

АТЛАС

СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ
ДЛЯ СТИЛОСКОПА

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

«ГЛАВЭНЕРГОРЕМОНТ»

«СОЮЗЭНЕРГОРЕМТРЕСТ»

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

«ЛЬВОВЭНЕРГОРЕМОНТ»

ЛАБОРАТОРИЯ СВАРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

АТЛАС

СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПОЛУКО-
ЛИЧЕСТВЕННОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА
СТАЛЕЙ

ЛЬВОВ

1969

I. Краткое описание.

Настоящий атлас спектральных линий предназначен для проведения спектрального анализа визуально. Визуальный метод позволяет определять качественно состав сталей по наличию линий определяемых элементов. Кроме качественного анализа визуальным способом можно определять и количественный состав сталей сравнением интенсивностей пар спектральных линий.

Техника проведения визуального спектрального анализа базируется на зрительном запоминании всей видимой области спектра и умении с достаточной быстротой ориентироваться в множестве спектральных линий, наблюдаемых в окуляре стилоскопа.

Пользуясь настоящим атласом можно определять процентное содержание следующих элементов: хром /0,05-30%/, молибден /0,15-2%/, ванадий /0,15-2,5%/, марганец /0,15-14%/, никель /0,2-20%/, медь /0,05-0,57%/, вольфрам /0,4-20%/, кремний /0,1-0,6%/, титан /0,05-1,5%/, ниобий /0,1-1,5%/, кобальт /2-10%/.

Вся видимая область спектра разбита на отдельные группы, каждой из которых присвоено определенное название, совпадающее с названием определяемого элемента. Цифра, стоящая после знака химического элемента, обозначает номер группы для данного элемента.

В каждой группе линии определяемого элемента и линии сравнения /линии железа/ перенумерованы в определенном порядке:

- цифра перед знаком искомого элемента обозначает номер этого элемента;
- цифра перед знаком Fe обозначает номер соответствующей линии сравнения.

Над спектром помещена шкала длин волн, выраженная в ангстремах, с ценой деления $10\text{\AA}$. Каждой длине волны соответствует определенный цвет спектральной линии. При отыскании группы определяемого элемента следует ориентироваться на цвет спектра и на наиболее характерные линии, указанные стрелками над участком спектра.

На каждом листе атласа указатель стоит на линии, которой соответствует длина волны, помещенная сверху, рядом с обозначением группы.

Для лучшей ориентации линии определяемых элементов укорочены с одной стороны /сверху/, а линии меди - сверху и снизу.

Слева и справа от рассматриваемого участка спектра, стрелками указано направление к ближайшей группе.

При определении количественного содержания элементов необходимо сравнивать интенсивность спектральных линий.

Для этого в атласе приняты следующие обозначения:

- $\ll$ - означает, что линия определяемого элемента по интенсивности гораздо слабее соответствующей аналитической линии железа;
- $<$ - интенсивность линии определяемого элемента меньше интенсивности соответствующей линии железа;
- $\leq$ - интенсивность линии определяемого элемента немного меньше интенсивности железа;
- $=$ - интенсивности равны.

Если интенсивности линий элемента превосходят интенсивности соответствующих аналитических линий железа, то знаки обратные:

$\gg$, $>$, $\geq$. Например, $0,3\% - 3M \text{ и } III \leq I$;
и $III > I$ означает, что, если в третьей группе для опре-
деления марганца третья линия марганца по интенсивности
немного меньше первой линии железа, и вторая линия марган-
ца по интенсивности превосходит ту же линию железа, то в
стали содержание марганца составляет $0,3\%$.

Для проведения анализа применяются стандартные электроды
/медные или железные/. Вид спектра в области определяе-
мого элемента зависит от материала применяемого электро-
да. На каждом листе атласа спектральных линий помещены
таблицы с указанием процентного содержания элемента в
зависимости от пар сравниваемых линий, а также указан
материал электрода, при помощи которого проводился ана-
лиз.

Определение элементов необходимо начинать спустя
определенный промежуток времени /обжиг/ после включения
дуги. Длительность обжига указана в атласе.

II. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА.

При анализе сталей необходимо соблюдать следующие
условия:

а/ источником света служит активизированная дуга
переменного тока и низковольтная искра;

б/ железные электроды применяются в форме стержней
диаметром от 6 до 12 мм; концы их затачиваются на усечен-
ный конус с площадкой диаметром 1-2 мм. Медные элект-
роды применяются в форме таких же стержней или дисков
толщиной 1,5 - 2 мм.

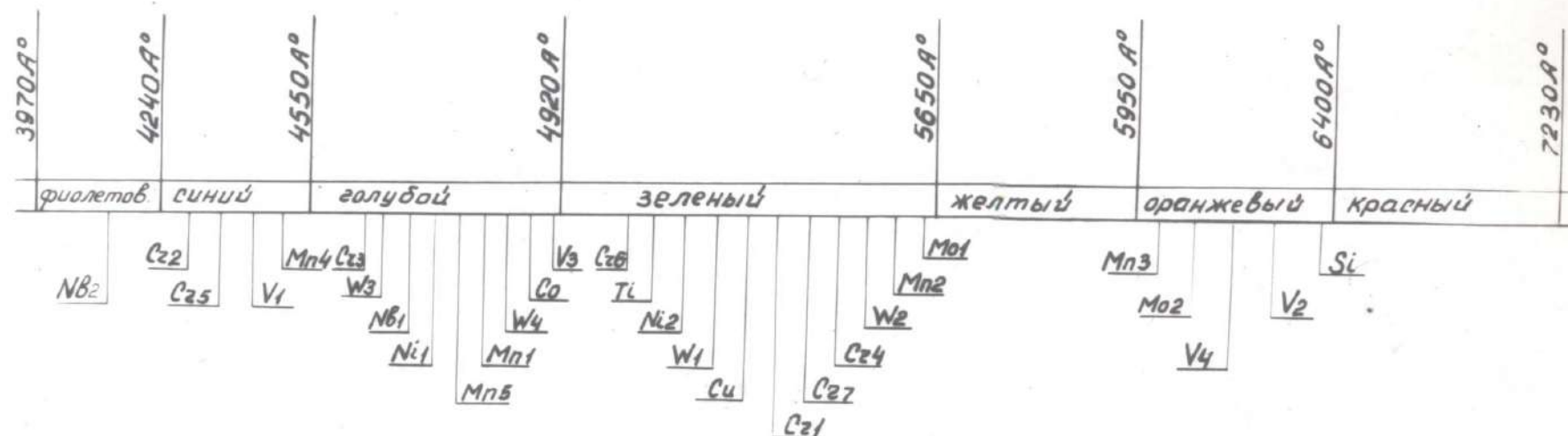
в/ Против электрода устанавливается образец с зачищен-
ной до металлического блеска площадкой размером не менее
10 x 10 мм.

г/ Ток дуги - 2-6а.

III. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА

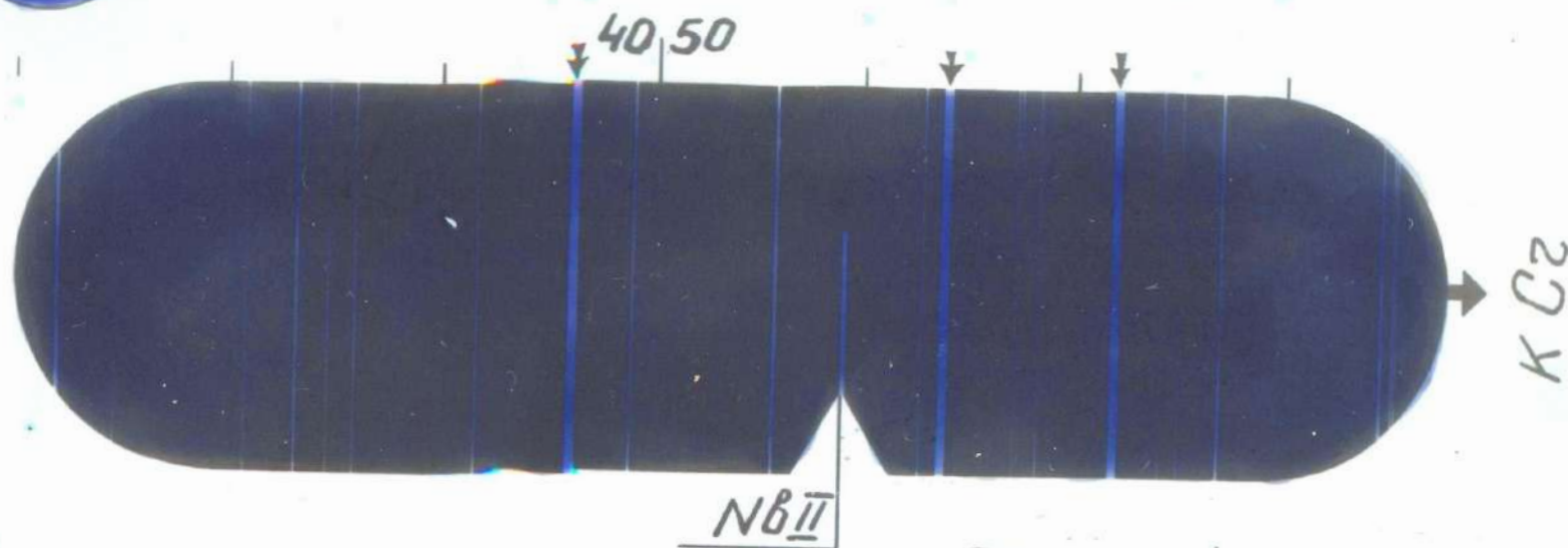
Анализ выполняется в следующем порядке. Бегло осмо-
треть весь спектр, стараясь найти хорошо знакомые группы
линий. После этого приступить к определению элементов.
Присутствие предполагаемого элемента необходимо обязатель-
но проверить хотя бы еще по одной линии. После определе-
ния трех-четырех элементов, исходя из логичных предполо-
жений о возможном составе образца, следует проверить при-
сутствие других элементов. Установив процентное содержа-
ние каждого элемента, образец по совокупности всех опре-
делений относят к той или иной марке стали.

