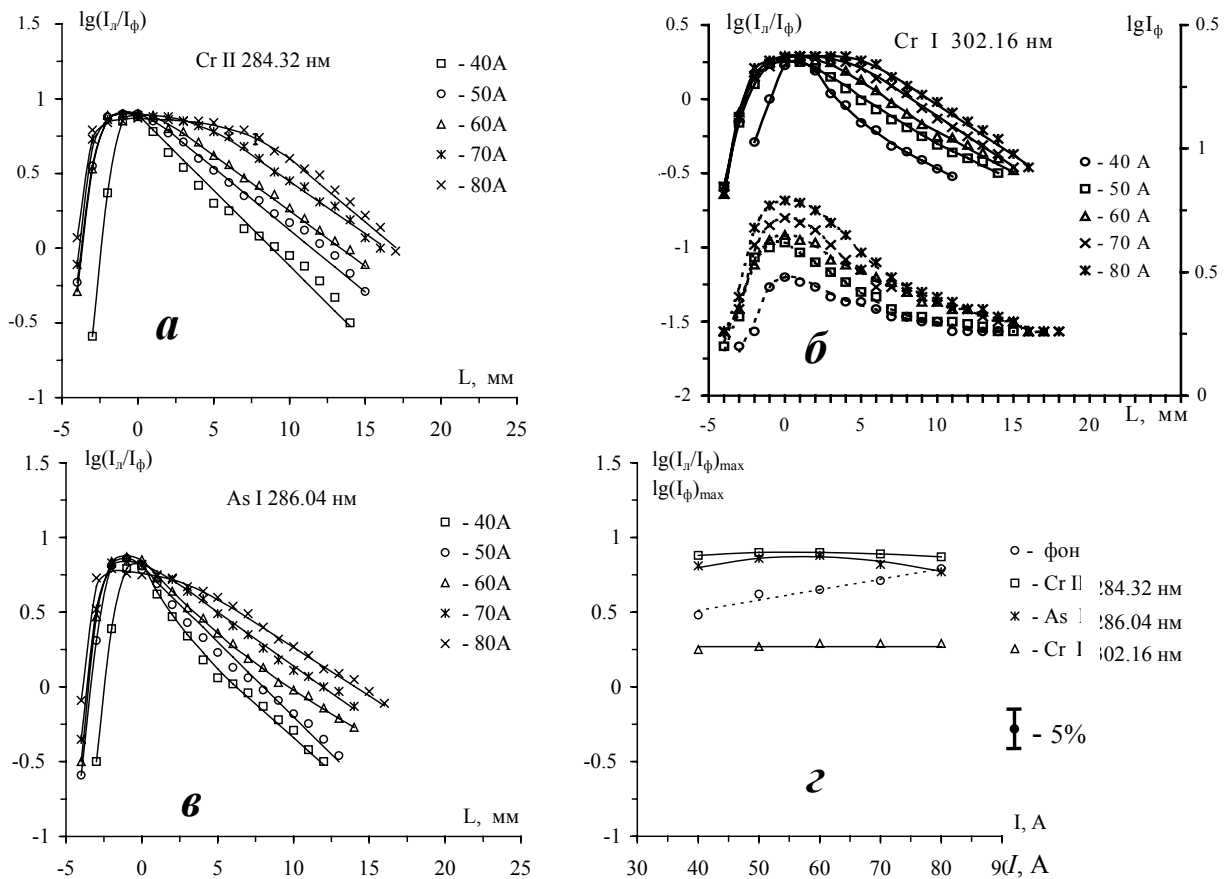


Рис. 4. Распределение интенсивности спектральных линий элементов (сплошная линия) и фона (пунктир) в потоке плазмы при различных силах тока (а, б, в) и зависимость их максимумов от силы тока (г)

спектральных линий атомов и ионов в участке до слияния струй падает, начиная от 50А, а в основном потоке ослабление еще больше. Изменение силы тока в пределах от 40 до 80А не оказало существенного влияния на максимум интенсивности спектральных линий элементов в месте слияния. Интенсивность фона растет прямо пропорционально силе тока.

Максимумы интенсивностей спектральных линий локализируются в зоне входа пробы в плазму, это вероятно связано с тем, что данная зона обладает необходимой температурой, малой скоростью потока плазмы в аналитической зоне и малой скоростью подачи пробы. Все это способствует образованию единого максимума интенсивностей спектральных линий атомов и ионов.

Выбор расхода рабочего газа (аргон). Изменение расхода рабочего газа при фиксированных силе тока и расходе транспортирующего газа приводит к изменению температуры и скорости потока плазмы, и это может оказать сильное влияние на испарение и возбуждение спектров атомов и ионов элементов и, тем самым, на их интенсивность. Максимальные значения интенсивности для атомных линий легко и средне возбуждимых элементов достигаются при расходе рабочего газа 2 л/мин, а для ионных линий и атомных линий трудновозбудимых элементов при 3 л/мин (рис. 5). При дальнейшем

