

Н.А. Свидунович, Б.Н. Пальчевский, В.А. Сидоров
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВОГО
РАСПЛАВА

Известно, что влияние азота зависит от его состояния в сплаве. Атмосферный азот, внесенный при выплавке сплава, приводит к возникновению плен, газовых пор, раковин. Однако в работах [1--2] показано, что если созданы условия для взаимодействия с расплавом, азот может входить в твердые растворы или образовывать нитридные фазы, участвуя в упрочнении сплавов.

Данные о влиянии азота на свойства сплавов ограничены. Известно, что алюминиевый сплав с азотом, приготовленный методом порошковой металлургии, обладает повышенным значением модуля упругости. Например, модуль упругости алюминия увеличивается при вводе 1% азота в виде нитрида алюминия на 665 кг/мм^2 , а в виде нитрида титана - на 980 кг/мм^2 . Из этих данных следует, что даже небольшое количество азота, введенное в алюминиевый сплав, должно оказать заметное влияние на его свойства. Однако в связи с трудностью приготовления сплавы алюминия с азотом не нашли распространения. В патенте ГДР [3] предложен метод получения сплавов, легированных азотом, путем обработки плазменной струей, однако практические результаты не приводятся.

Исследования основных параметров легирования алюминиевых сплавов с помощью плазменной струи были проведены на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1. Для получения плазменной струи использовали линейный плазмотрон с магнитной стабилизацией дуги при следующих режимах (табл. 1). При проведении исследований в качестве плазмообразующего и реакционного газа применяли азот технического 1 сорта с содержанием O_2 не более 0,2%.

Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки:
1--тигель с расплавленным металлом; 2--плазмотрон; 3--ротаметры; 4--источник постоянного тока; 5--пульт управления.