Шкала видимой области спектра
и схема расположения элементов в ней





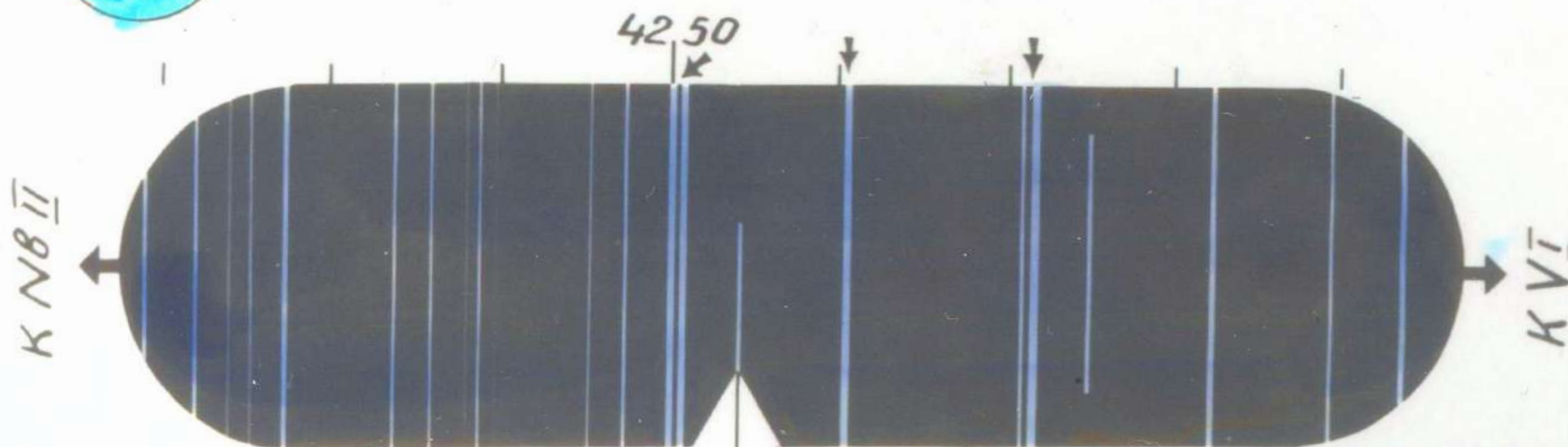
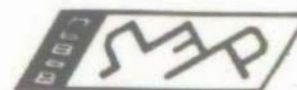
$Nb II \lambda = 4058,94$



Обжиг 40÷50сек



$Cz II \lambda = 4254,35$



$1Fe$

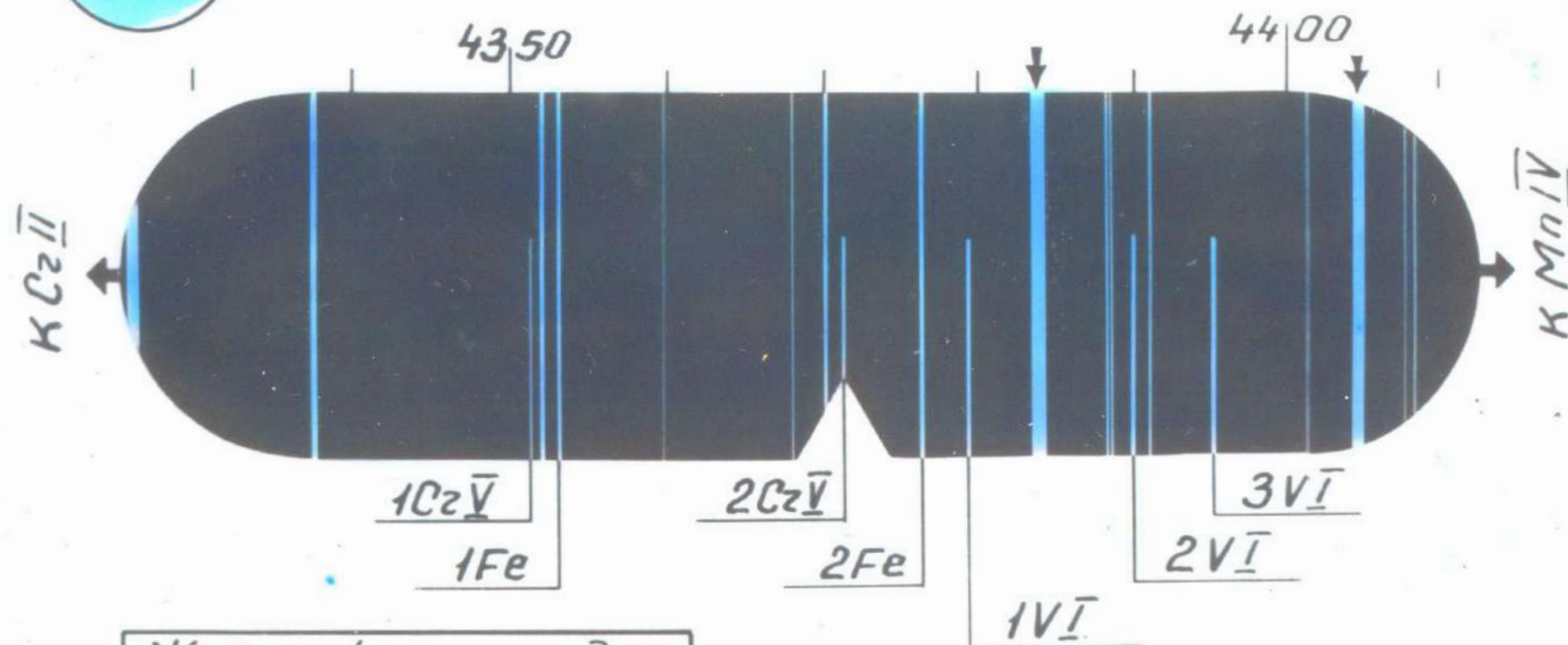
$Cz II$

Железный электрод

Содерж. %	Линии сравнения
0,1-0,3	$Cz II = 1$



$Cz\bar{V} \lambda = 4371,28$

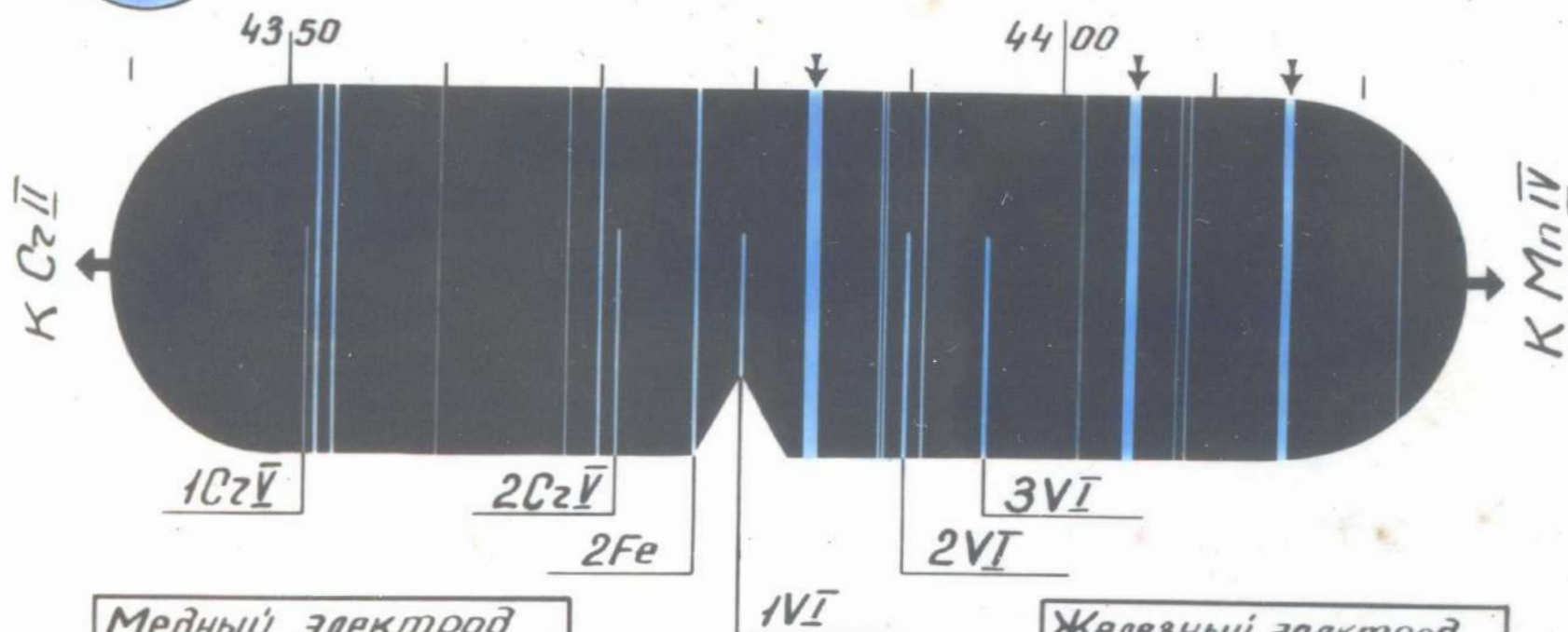


Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
2,5-8	$2Cz\bar{V} < 2$
8-13	$2Cz\bar{V} = 2$
13-20	$1Cz\bar{V} = 1$

Обжиг 60 сек



$V\bar{I} \lambda = 4379,24$



Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,15	$1V\bar{I}=2$
0,30	$2V\bar{I}=2$
0,50	$3V\bar{I}=2$

Обжиг 40 сек

Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,2	$1V\bar{I}=2$
0,4	$2V\bar{I}=2$