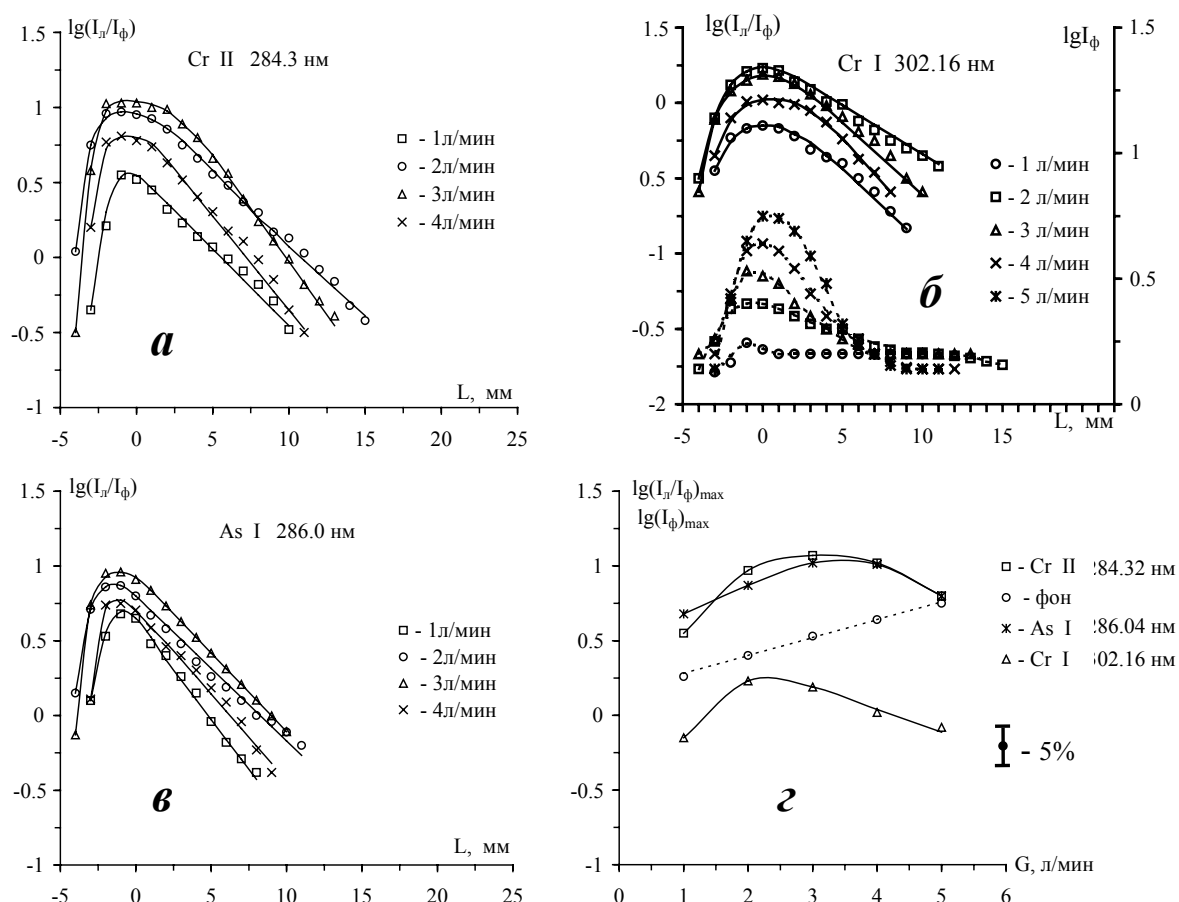


Рис. 5. Распределение интенсивности спектральных линий элементов (сплошная линия) и фона (пунктир) в потоке плазмы при различных расходах рабочего газа (а, б, в) и зависимость их максимумов от расхода рабочего газа (г)

увеличении расхода рабочего газа максимумы как атомных, так и ионных спектральных линий элементов уменьшаются. Положение максимумов атомных линий трудновозбудимых элементов совпадает с максимумами ионных линий элементов. Интенсивность фона растет пропорционально расходу рабочего газа.

Визуальные наблюдения показали, что при очень малых расходах рабочего газа (менее чем 1 л/мин) в модернизированном плазматроне поток плазмы образуется двумя отдельными струями, сливаясь лишь периферийными участками, как показано в рисунке 2, а. С увеличением расхода рабочего газа зона слияния становится более нагретой, а электродные струи и плазменный поток становятся более плотными, что обуславливает быстрый рост интенсивности фона. При расходах рабочего газа выше оптимальных значений ухудшается введение частиц порошка в наиболее горячие зоны плазмы из-за появления обратных потоков, обусловленных газодинамическим соударением струй плазмы, что приводит к обтеканию холодным газом с порошком высокотемпературного столба дуги (рис. 6 б, в). Из-за увеличения скорости

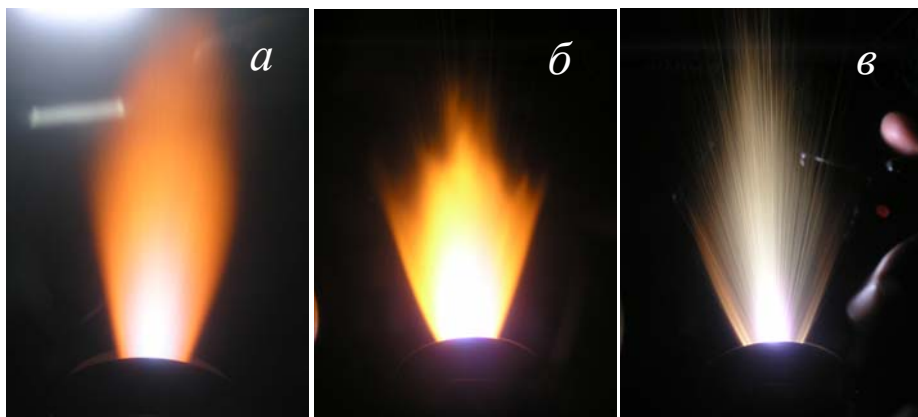


Рис. 6. Общий вид введения порошка (а, б) и графитового порошка (в) в поток плазмы плазматрона ДГП-50М при расходах рабочего газа 2.5 л/мин (а) и 3.5 л/мин (б, в)

плазмы уменьшается время пребывания частиц порошка в аналитической зоне, что приводит к быстрому выносу частиц порошка из аналитической зоны. При расходе более чем 3 л/мин часть вводимых проб отбрасывалась под разными углами к первоначальной траектории и обтекала плазменный поток (рис.6 в), следствием этого является уменьшение максимумов интенсивности спектральных линий элементов.

Выбор расхода транспортирующего порошок газа (аргон). Одним из важных параметров при спектральном анализе порошковых проб с применением двухструйного плазматрона является расход (скорость) транспортирующего газа, так как время пребывания частиц порошка в плазме, зависит и от скорости подачи порошковых проб. Расход газа для подачи

порошка должен подбираться так, чтобы струя газа с порошком проникала в самые горячие зоны потока плазмы, но не пролетала слишком быстро. Установлено, что максимальная эмиссия атомов и ионов реализуется при расходе транспортирующего газа 0.2 л/мин до слияния электродных струй (рис 7). Дальнейший рост расхода газа уменьшает время пребывания частиц порошка в аналитической зоне потока плазмы, что приводит к снижению интенсивности спектральных линий. В участке плазмы до слияния струй интенсивность спектральных линий сильно падает, видимо с увеличением расхода транспортирующего газа аналитический участок плазмы до слияния струй в какой-то степени охлаждается, о чем свидетельствует снижение фона на данном участке. Максимумы интенсивностей, как спектральных линий, так и фона уменьшаются с увеличением расхода транспортирующего газа, смещаясь в сторону основного потока.