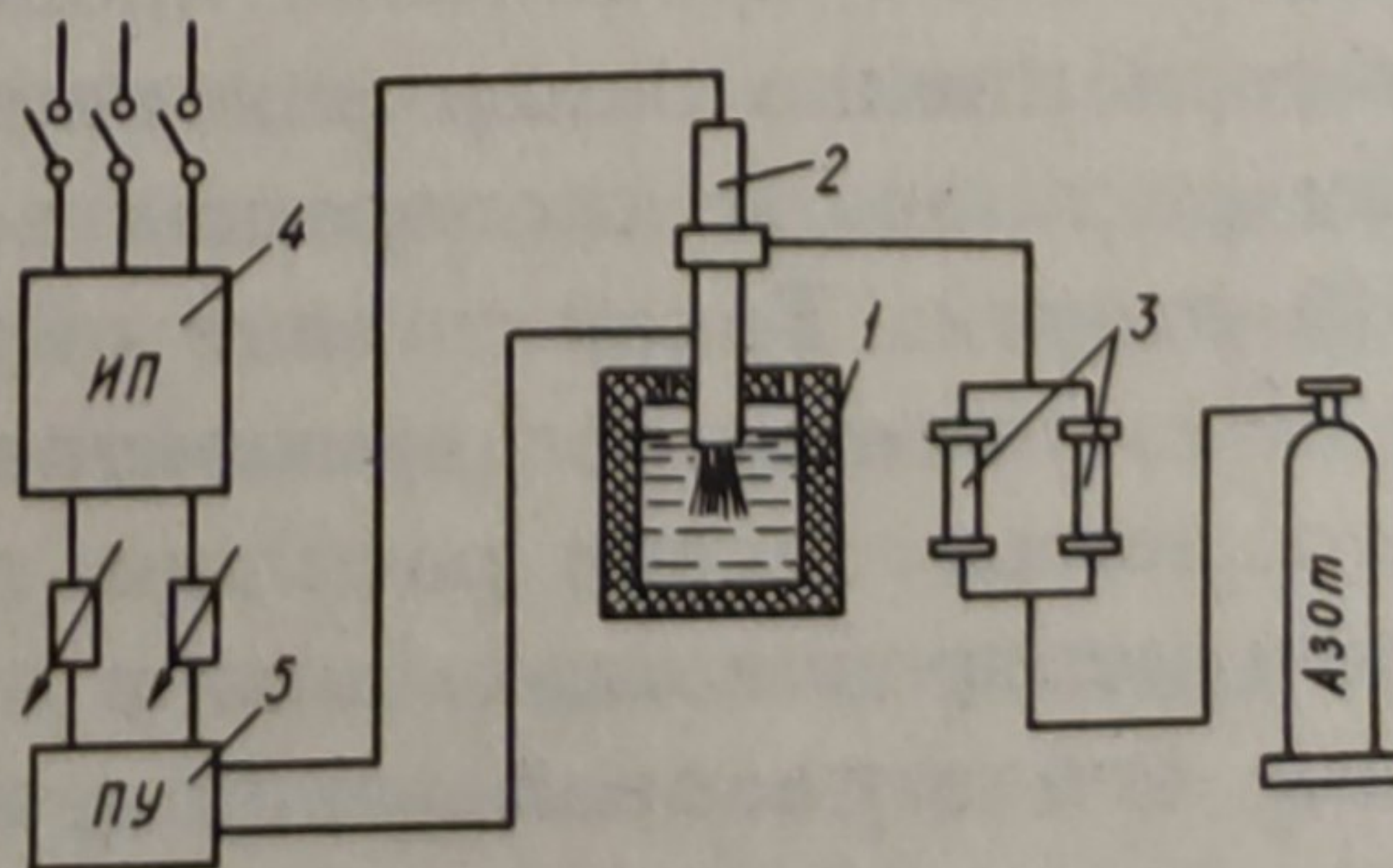


Таблица 1. Технические параметры работы плазмотрона

Параметр	Режим
Максимальная мощность, кВт	20
Напряжение дуги, в	170 – 240
Сила тока, а	80 – 120
Расход газа, г/с	0,9 – 1,44

Для исследований применяли алюминиевый литейный сплав АЛ14В, который в расплавленном состоянии при температуре 950 – 960°К продували плазменной струей. Затем расплав разливали в металлические формы. Для определения содержания азота и его формы в обработанном расплаве использовали методы химического, рентгенофазового и электронно-микроскопического анализа. Химический анализ проводили по методике Кьельдаля с применением сплава Деварда; рентгенофазовый анализ – на дифрактометре УРС-50И на медном излучении. Электронно-микроскопические снимки были получены в электронном микроскопе ЭМ-7 по методу платино-угольных реплик.

Для выяснения влияния различных факторов на процесс поглощения расплавом азота из плазменной струи, были исследованы зависимости содержания азота от времени продувки, силы тока дуги и расхода плазмообразующего газа.

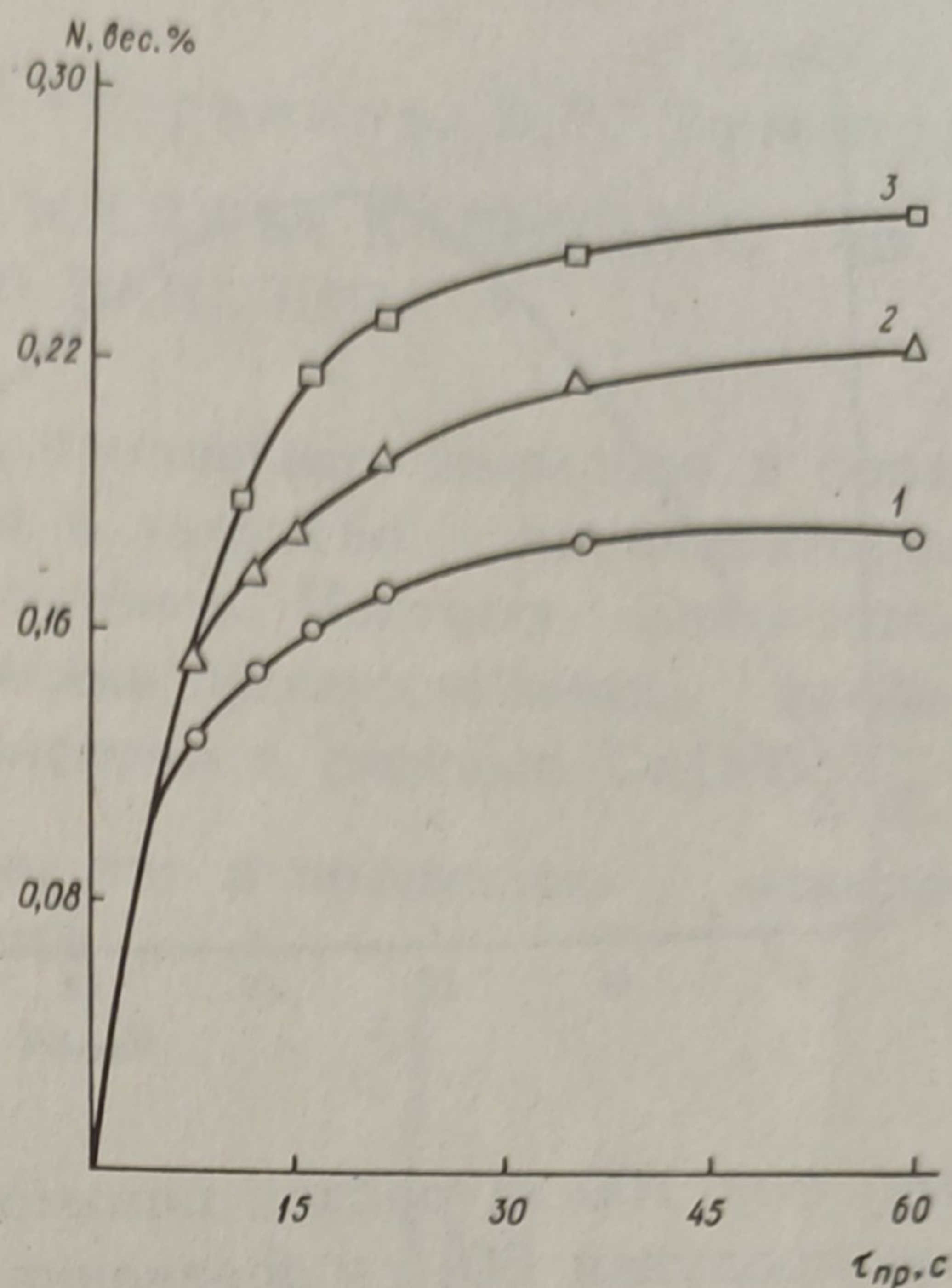
На рис. 2. приведены полученные зависимости концентрации азота в обработанном расплаве от времени продувки.