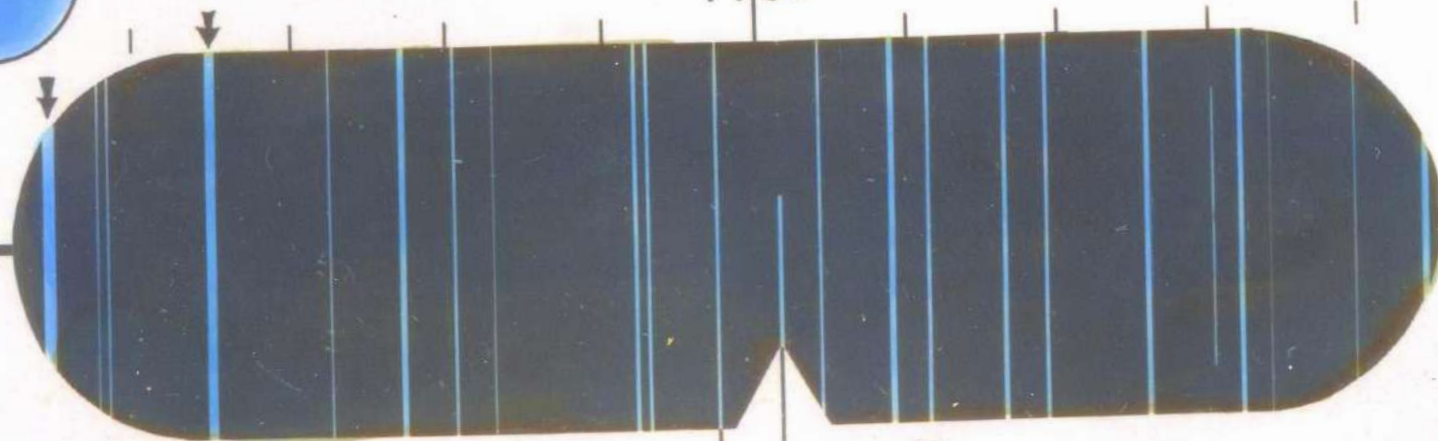


$Mn \bar{IV} \lambda = 4451.59$



4450

$K \bar{V} \bar{I}$



$K \bar{Cr} \bar{III}$

$1Fe$

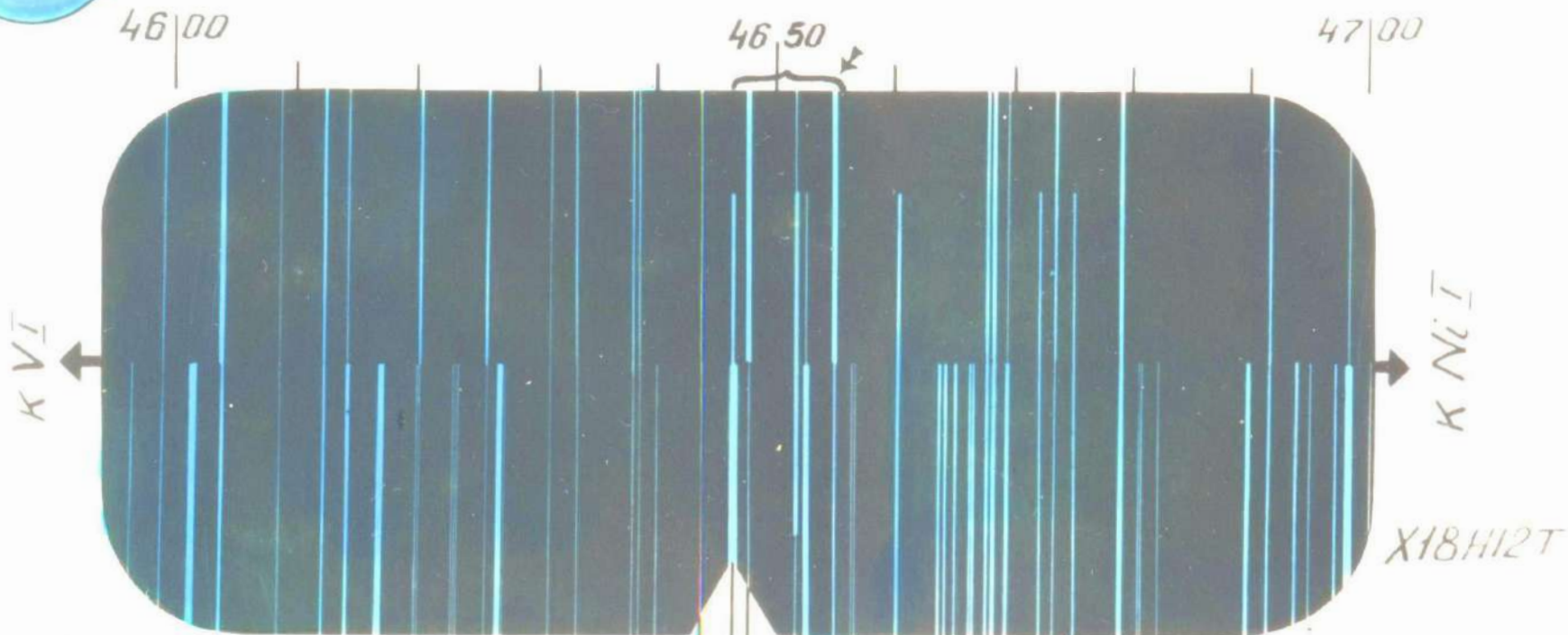
$Mn \bar{IV}$

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0.6	$Mn \bar{IV} < 1$
0.7	$Mn \bar{IV} \leq 1$
0.9	$Mn \bar{IV} \geq 1$
1.0	$Mn \bar{IV} > 1$

Обжиг 30-40 сек



$Cz\text{III}$ $\lambda = 4646.17$



Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,3 - 0,7	$2Cz\text{III} \leq 1; 1Cz\text{III} < 2$
0,7 - 1,1	$1Cz\text{III} = 2$
1,0 - 1,6	$1Cz\text{III} > 2; 2Cz\text{III} \leq 3$
1,5 - 2,2	$1Cz\text{III} > 3; 2Cz\text{III} \geq 3$

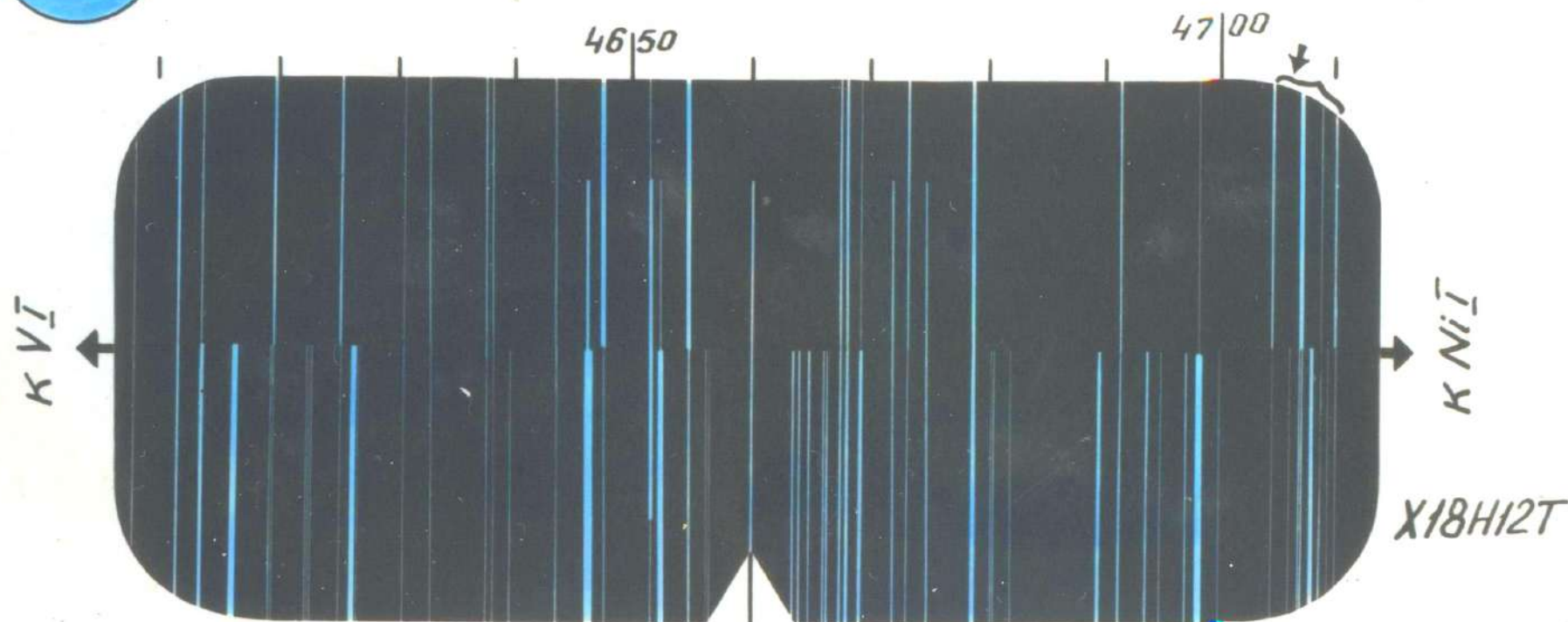
$1Fe$	$2Nb\text{I}$
$1Cz\text{III}$	$1Nb\text{I}$
$2Fe$	$W\text{III}$
$2Cz\text{III}$	$3Fe$

Обжиг 60 сек

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,1	$1Cz\text{III} \ll 2; 1Cz\text{III} < 1$
0,2	$1Cz\text{III} \leq 2; 1Cz\text{III} \geq 1$
0,3	$1Cz\text{III} = 2$
0,4	$1Cz\text{III} \geq 2$



$W_{III} \lambda = 4659.87$



Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
до 0,4	$W_{III} < 4$
1,0	$W_{III} < 4$
2-3	$W_{III} = 4$
4-7	$W_{III} \leq 5$

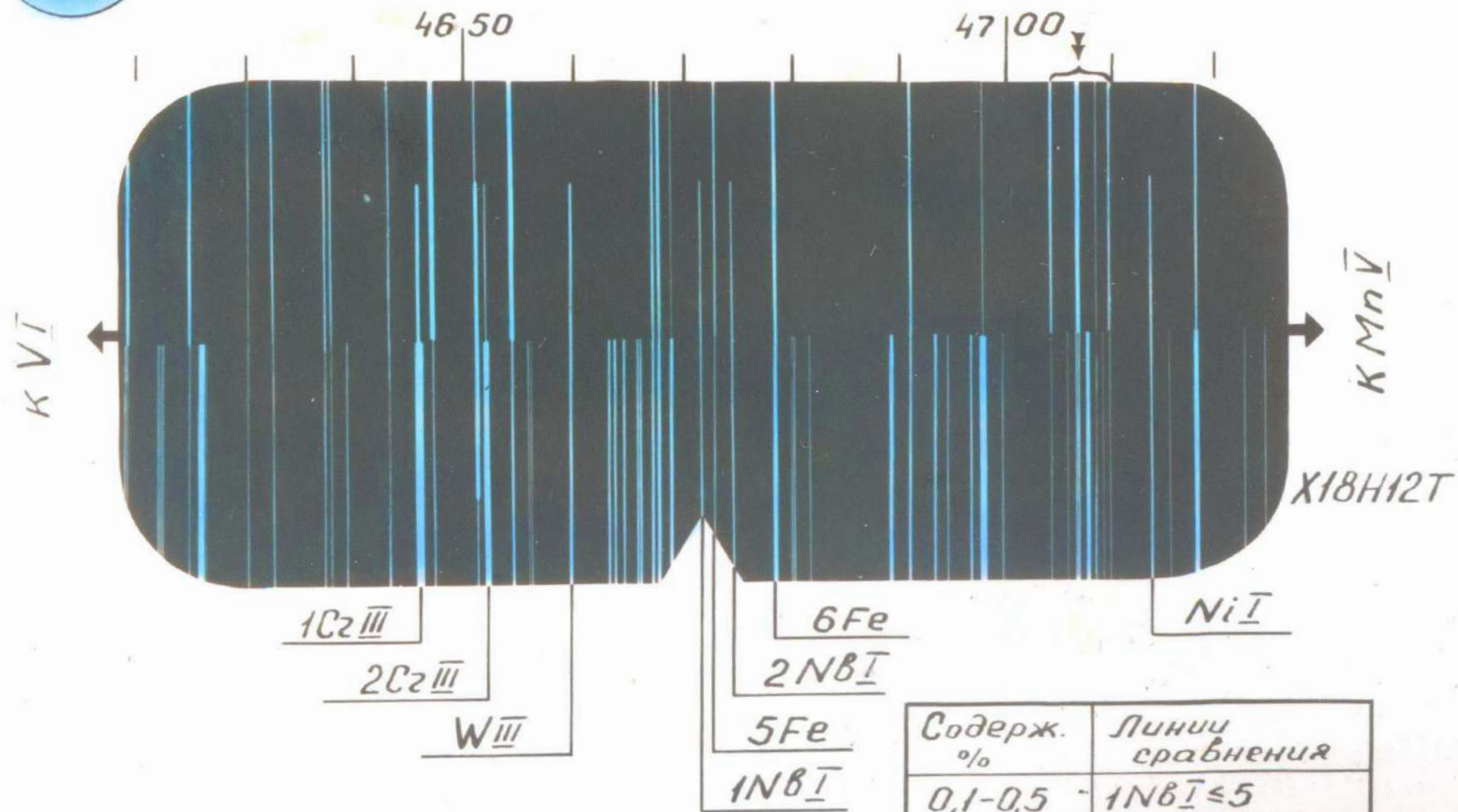
1 $C_{2 III}$	2 $Nb I$
2 $C_{2 III}$	5 Fe
3 Fe	1 $Nb I$
W_{III}	4 Fe

Обжиг 60сек

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
1,0	$W_{III} = 5$
2,0	$W_{III} \geq 5$
2,5	$W_{III} > 5; W_{III} \leq 3$
5,0	$W_{III} > 3$