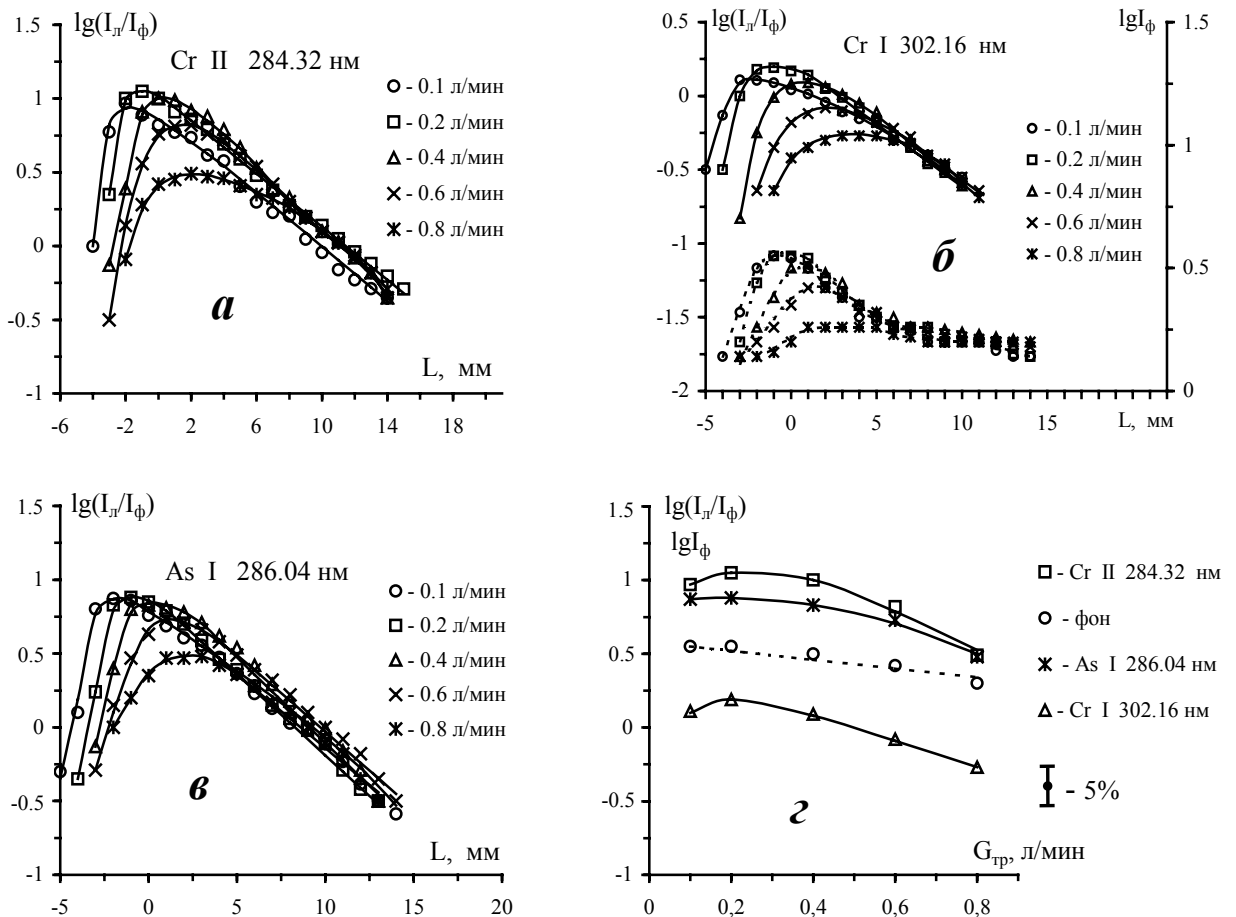


Рис. 7. Распределение интенсивности спектральных линий элементов (сплошная линия) и фона (пунктир) в потоке плазмы при различных расходах транспортирующего газа (а, б, в) и зависимость их максимумов от расхода транспортирующего газа (г)

Определение эффективной температуры потока плазмы. Известно, что состав анализируемого вещества сильно влияет на температуру газа в дуговых источниках возбуждения спектров, в частности, наибольшее влияние на температуру дуги оказывают легкоионизируемые элементы. Изменение температуры с вариацией химического состава проб сопровождается изменением интенсивностей спектральных линий определяемых элементов, что может быть причиной серьёзных погрешностей в спектральном анализе. Величина и характер распределения температуры оказывают существенное влияние на процессы испарения веществ, вводимых в плазму. Знание распределения эффективной температуры в потоке плазмы позволяет объяснить некоторые процессы, связанные с изменениями интенсивности спектральных линий. Нами определена эффективная температура в плоскости симметрии струй плазмы плазматрона ДПП-50М по методу относительных интенсивностей спектральных линий железа. Для измерения температуры была выбрана пирометрическая группа 12 атомных линий железа в спектральном интервале 319.1-335.5нм с известными атомными константами.

Для интенсивности спектральной линии уравнение Эйнштейна – Больцмана может быть записано в виде

$$I = \frac{g}{Z_0} h \nu A N_0 e^{-E/kT} \quad (4)$$

где I – интенсивность спектральной линии; g , Z_0 – статистический вес верхнего уровня и статистическая сумма атомов; h – постоянная Планка; ν – частота излучения; A – вероятность перехода; N_0 – концентрация атомов данного вещества в нормальном состоянии; E – потенциал возбуждения верхнего уровня спектральной линии, выраженный в эВ; k – постоянная Больцмана; T – температура плазмы.