Видно, что содержание азота в обработанном расплаве за некоторый промежуток времени достигает определенной степени насыщения и при дальнейшей продувке не возрастает. Рентгено-фазовым анализом установлено наличие отдельных пиков, соответствующих нитриду алюминия.

Можно предположить, что основным препятствием для дальнейшего протекания процесса азотирования является защитная пленка окиси алюминия, образующаяся при взаимодействии расплава с кислородом воздуха, захватываемого плазменной струей. Такой захват обусловлен гидродинамикой процесса.

Результаты экспериментов позволяют заключить, что процесс нитрирования расплава алюминия в объеме идет не по пути испарения алюминия в плазменной струе с синтезом нитрида его в газовой фазе, а, по-видимому, диффузионным путем на поверхности раздела фаз.

Рис. 2. Зависимость концентрации азота от времени продувки при расходе газа 1,08 г/с. Сила тока дуги:
1--80; 2--100; 3--120 а.



Из рис. 2 также видно, что на концентрацию азота в расплаве значительное влияние оказывает сила тока дуги. С увеличением ее повышается содержание азота в расплаве, что можно объяснить повышением энергетического уровня частиц плазменного газа, падающих на поверхность жидкого металла [4].

При изучении зависимости содержания азота в расплаве от расхода плазмообразующего газа оказалось, что эта зависимость проходит через максимум, расположение которого обуславливается величиной силы тока дуги (рис. 3). Объяснение этого факта следующее. С увеличением расхода азота увеличивается скоростной напор газа и, следовательно, поверхность раздела фаз, на которой происходит нитрирование расплава. Однако при значительном увеличении расхода плазмообразующего газа резко падает теплосодержание струи, которое становится недостаточным для полного азотирования расплава при данных режимах.

Проведенные электронно-микроскопические исследования показали, что обработка расплава плазменной струей приводит к образованию частиц нитрида алюминия высокой дисперсности. Это весьма положительно сказывается на повышении механических свойств сплава [5].

В табл. 2 приведены данные о механических свойствах литого сплава АЛ14В, обработанного плазменной струей в режи-