$NbI \lambda = 4673.17$

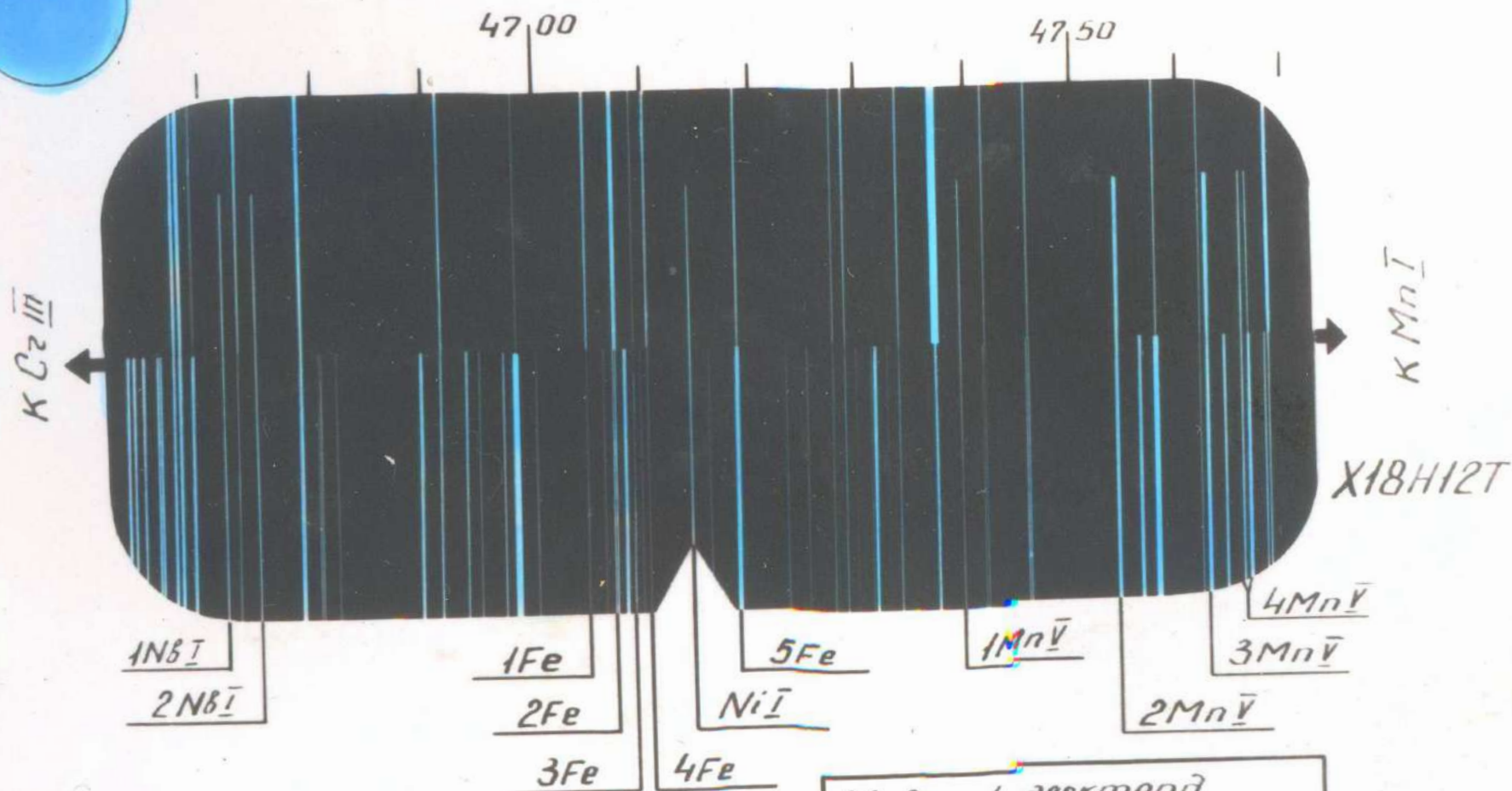


Железный электрод

Содерж. %	Линии сравнения
0,1-0,5	1NbI ≤ 5
0,6-1	1NbI > 5; 1NbI ≤ 6
более 1,5	1NbI > 6

NiI $\lambda=4714.42$

СМЭР



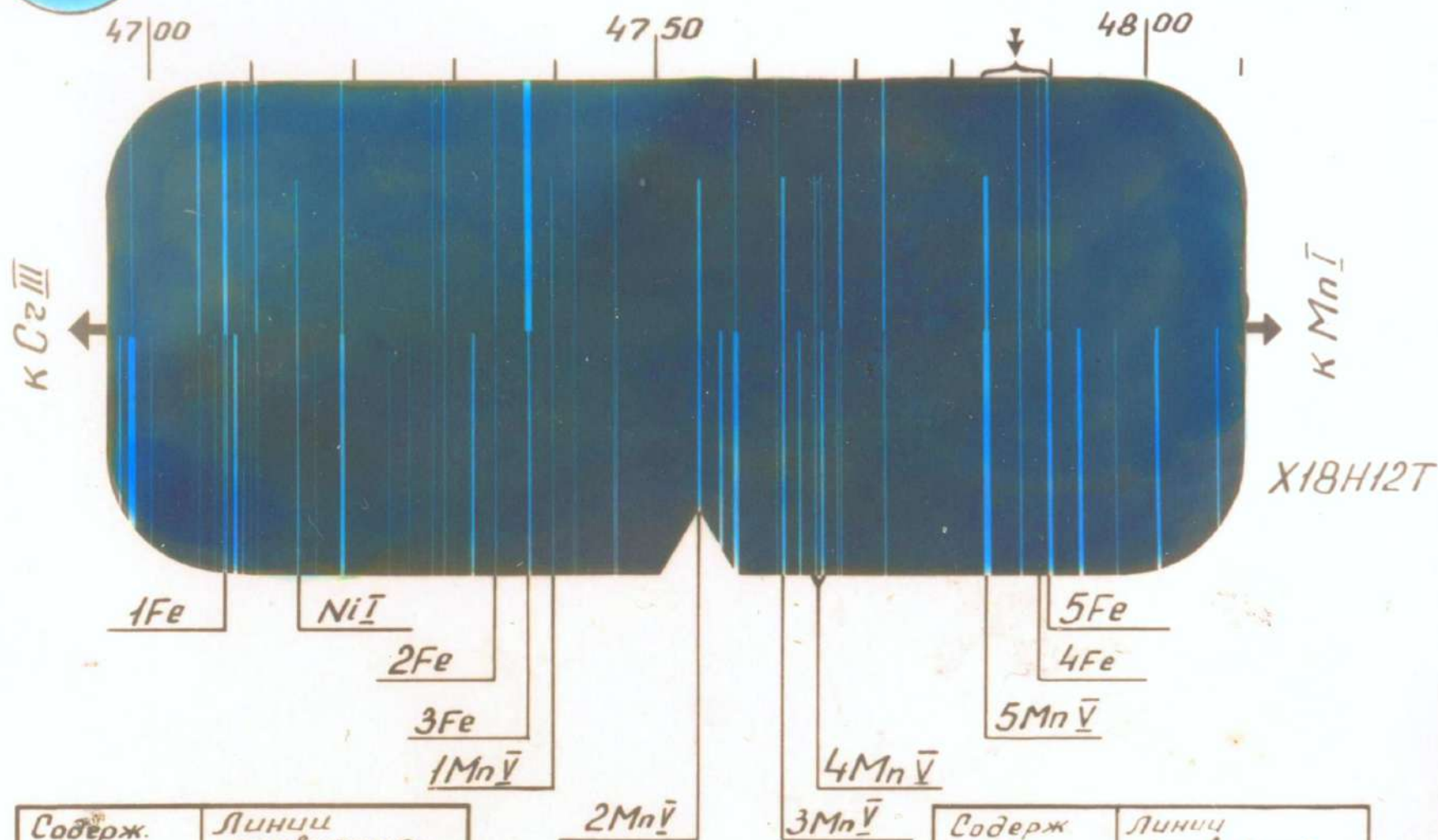
Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0.5	$Ni I = 1$
1.5	$Ni I < 4; Ni I \geq 3$
3	$Ni I \geq 4; Ni I \leq 2$

Обжиг 60 сек

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0.2	$Ni I < 3$
0.5	$Ni I \leq 3$
1.5	$Ni I = 4$
3	$Ni I > 4; Ni I < 2$
5	$Ni I = 2$



$Mn\bar{V} \lambda=4754.04$



Содерж. %	Линии сравнения
0,15	5Mn $\bar{V}$ =4
0,20	2Mn $\bar{V}$ =2
0,30	2Mn $\bar{V}$ =4; 5Mn $\bar{V}$ =5
0,40	5Mn $\bar{V}$ =1
0,50	2Mn $\bar{V}$ =5
0,55	3Mn $\bar{V}$ =5; 4Mn $\bar{V}$ =4

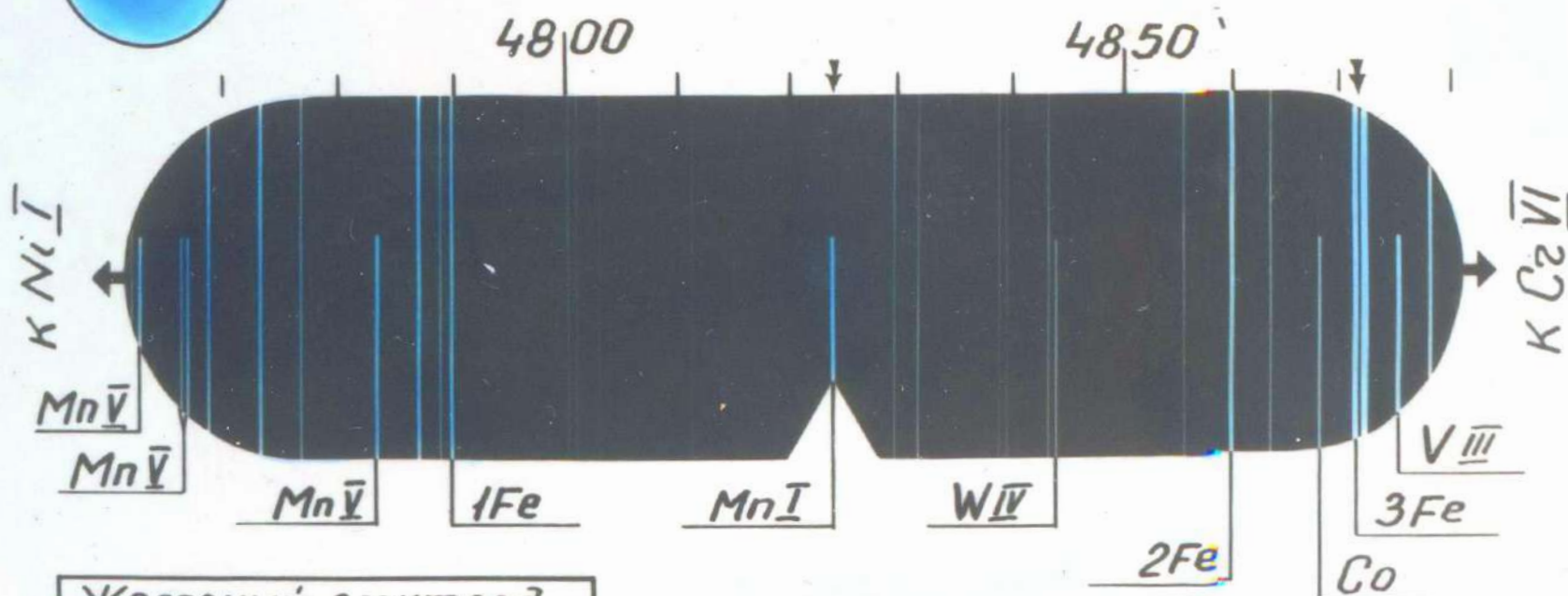
Медный электрод

Обжиг 40 сек

Содерж. %	Линии сравнения
0,70	3Mn $\bar{V}$ =1
0,90	5Mn $\bar{V}$ =3
1,0	4Mn $\bar{V}$ =5
1,3	2Mn $\bar{V}$ =3
2	1Mn $\bar{V}$ =2; 3Mn $\bar{V}$
4	1Mn $\bar{V}$ =5