Для единичного интервала длин волн выражение (4) запишем в следующем виде:

$$\lg \frac{I_i \lambda_i^3}{g_i f_i} = \lg \frac{\delta h N_0}{Z_0} - \frac{5040}{T} E_i \quad (5)$$

где δ – некоторый численный коэффициент; I_i , λ_i – интенсивность и длина волны; f_i – относительное значение силы осциллятора. При определенном значении температуры T зависимость функции $\lg(I_i \lambda_i^3 / g_i f_i)$ от E_i является линейной функцией и для случая выполнения больцмановского распределения атомов по возбужденным уровням экспериментальные точки, соответствующие различным спектральным линиям на графике функции $I_i = I_i(E_i)$, должны ложиться на прямую линию. Наклон этой прямой определяет температуру плазмы

$$T = -\frac{5040}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (6)$$

где α – угол наклона зависимости $\lg(I_i \lambda_i^3 / g_i f_i)$ от E_i . С целью изучения влияния легкоионизируемых добавок на температуру потока плазмы измерение проводили введением в плазму графитового порошка и смеси графитового порошка с NaF (5, 10, 20 и 50 % NaF).

В качестве примера представлена зависимость $\lg(I_i \lambda_i^3 / g_i f_i)$ от E_i в месте слияния струй при распылении в плазму графитового порошка без добавки NaF и с различными концентрациями NaF (рис. 8). Видно, что точки для всех двенадцати линий железа хорошо ложатся на прямые линии. Рассчитанные значения эффективной температуры в плоскости симметрии струй плазмы, полученные усреднением результатов из пяти повторных снимков, представлены на рис. 9. При введении в плазму графитового порошка максимальное значение температуры (~ 6200 К) реализуется в месте слияния струй. По мере удаления от места слияния температура падает. Введение в поток плазмы небольшого количества легкоионизируемой добавки (5% NaF) снижает температуру в месте слияния струи на ~ 700 К, а в основном потоке температура снижается незначительно, т.е. при удалении от места слияния струй влияние NaF уменьшается. Увеличение вводимого в плазму количества NaF приводит к дальнейшему более медленному снижению эффективной температуры, что находится в полном согласии с литературными данными. В основном потоке на расстоянии 5-6 мм от места слияния температура снижается на ~ 700 К при введении 50% NaF.

На участке до слияния струй на расстоянии 3 мм наблюдается небольшое увеличение эффективной температуры на ~ 170 К, а на участке 5 мм до слияния на ~ 250 К при добавлении 5% NaF. Такое увеличение температуры в присутствии 5 ÷ 10% NaF или NaCl отмечается в литературе. Дальнейшее

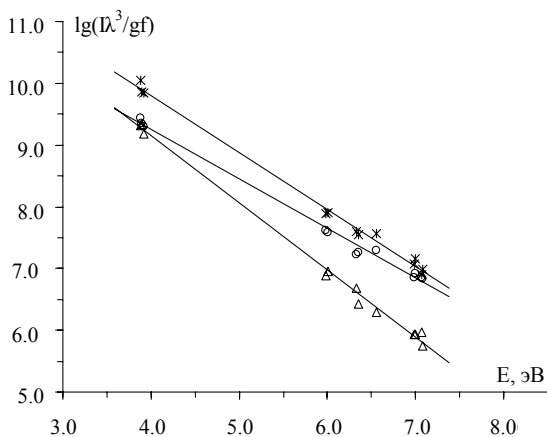


Рис. 8. Зависимость $\lg(I_i \lambda_i^3 / g_i f_i)$ от энергии возбуждения E_i атомных линий железа в месте слияния электродных струй: \circ – 0% NaF, $*$ – 5% NaF, Δ – 50% NaF

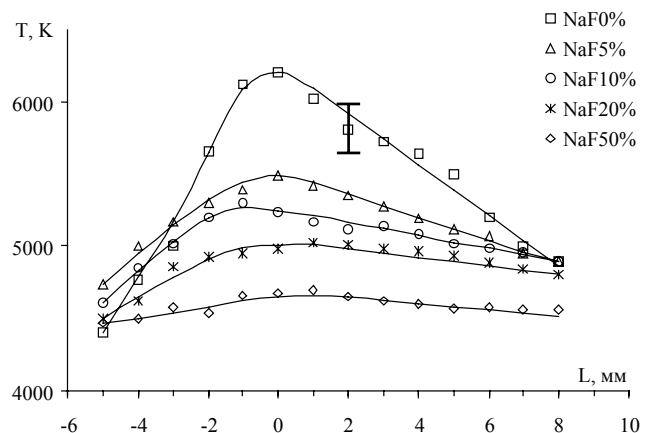


Рис. 9. Распределение эффективной температуры в плоскости симметрии плазменных струй модернизированного двухструйного плазматрона при разных концентрациях NaF

увеличение количества NaF приводит к медленному снижению эффективной температуры и до 300 К при добавлении 50% NaF. Таким образом, присутствие NaF в пробе в различных количествах оказало очень малое влияние на участке 3-4 мм до слияния струй.

В четвертой главе диссертационной работы излагаются результаты применения плазматрона ДПП-50М для атомно-эмиссионного спектрального анализа порошковых проб.

Выбор аналитической зоны потока плазмы. Установлено, что при

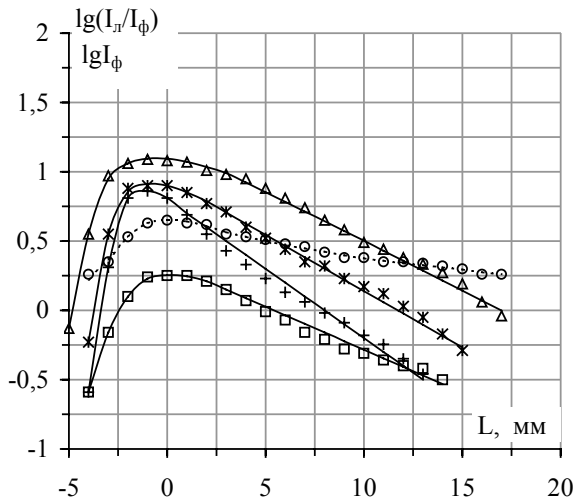


Рис. 10. Распределение интенсивности спектральных линий элементов в потоке плазмы при оптимальных параметрах плазматрона ДПП-50М: □ – Cr I 302.2, ж – Cr II 284.3, + – As I 286.0, Δ – Pb I 283.3 нм, о – фон

оптимальном режиме работы плазматрона ДПП-50М максимумы спектральных линий элементов независимо от их принадлежности атому или иону локализуются в участке до слияния струи плазмы (рис. 10). Независимость распределения максимумов спектральных линий от потенциала возбуждения и от потенциала возбуждения исследуемого элемента, по-видимому, связана с тем, что имеем дело с плазматроном с очень малой скоростью плазмы. Поэтому интенсивности всех спектральных линий исследуемых элементов достигают максимального значения при входе в плазму.