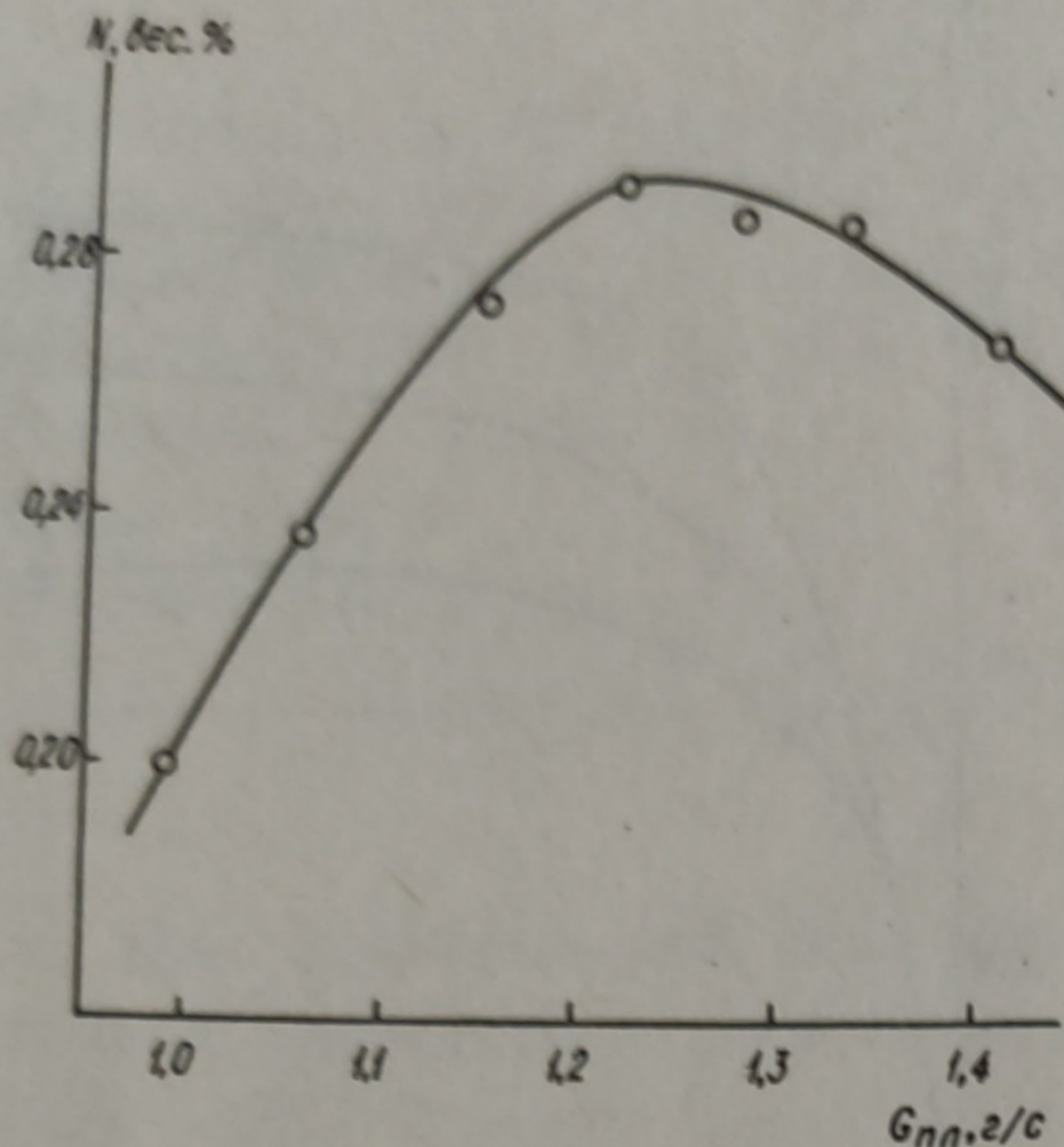


Рис. 3. Зависимость концентрации азота от расхода плазмообразующего газа при времени продувки 60 с; сила тока дуги 100 а.

ме: ток 100 а; расход плазмообразующего газа 1,08 г/с; время продувки 60 с в сравнении с образцами необработанной плавки.

Таблица 2. Механические свойства сплава АЛ14В

Сплав АЛ14В	Средние значения механических свойств		
	$\sigma_B, кг/мм^2$	$\delta, \%$	НВ
Без обработки	13,2	0,78	63
Обработанная плазменной струей	24,7	1,65	81,2

Таким образом, проведенная работа показывает перспективность применения плазмохимических методов обработки расплавов для решения технологических задач цветной металлургии, в частности для значительного повышения механических свойств алюминиевых сплавов.

Л и т е р а т у р а

1. Королев М.Л. Азот как легирующий элемент стали. М., 1961.
2. Альтман М.Б. Неметаллические включения в алюминиевых сплавах. М., 1965.
3. Патент ГДР №51439 кл. 40 в 39/5А от 5.11.1966.
4. Быковская Ю.И., Ерохин А.А., Скотников С.А., Утлинский Г.Г. ФХОМ, №2,87 (1970).
5. Свидунович Н.А., Пальчевский Б.Н. Положительное решение по заявке № 1839915/22 - 1 от 7.12.1973.