MnI $\lambda=4823.52$



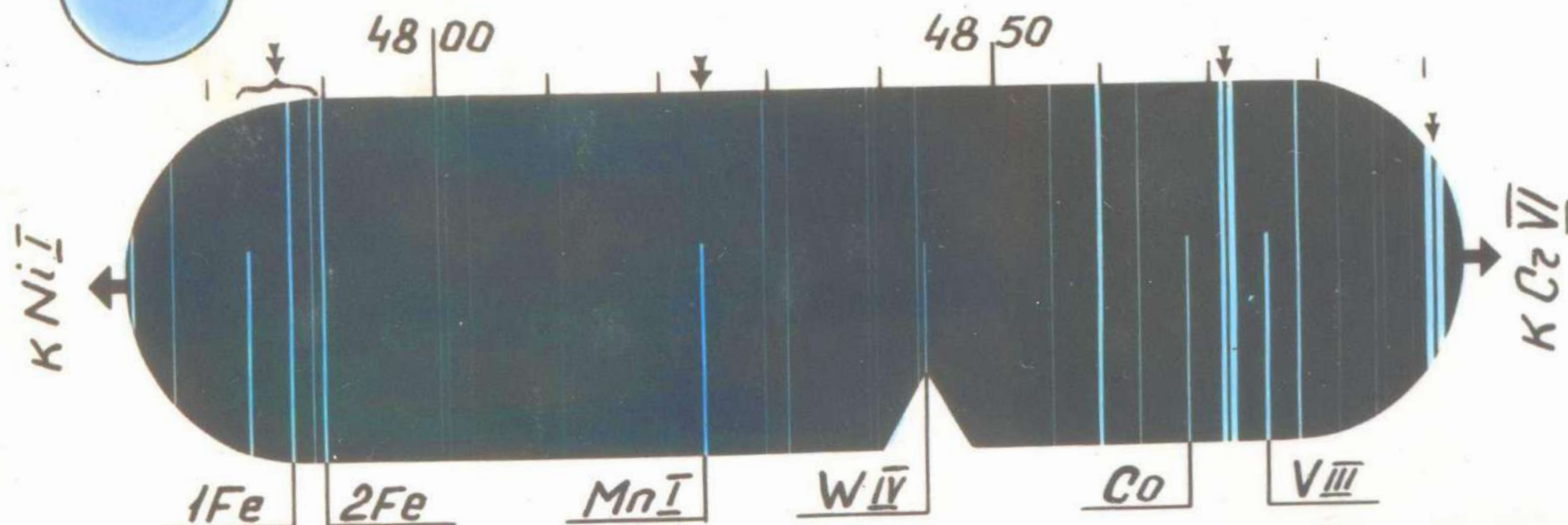
Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,3-0,5	MnI < 2
0,6-0,7	MnI = 2
1-2	MnI > 2
3-4	MnI = 3

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,25	MnI = 1
0,8	MnI = 2

Обжиг 40 сек



$W\bar{IV}$ $\lambda=4843.83$

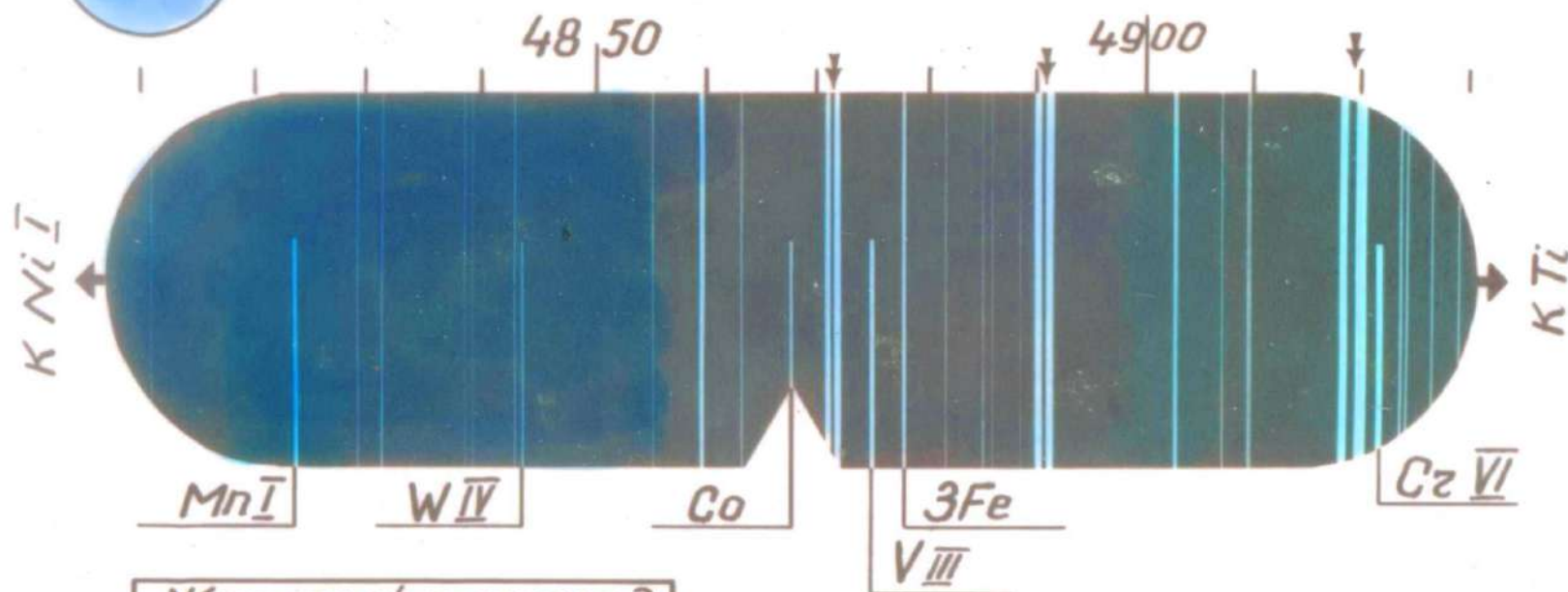


Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
1,0	$W\bar{IV}=1$
2,5	$W\bar{IV}=2$

Обжиг 60 сек



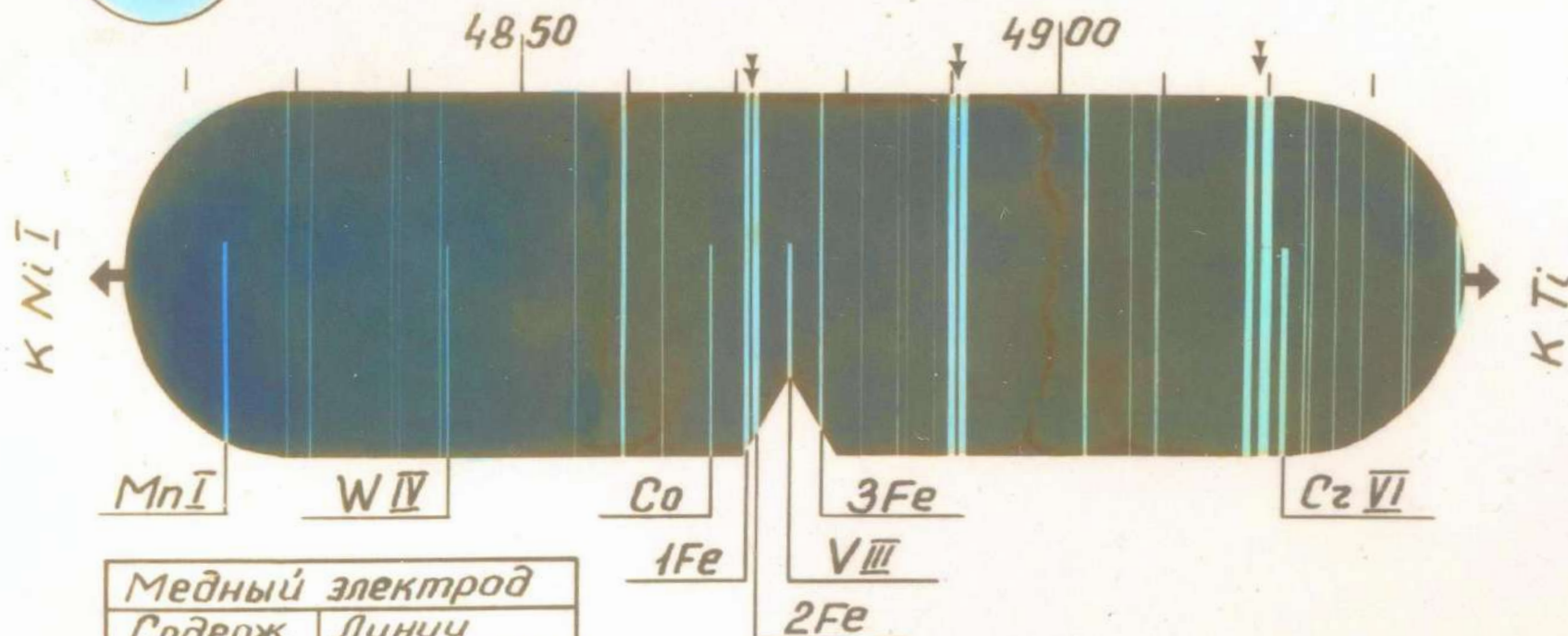
Co $\lambda = 4867.88$



Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
2	CO < 3
5	CO = 3
10	CO > 3



$V_{III} \lambda = 4875,48$

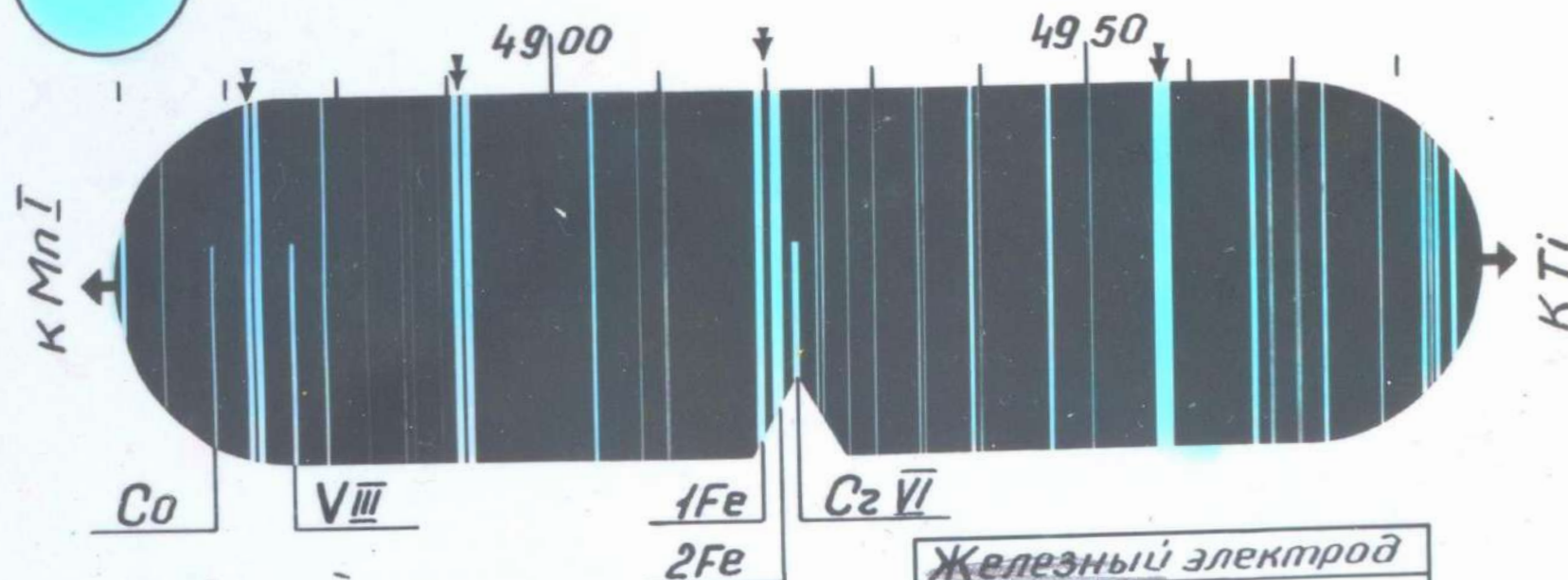


Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,8	$V_{III} = 3$
1-1,5	$V_{III} = 2$
2-2,5	$V_{III} = 1$