На основании проведенных исследований для одновременного определения большинства элементов на модернизированном плазматроне выбраны оптимальные параметры. В качестве компромиссно-оптимальных параметров для анализа порошковых проб являлись значение силы тока 50-55А и расход рабочего газа 2.5 л/мин. При указанных режимах работы плазматрона оптимальным расходом газа, транспортирующего порошок, оказался 0.2 л/мин, с внутренним диаметром 0.8 мм трубки для вдувания порошкового аэрозоля, зона регистрации на 2-3 мм ниже места слияния струй.

Пределы обнаружения примесей на плазматроне ДПП-50М. Предел обнаружения оценили с помощью искусственных образцов сравнения, приготовленных на графитовой основе по 3s-критерию (табл. 1). Применение плазматрона ДПП-50М для анализа порошковых проб обеспечило высокую чувствительность, предел обнаружения в среднем на 2 порядка ниже по сравнению с плазматроном ДПП-50.

Таблица 1

Сопоставление предела обнаружения примесей в графитовом порошке

Элемент	ДПП-50		ДПП-50М	
	Аналитическая линия, нм	Предел обнаружения, \underline{C} %	Аналитическая линия, нм	Предел обнаружения, \underline{C} %
As	I 234.98	$3 \cdot 10^{-4}$	I 286.04	$6 \cdot 10^{-6}$
La	II 333.75	$1 \cdot 10^{-5}$	II 333.75	$1 \cdot 10^{-7}$
Lu	-	-	II 261.54	$1 \cdot 10^{-7}$
Mn	I 279.48	$1 \cdot 10^{-6}$	II 257.61	$1 \cdot 10^{-7}$
Nb	II 316.34	$4 \cdot 10^{-5}$	II 316.34	$4 \cdot 10^{-7}$
Ni	I 305.08	$4 \cdot 10^{-6}$	II 341.47	$4 \cdot 10^{-7}$
P	-	-	I 253.56	$3 \cdot 10^{-5}$
Pb	I 283.31	$2 \cdot 10^{-5}$	I 283.31	$2 \cdot 10^{-6}$
Sb	I 259.81	$4 \cdot 10^{-5}$	I 259.81	$4 \cdot 10^{-6}$
Sc	II 336.89	$1 \cdot 10^{-5}$	II 335.37	$2 \cdot 10^{-8}$
Sn	I 283.99	$2 \cdot 10^{-5}$	I 283.99	$1 \cdot 10^{-6}$
Sr	-	-	II 346.44	$7 \cdot 10^{-7}$
V	II 318.54	$1 \cdot 10^{-6}$	II 310.23	$9 \cdot 10^{-8}$
Y	II 324.23	$1 \cdot 10^{-6}$	II 324.23	$5 \cdot 10^{-8}$
Zn	I 213.86	$1 \cdot 10^{-5}$	I 334.50	$2 \cdot 10^{-6}$
Zr	-	-	II 339.19	$3 \cdot 10^{-7}$

Проведение спектрального анализа порошковых проб. Методы определения микроэлементов должны обладать низким пределом обнаружения, достаточной быстротой и универсальностью в отношении числа одновременно определяемых элементов в различных пробах. Исследования показали, что температура выбранной нами аналитической зоны модернизированного двухструйного плазматрона очень слабо зависит от состава проб. Изменение температуры даже при добавлении больших концентраций легкоионизируемого элемента (50% NaF) незначительно. Другим важным фактором является то, что графитовый порошок играет роль буфера, устраняющего матричное влияние. Поэтому, нами проведен анализ прокаленных порошковых проб на микроэлементы до 50-ти кратным разбавлением графитовым порошком. Исследования показали, что с разбавлением графитовым порошком значительно уменьшаются интенсивности атомных линий средне и легковозбудимых элементов (рис. 11). Для линий, излучаемых однократно ионизованными атомами средне и легковозбудимых элементов, и линий, излучаемых нейтральными атомами с достаточно высокими потенциалами возбуждения интенсивность возрастает, а затем понижается. Сильное уменьшение интенсивности атомных линий средне- и легковозбудимых элементов и повышение интенсивности их ионных линий, атомных линий элементов с высокими потенциалами ионизации связано с повышением

температуры. Дальнейшее разбавление приводит к более медленному снижению интенсивности спектральных линий рассматриваемых элементов, что связано с уменьшением концентрации исследуемого элемента в образцах. Увеличение количества вводимого в поток плазмы графитового порошка сопровождается значительным понижением фона, что создает благоприятные условия определения элементов примесей малых количеств.

Для оценки влияния состава нами взяты относительные интенсивности спектральных линий элементов разбавленного графитовым порошком образца и интенсивности спектральных линий элементов образца сравнения, приготовленные на основе графитового порошка $f=I/I_0$, где I – интенсивность спектральной линии определяемого элемента в спектре пробы, разбавленной графитовым порошком. I_0 – интенсивность той же линии в спектре образца сравнения, приготовленного на основе особо чистого графитового порошка. В качестве примера на рисунке 12 приведено изменение величины $f=I/I_0$ аналитических линий от степени разбавления графитовым порошком. Из рисунка 12 видно, что после достижения 20-кратного разбавления графитовым порошком, степень разбавления перестает влиять на относительные интенсивности спектральных линий элементов и фона. Разбавление анализируемой пробы графитовым порошком не менее 20 раз приводит к уменьшению концентрации атомов матрицы, влияющей на возбуждение аналитических линий примесей. Такое разбавление графитовым порошком приводит к близким по составу матрицам анализируемой пробы и образца сравнения, что создает благоприятные условия для проведения спектрального анализа различных проб с единым образцом сравнения при одинаковом режиме работы источника возбуждения спектров.