Обжиг 40 сек



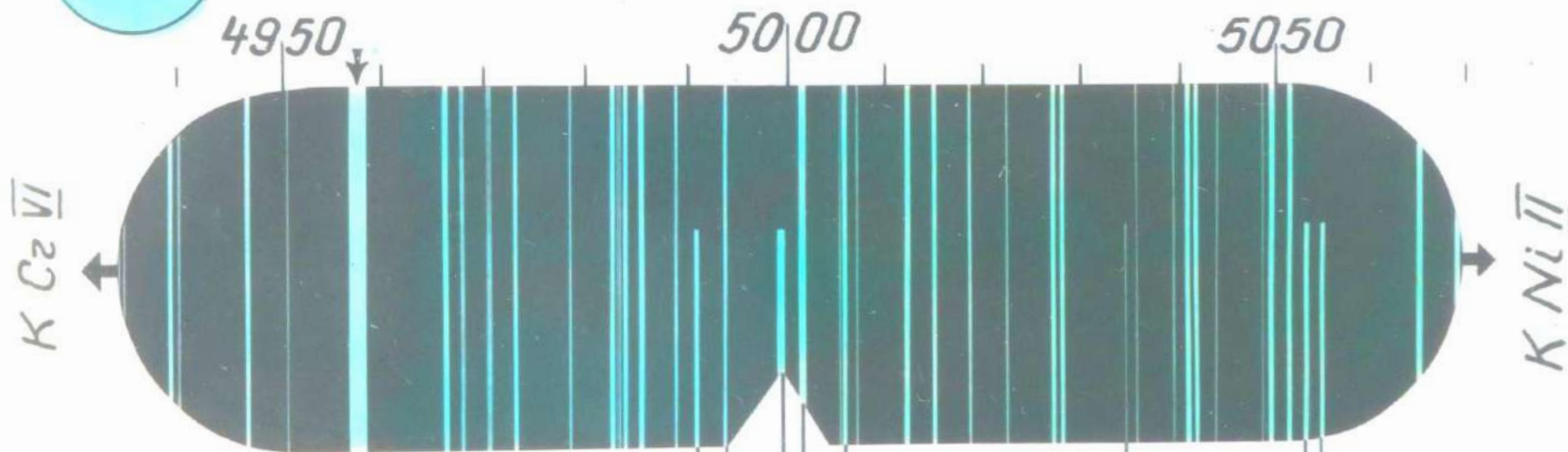
$Cz \bar{V} \lambda = 4922.27$



Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
10	$Cz \bar{V} \bar{I} \leq 1$
15	$Cz \bar{V} \bar{I} = 1$
20	$Cz \bar{V} \bar{I} < 2; Cz \bar{V} \bar{I} > 1$
30	$Cz \bar{V} \bar{I} = 2$



$Ti \lambda = 4999,51$



Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,05	1Ti = 1
0,1-0,15	1Ti > 1
0,3	2Ti ≤ 2
0,35	2Ti = 2
0,8	2Ti = 3
1-1,5	2Ti ≥ 3

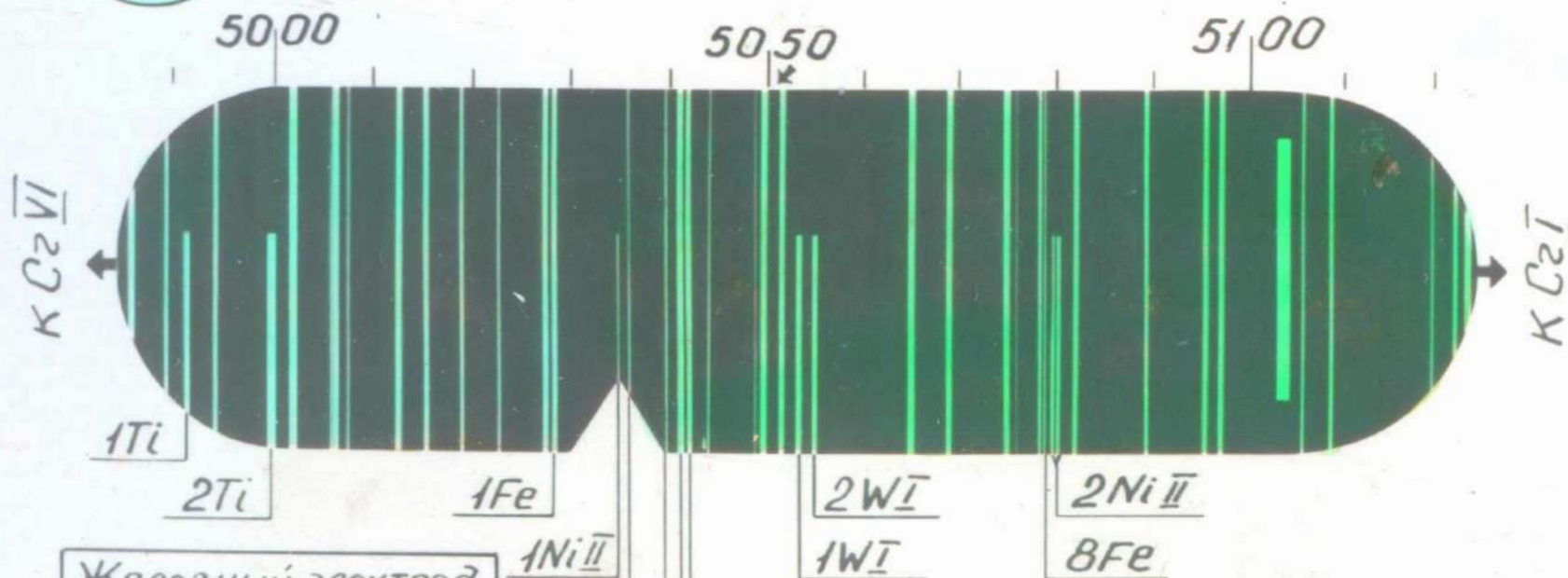
1Ti
1Fe
3Fe
2Fe
2Ti

Железн. электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,05	1Ti = 1
0,1	1Ti > 1
0,2-0,3	2Ti = 1
0,4-0,8	2Ti ≥ 2
1-1,5	2Ti = 3

1Ni II
W I



$Ni\bar{II} \lambda = 5035,37$



Железный электрод

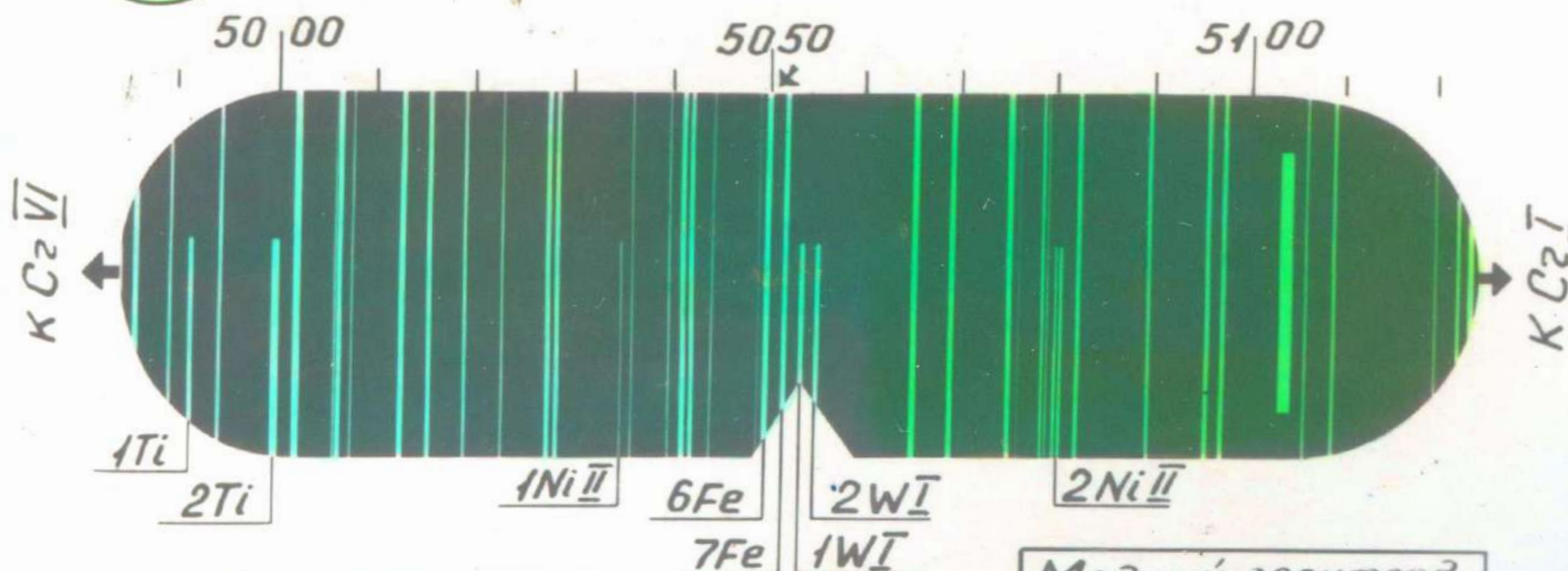
Содерж. %	Линии сравнения
0,2	$1Ni\bar{II} \ll 2$
0,5	$1Ni\bar{II} \leq 2$
1,5	$2Ni\bar{II} < 8$
3,0	$1Ni\bar{II} > 1; 2Ni\bar{II} \leq 8$
10	$1Ni\bar{II} \geq 3; 2Ni\bar{II} = 8$
15	$1Ni\bar{II} = 4; 1Ni\bar{II} = 5$
20	$2Ni\bar{II} > 8$

Медный электрод

Содерж. %	Линии сравнения
1,5	$2Ni\bar{II} \ll 8$
3	$2Ni\bar{II} < 8$
10	$2Ni\bar{II} = 8$
15-20	$2Ni\bar{II} > 8$



$W\bar{I} \lambda = 5053,3$



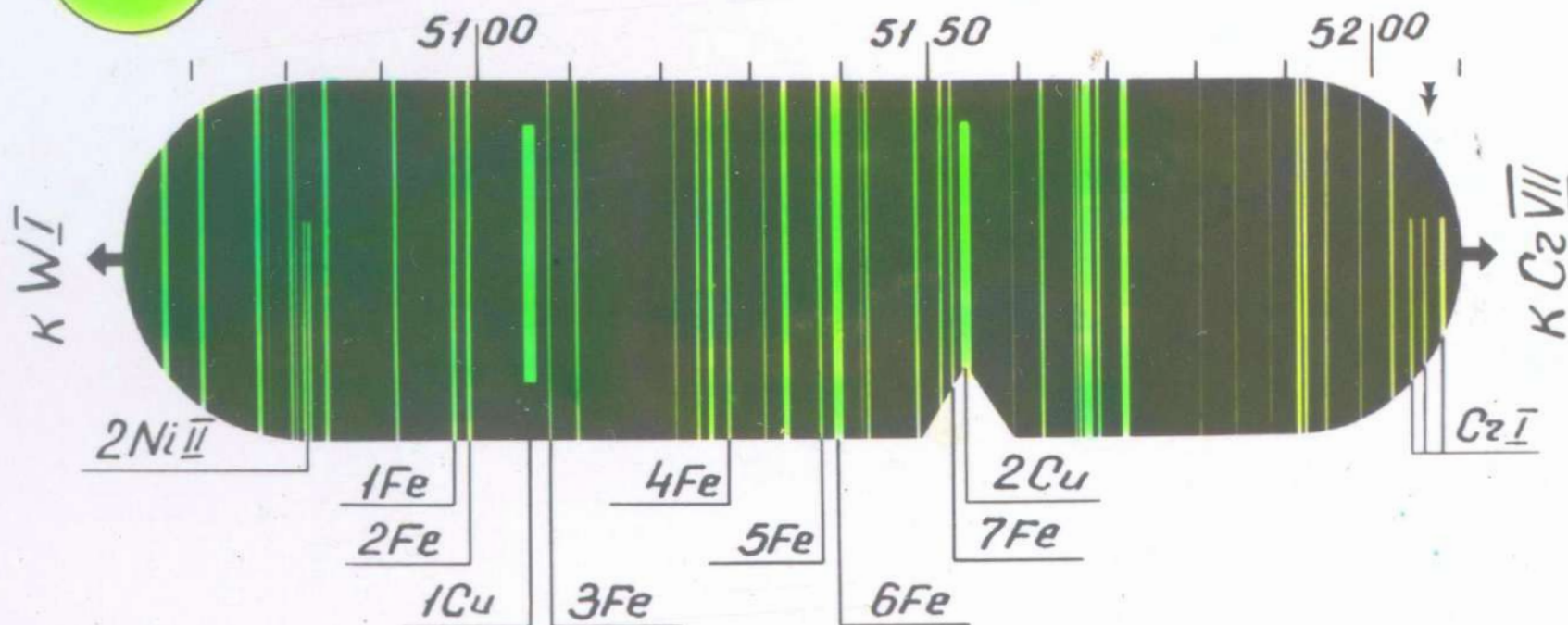
Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
4-7	$1W\bar{I} = 6$
7-9	$1W\bar{I} = 7$
15-20	$2W\bar{I} = 6$

Обжиг 60 сек.

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
1	$1W\bar{I} < 7$
2	$1W\bar{I} \leq 7$
2,5	$1W\bar{I} = 7$
5	$1W\bar{I} \leq 6$
8	$1W\bar{I} \geq 6$
13	$2W\bar{I} = 7$



Cu $\lambda=5153.24$

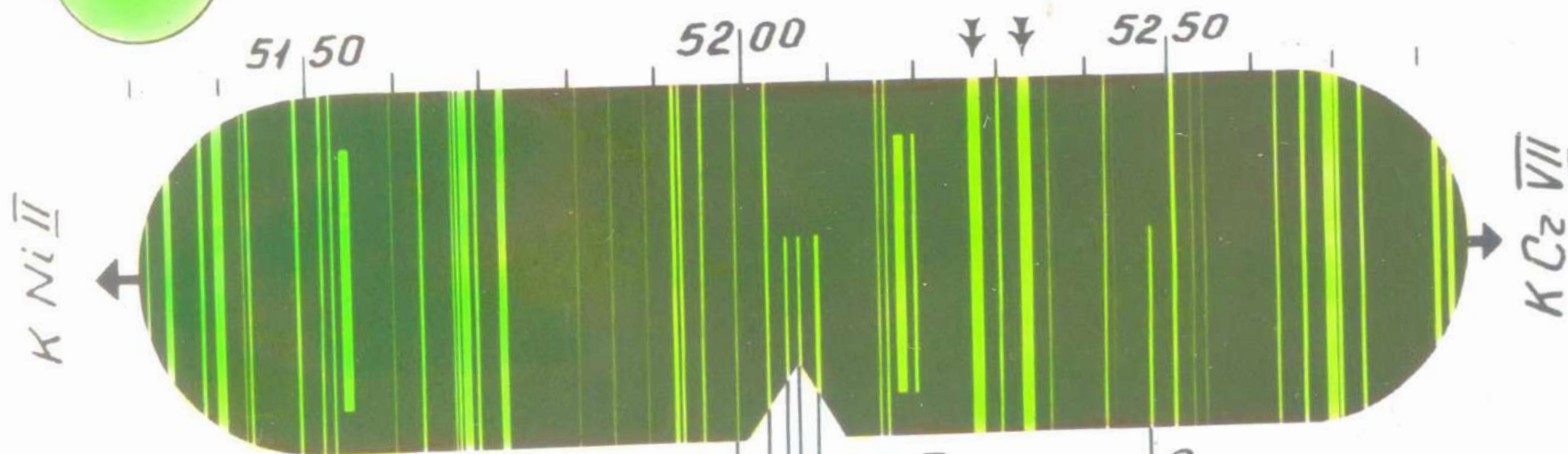


Содерж. %	Линии сравнения	Содерж. %	Линии сравнения
0,05	1Cu < 1;	0,32	1Cu ≥ 4; 2Cu = 7
0,10	1Cu ≤ 1;	0,42	1Cu ≥ 2;
0,16	1Cu ≥ 1;	0,50	1Cu > 2; 1Cu < 3
0,22	1Cu ≤ 4; 2Cu ≤ 7	0,57	1Cu ≤ 3; 2Cu > 7
0,28	1Cu = 4;		

**Железный
электрод**



$CzI \lambda = 5206.04$



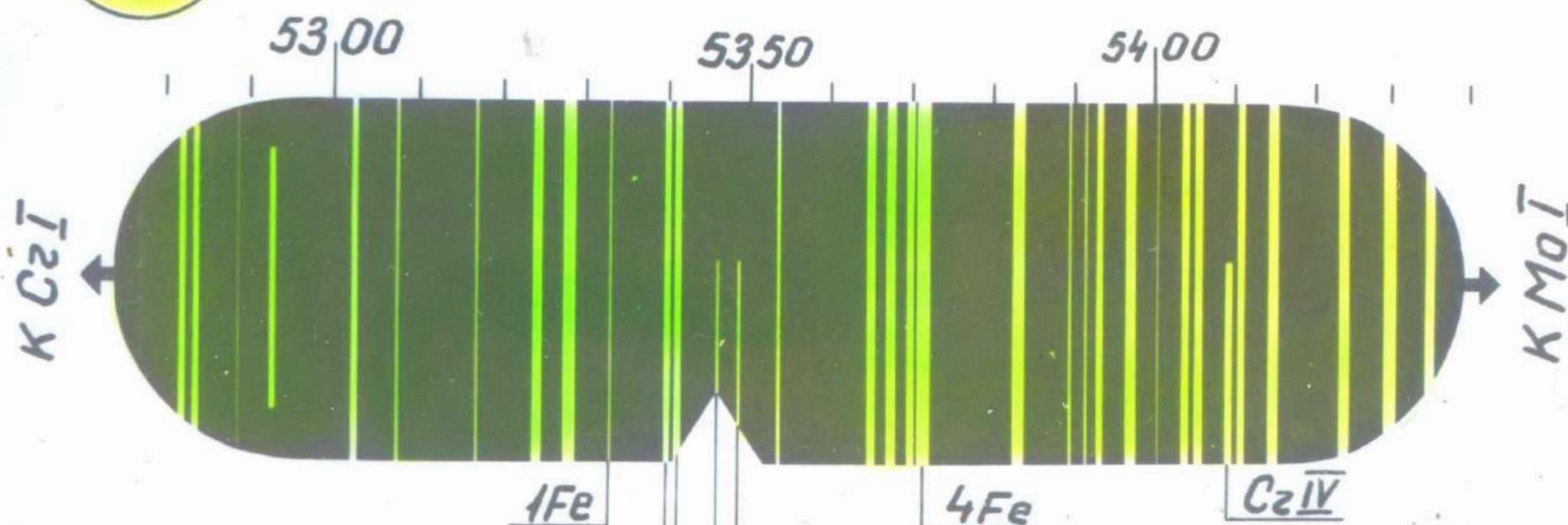
Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,05	$1CzI = 1$
0,10	$1CzI \leq 2$
0,20	$1CzI \geq 2$

$1Fe$	$3CzI$
$2Fe$	$2CzI$
	$1CzI$

Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,1	$3CzI = 2$
0,2	$1CzI = 2$