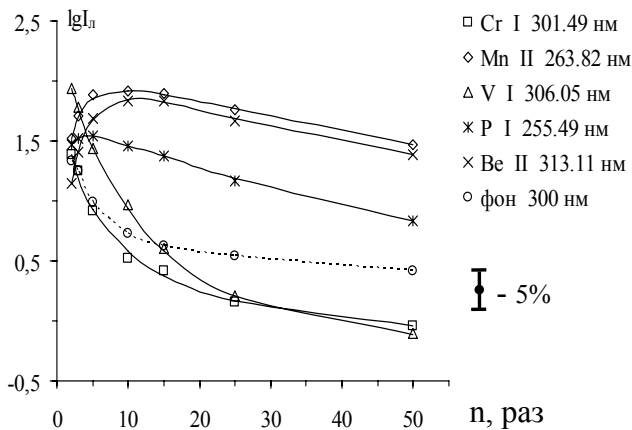


Рис. 11. Зависимость интенсивности спектральных линий элементов с различными потенциалами ионизации и фона от степени разбавления графитовым порошком:
 $P - 10.48$, $Be - 9.32$, $Mn - 7.43$, $Cr - 6.76$,
 $V - 6.74$ эВ

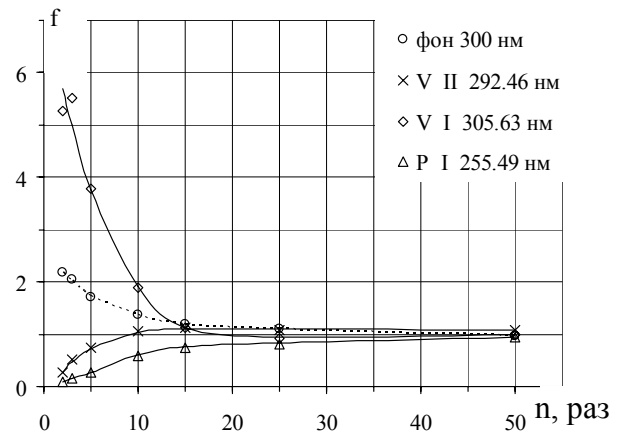


Рис. 12. Зависимость относительной интенсивности спектральных линий различных элементов и фона от степени разбавления графитовым порошком

Таким образом, 20-ти кратное разбавление порошковых проб графитовым порошком и очень слабая зависимость температуры выбранной зоны от состава анализируемой пробы позволили провести анализы с единым образцом сравнения, приготовленного на основе графитового порошка. Правильность результатов анализа подтверждена отсутствием значимой систематической погрешности при анализе Государственного стандарта образца и составов СП-2, СП-3 (табл. 2).

Таблица 2

Результаты прямого атомно-эмиссионного спектрального анализа аттестованных элементов в стандартных образцах, %

	СП-2		СП-3	
	<i>найдено</i>	<i>аттестовано</i>	<i>найдено</i>	<i>аттестовано</i>
Sn	$(2.5 \pm 0.3) \cdot 10^{-4}$	$2.8 \cdot 10^{-4}$	$(4.7 \pm 0.3) \cdot 10^{-4}$	$4.9 \cdot 10^{-4}$
Mn	$(5.5 \pm 0.5) \cdot 10^{-2}$	$5.4 \cdot 10^{-2}$	$(7.3 \pm 0.5) \cdot 10^{-2}$	$7.0 \cdot 10^{-2}$
Zr	$(5.1 \pm 0.4) \cdot 10^{-2}$	$5.4 \cdot 10^{-2}$	$(2.8 \pm 0.3) \cdot 10^{-2}$	$3.0 \cdot 10^{-2}$
P	$(3.7 \pm 0.5) \cdot 10^{-2}$	$3.3 \cdot 10^{-2}$	$(9.5 \pm 0.5) \cdot 10^{-2}$	$9.1 \cdot 10^{-2}$
Co	$(1 \pm 0.07) \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$(1.6 \pm 0.3) \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$
Cr	$(7.9 \pm 0.5) \cdot 10^{-3}$	$8.4 \cdot 10^{-3}$	$(13.5 \pm 0.6) \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$
La	$(2.9 \pm 0.07) \cdot 10^{-3}$	$3.3 \cdot 10^{-3}$	$(4.2 \pm 0.5) \cdot 10^{-3}$	$3.7 \cdot 10^{-3}$
Nb	$(1.8 \pm 0.1) \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-3}$	$(1.6 \pm 0.3) \cdot 10^{-3}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$
Pb	$(1.5 \pm 0.2) \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$(1.8 \pm 0.3) \cdot 10^{-3}$	$1.6 \cdot 10^{-3}$
Sc	$(9 \pm 0.6) \cdot 10^{-4}$	$9.4 \cdot 10^{-4}$	$(13.7 \pm 0.5) \cdot 10^{-4}$	$14 \cdot 10^{-4}$
V	$(6 \pm 0.5) \cdot 10^{-3}$	$6.4 \cdot 10^{-3}$	$(10.8 \pm 0.4) \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$
Zn	$(5 \pm 0.5) \cdot 10^{-3}$	$4.5 \cdot 10^{-3}$	$(8.1 \pm 0.5) \cdot 10^{-3}$	$7.3 \cdot 10^{-3}$
Ni	$(2.8 \pm 0.3) \cdot 10^{-3}$	$2.5 \cdot 10^{-3}$	$(6.1 \pm 0.6) \cdot 10^{-3}$	$5.6 \cdot 10^{-3}$

Исследование показало, что 20-ти кратное разбавление анализируемой пробы с графитовым порошком подавляет влияние матрицы и повышает точность определения микроэлементов. А также 20-ти кратное разбавление дало возможность проводить анализы малых навесок (~30 мг). В качестве образцов сравнения использовали графитовый порошок с введенными примесями определяемых элементов.

ВЫВОДЫ

1. Предложена модернизированная конструкция двухструйного плазматрона ДПП-50М со сближенным расстоянием между срезами сопел до 9 мм. Сближение электродных струй дало возможность использования высокотемпературной части электродных струй плазмы, примыкающих к электродам.

2. Установлено, что значение силы тока сильно влияет на образование общего потока плазмы плазматрона ДГП-50М. Показана перспективность использования меньших сил тока.

3. Определены условия для более полного вхождения проб в поток плазмы за счет уменьшения площади распыления.

4. Использование высокотемпературных зон электродных струй дало возможность существенно улучшить предел обнаружения элементов при эмиссионном спектральном анализе при меньшей силе тока (50-55 А), расходах рабочего (2.5 л/мин) и транспортирующего газов (0.2 л/мин) по сравнению с двухструйным плазматроном ДГП-50 (85-90 А, 3.5-4.5 и 0.6-1.5 л/мин соответственно), что снижает стоимость анализа примерно в 2.5 раза.

5. Установлено, что температура зоны до слияния струй плазматрона ДГП-50М не зависит от концентрации легкоионизируемого элемента в пробе, что создает благоприятные условия для проведения анализа объектов разной природы при одних и тех же условиях.

Таким образом, в диссертационной работе выявлены спектроаналитические возможности плазматрона ДГП-50М. Основная суть работы заключается в использовании участка электродных струй плазмы, примыкающего к электродам. Использование электродных струй, примыкающих к электродам обеспечило оптимальные условия возбуждения спектров различных элементов при низких токах и расходах газов и создало благоприятные условия для более полного вхождения вдуваемых проб в поток плазмы, в результате чего улучшен предел обнаружения эмиссионного спектрального анализа на плазматроне ДГП-50М на ~2 порядка.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Таштанов Р.А., Доржуева Г.Ж. Прямое количественное определение некоторых тяжелых токсичных металлов из почвы с использованием установки “Нур” // Известия НАН КР. №1. – Бишкек, 1999. – С. 11-13.

2. Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Таштанов Р.А., Доржуева Г.Ж. Спектральное определение вольфрама в геологических пробах при введении их в плазму двухструйного плазматрона // Аналитика и Контроль. №4. – Екатеринбург, 1999. – С. 26-28.

3. Урманбетов К., Таштанов Р.А. Исследования аксиального излучения частиц испаряющихся в струе плазмы двухструйного плазматрона // Аналитика и Контроль. Т.4. №1. – Екатеринбург, 2000. – С. 45-47.

4. Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Таштанов Р.А. Прямое спектральное определение тяжелых токсичных металлов в почвах // Аналитика и Контроль. Т. 4. №4. – Екатеринбург, 2000. – С. 380-385.

5. Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Доржуева Г.Ж., Таштанов Р.А. Эмиссионный спектральный анализ на базе двухструйного плазматрона // Радиозоологические и смежные проблемы уранового производства. Часть I. – Бишкек, 2000. – С. 97-101.

6. Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Доржуева Г.Ж., Таштанов Р.А. Спектральный анализ прибрежных вод Иссык-Куля на токсичные тяжелые металлы // Аналитика и Контроль. Т. 5. №1. – Екатеринбург, 2001. – С. 90-92.

7. Урманбетов К., Таштанов Р.А. Определение некоторых токсичных элементов из воды озера Иссык-Куль методом атомно-эмиссионной спектроскопии / Материалы Первой Республиканской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых. – ИГУ им. К.Тыныстанова, – Каракол, 2002. – С. 19-23.

8. Таштанов Р.А. Исследование способов подачи порошка в плазму двухструйного плазматрона / Труды международной конференции «Развитие информационно-коммуникационных технологий в информационном обществе: состояние и перспективы». – Бишкек, 2004. – С. 161-166.

9. Урманбетов К., Таштанов Р.А., Жолболдиев Б.Т. Зависимость интенсивности линий в спектре струи двухструйного плазматрона от расхода порошковых проб / Труды международной конференции «Развитие информационно-коммуникационных технологий в информационном обществе: состояние и перспективы». – Бишкек, 2004. – С. 152-154.

10. Урманбетов К., Таштанов Р.А., Жеенбаев Ж.Ж. Усовершенствованный двухструйный плазматрон и его возможности в атомно-эмиссионном спектральном анализе // Аналитика и Контроль. Т. 9. №1. – Екатеринбург, 2005. – С. 89-94.

11. Таштанов Р.А. Особенности структуры потока плазмы усовершенствованного двухструйного плазматрона // Известия НАН КР. №3. – Бишкек, 2005. – С. 16-19.

12. Таштанов Р.А., Урманбетов К. Усовершенствованный двухструйный плазматрон. // Материалы Республиканской научной конференции, посвященной Всемирному году физики и 80-летию профессора Л.В.Тузова. Вестник КНУ им.Ж.Баласагына, вып.3. – Бишкек: КНУ им.Ж.Баласагына, 2005. – С. 122-124

13. Таштанов Р.А., Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж., Асанов Д.С. Определение температуры в плоскости симметрии струй плазмы усовершенствованного двухструйного плазматрона // Известия НАН КР. №2. – Бишкек, 2006. – С. 81-85.

14. Таштанов Р.А., Урманбетов К., Жеенбаев Ж.Ж. Оптимизация параметров усовершенствованного двухструйного плазматрона для анализа

порошковых проб // Журнал аналитической химии. Т. 61. №6. – Москва, 2006. – С. 625-631.

15. Таштанов Р.А., Урманбетов К., Абдразаков А. О температуре аналитической зоны плазмы усовершенствованного двухструйного плазматрона // Материалы международной научно-технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике». Известия КГТУ им. И. Раззакова. Т. 2. №9. – Бишкек, 2006. – С. 122-127.

16. Урманбетов К., Абдразаков А., Таштанов Р.А., Жолболдиев Б.Т. Модернизированный двухструйный плазматрон для атомно-эмиссионного спектрального анализа // Материалы международной научно-технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике», Известия КГТУ им. И.Раззакова. Т. 2. №9. – Бишкек, 2006. – С. 127-131.

17. Урманбетов К., Таштанов Р.А. Аналитические возможности модернизированного двухструйного плазматрона // Радиоэкологические и смежные проблемы уранового производства. Часть III. – Бишкек, 2006. – С. 134-136.

18. Урманбетов К., Таштанов Р.А. Электродуговой двухструйный плазматрон для спектрального анализа. Евразийский патент. №006622. 2006. Москва.

РЕЗЮМЕ***Таитанов Рустам Абдырасулович*****Спектроаналитические возможности****модернизированного двухструйного плазматрона****на соискание ученой степени кандидата физико – математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика**

Ключевые слова: двухструйный плазматрон, источник возбуждения, высокотемпературные зоны дуги, срезы сопел, место слияния, рабочий газ, предел обнаружения, образец сравнения.

Исследованы новые спектроаналитические возможности модернизированного двухструйного плазматрона. Модернизация дала возможность сблизить срезы сопел до 9 мм. При этом электродные струи сливаются ближе к электродам, где температура более высокая. Использование высокотемпературных участков электродных струй обеспечило благоприятные условия возбуждения спектров различных элементов при малых токах и расходах рабочего газа.

Сближение головок создало благоприятные условия для более полного вхождения проб в поток плазмы. Экспериментально установлено, что модернизация двухструйного плазматрона позволила провести анализы порошков с высокой чувствительностью при меньших затратах энергии и газа, что снижало стоимость анализа в несколько раз (~2.5). В модернизированном двухструйном плазматроне пределы обнаружения элементов улучшены на несколько порядков при меньших силах тока (50-55 А) и меньших расходах рабочего и транспортирующего газов (2.5 и 0.2 л/мин) по сравнению с двухструйным плазматроном ДГП-50 (85-90 А, 3.5-4.5 и 0.6-1.5 л/мин соответственно). Исследования показали независимость температуры зоны до слияния струй от состава порошковых проб, что позволило провести анализы с единым образцом сравнения при одних и тех же условиях.

Полученные результаты показывают перспективность модернизированного двухструйного плазматрона для атомно-эмиссионного спектрального анализа.

РЕЗЮМЕ***Таиштанов Рустам Абдырасулович*****Модернизацияланган кош агымдуу плазматрондун
спектроаналитикалык мүмкүнчүлүктөрү****01.04.05 – Оптика адистиги боюнча**

физика – математика илимдеринин кандидаты наамына ээ болуу үчүн

Ачкыч сөздөр: эки агымдуу плазматрон, дүүлүктүрүү булагы, жаанын жогорку температуралуу аймактары, сопло кесилиштери, биригүү орду, жумушчу газ, табуунун чеги, салыштыруу үлгүсү.

Модернизацияланган эки агымдуу плазматрондун жаңы спектроаналитикалык мүмкүнчүлүктөрү изилденди. Модернизация соплолордун кесилиштерин 9 ммге чейин жакындатты. Бул учурда электроддук агымдар электродго жакын, температура жогору болгон жерден кошулат. Электроддук агымдардын температурасы жогору болгон аймактарын колдонуу аз өлчөмдөгү ток жана жумушчу газды пайдалануу менен ар башка элементтердин спектрлерин дүүлүктүрүү үчүн ыңгайлуу шарттарды түзүүгө мүмкүнчүлүк берди.

Плазматрондун баштарын жакындатуу пробалардын плазманын агымына толук кирүүсүнө ыңгайлуу шарттарды түзгөн. Эки агымдуу плазматронду модернизациялоо жогорку сезгичтикте элементтерди аныктоону энергияны жана газды аз сарптоо менен жүргүзүп, анализге кеткен чыгымдарды бир нече эсеге төмөндөтөрүн (~2.5) тажрыйба көрсөттү. Модернизацияланган эки агымдуу плазматрондо мурунку ДГП-50 плазматронго (80 А, 3.5 и 0.6 л/мин) караганда элементтерди табуунун чеги токту аз маанисинде (50-55 А), жумушчу жана порошок ташуучу газдардын (2.5 жана 0.2 л/мин) аз чыгымдалышында бир нече катарга төмөн. Агымдардын биригүү ордуна чейинки плазманын температурасы порошок пробалардын курамынан көз каранды эместиги бир түрдөгү салыштыруу үлгүсү менен бирдей шартта анализ жүргүзүү мүмкүндүгүн түзө алды.

Алынган жыйынтыктар атомдук-эмиссиондук спектралдык анализдөө үчүн модернизацияланган эки агымдуу плазматрондун келечектүүлүгүн айгинелейт.

REZUME***Tashtanov Rustam Abdyrasulovich*****Spectroanalytical potentialities of the modernized two jets plasmatron**
on competition for scientific degree of candidate of physical and mathematical
sciences on speciality **01.04.05 – Optics**

Key words: two jets plasmatron, excitation source, high temperature zone, nozzles cut, merge place, working gas, detection limit, comparison sample.

The new spectroanalytical potentialities of the modernized two jets plasmatron have been studied. Modernization gave an ability to approach nozzles cut till 9 mm. In this case electrode jets are merging near to electrodes, where temperature is higher. Using of high temperature zone of the electrode jets provided favorable conditions of spectrums excitation of various elements at small current and gas flow rate.

To approach of the heads made favorable conditions for more completely feeding of the samples into the plasma stream. It was found out experimentally that modernization of the two jets plasmatron allowed to analyze of powders with high sensitivity at small current and gas flow rate, that decreased of the cost analyze several times (~2.5). The detection limit of elements of the modernized plasmatron is improved several order at small current (50-55 A) and working and transporting gas flow rate (2.5 and 0.2 l/min) in comparison with two jets plasmatron DGP-50 (85-90 A, 3.5-4.5 и 0.6-1.5 l/min respectively). The performed research has shown temperature independence of the zone before merge place on the composition of powder sample, which allowed to analyze with one comparison sample on same the condition.

The obtained results show perspective of the modernized two jets plasmatron for atomic emission spectroscopic analysis.