$Cz \overline{VII} \lambda = 5345.81$

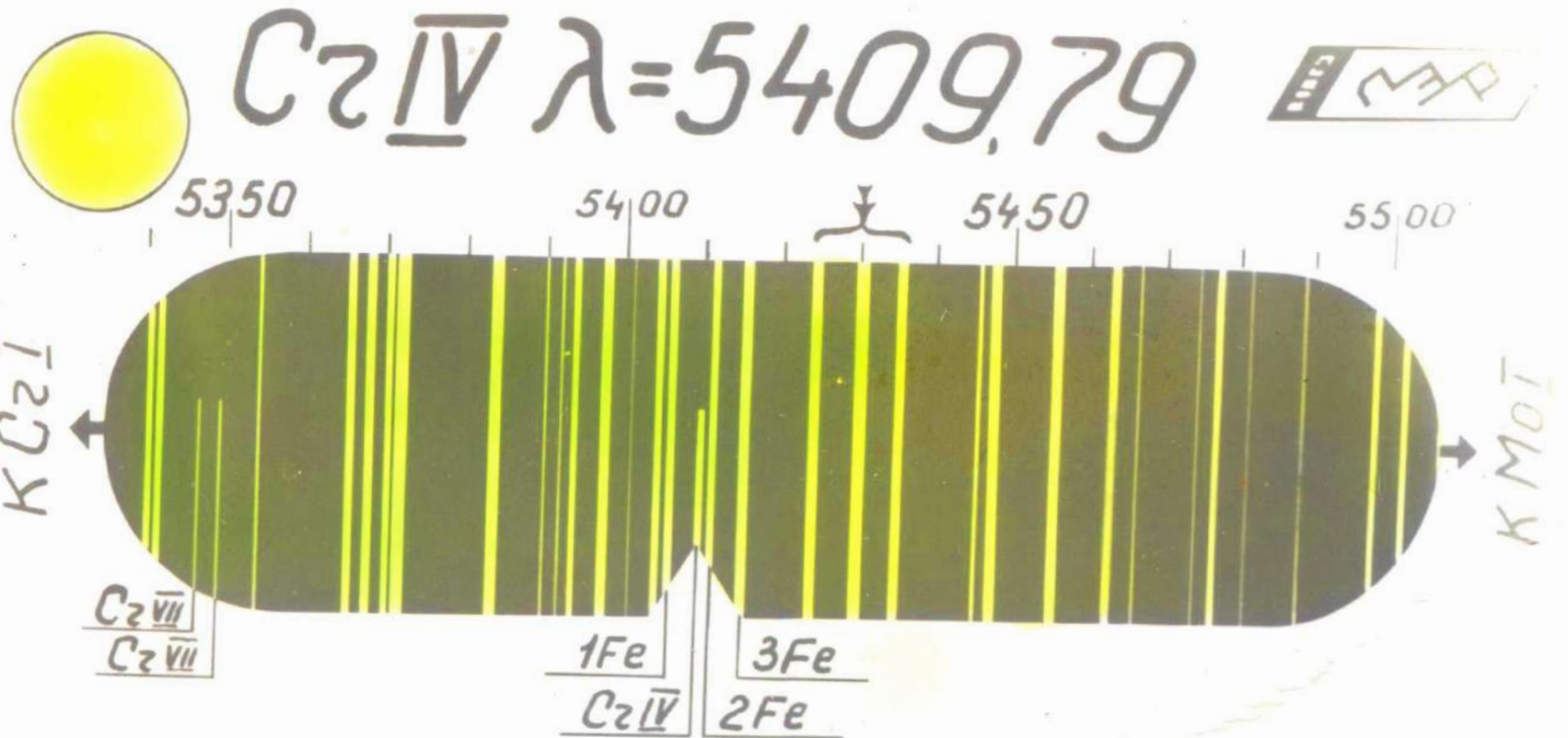


Содерж. %	Линии сравнения
0.3	$1Cz \overline{VII} = 1$
0.7	$2Cz \overline{VII} = 1$
1.0	$1Cz \overline{VII} = 2$
1.5	$1Cz \overline{VII} < 3; 1Cz \overline{VII} > 2$

$2Fe$
 $3Fe$
 $2Cz \overline{VII}$
 $1Cz \overline{VII}$

Медный
электрод

Содерж. %	Линии сравнения
2.5	$2Cz \overline{VII} = 2$
5.0	$2Cz \overline{VII} = 3$
10	$1Cz \overline{VII} = 4$
20	$1Cz \overline{VII} > 4; 2Cz \overline{VII} \leq 4$
30	$1Cz \overline{VII} \geq 4; 2Cz \overline{VII} \geq 4$

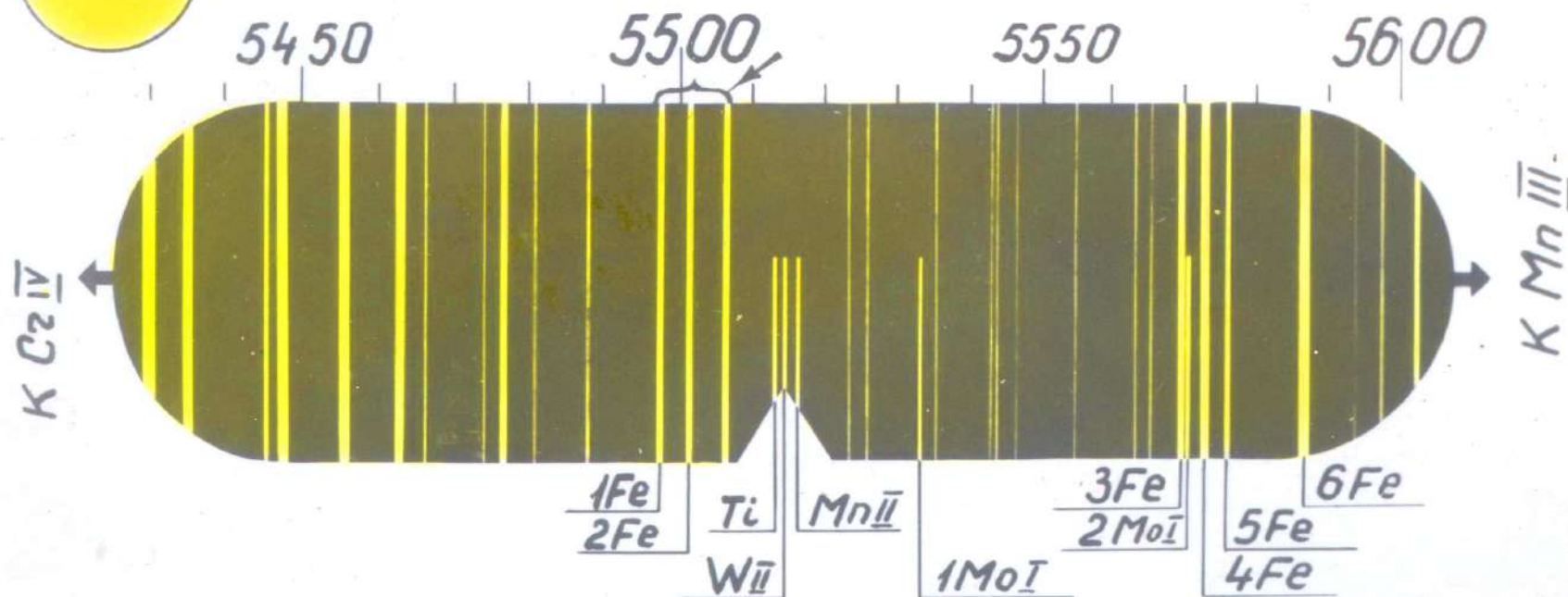


Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,7-1,1	$Cz \underline{IV} < 2$
1,0-1,6	$Cz \underline{IV} = 2$
1,5-2,2	$Cz \underline{IV} = 3$
2,5-8	$Cz \underline{IV} = 1$

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
1,0	$Cz \underline{IV} = 2$
2,5	$Cz \underline{IV} = 3$
5	$Cz \underline{IV} \geq 1$



$W_{II} \lambda = 5514,70$



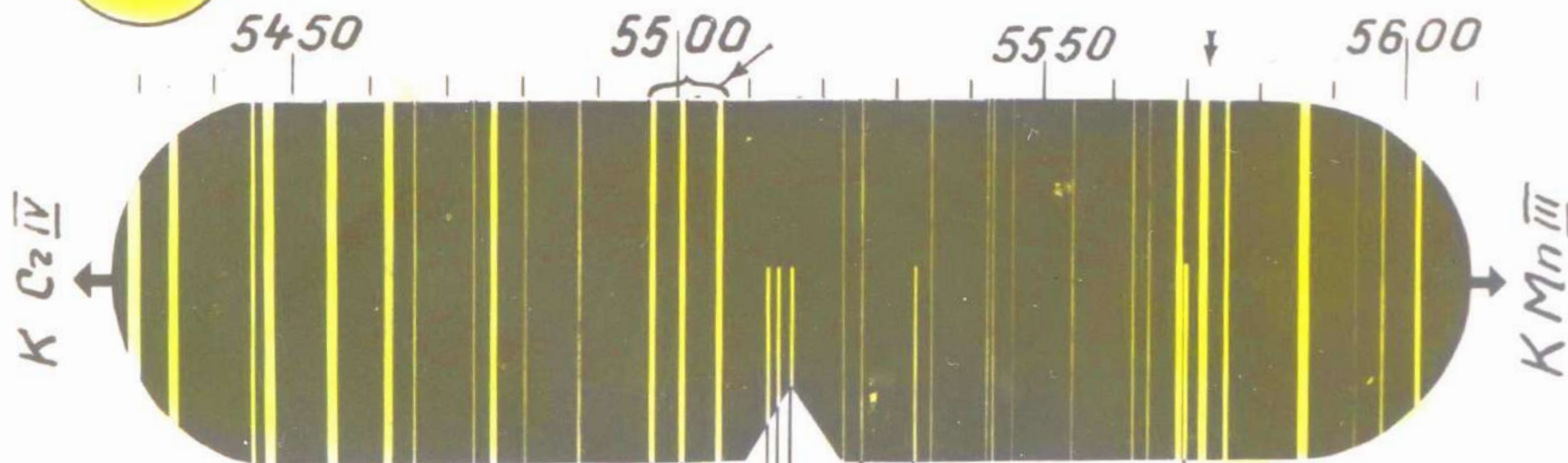
Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
7-9	$W_{II} = 2$
15-20	$W_{II} > 2$

Обжиг 60 сек

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
5	$W_{II} = 2$
9	$W_{II} \geq 1$
18	$W_{II} > 1$



$Mn II \quad \lambda = 5516,77$



Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
3	$Mn II \leq 2$
7	$Mn II = 1$
14	$Mn II \geq 1$

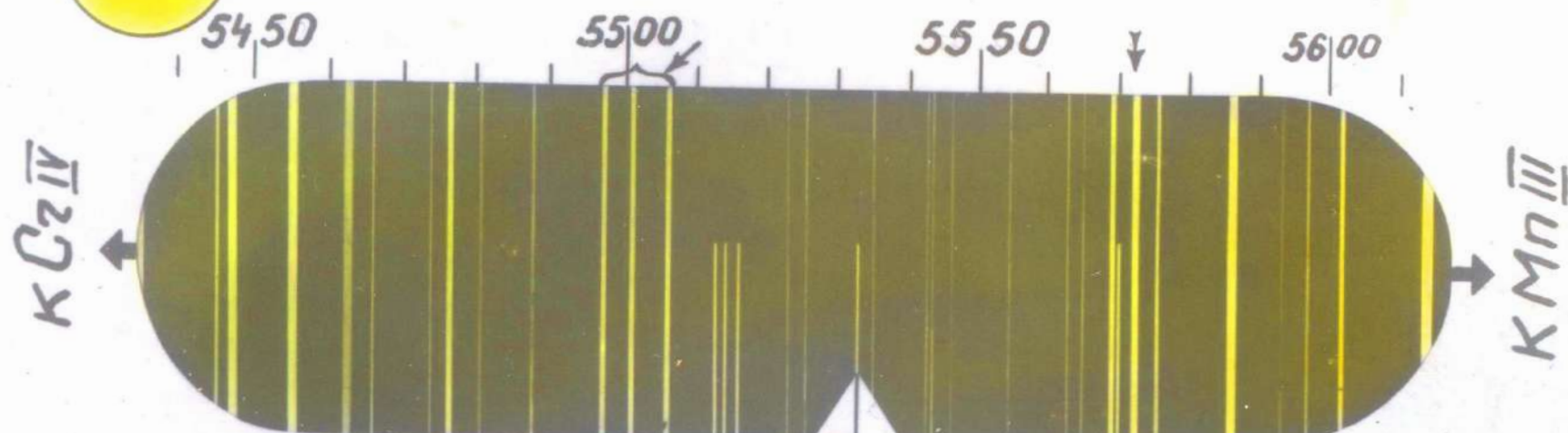
$\frac{1Fe}{2Fe}$ Ti $\frac{1MoI}{7Fe}$
 $W II$ $Mn II$

Обжиг 40 сек

Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
7	$Mn II \geq 7$
14	$Mn II = 2$



MoI $\lambda=5533,05$



Медный электрод

Содерж. %	Линии сравнения
до 0,15	1MoI ≤ 2
0,15 - 0,30	1MoI = 1; 2MoI ≤ 5
0,35 - 0,60	1MoI ≤ 4 ; 2MoI ≤ 3
0,65 - 1,2	2MoI = 4
свыше 1,2	2MoI > 4

1Fe
2Fe

Ti

MnII
WII

1MoI

3Fe
2MoI

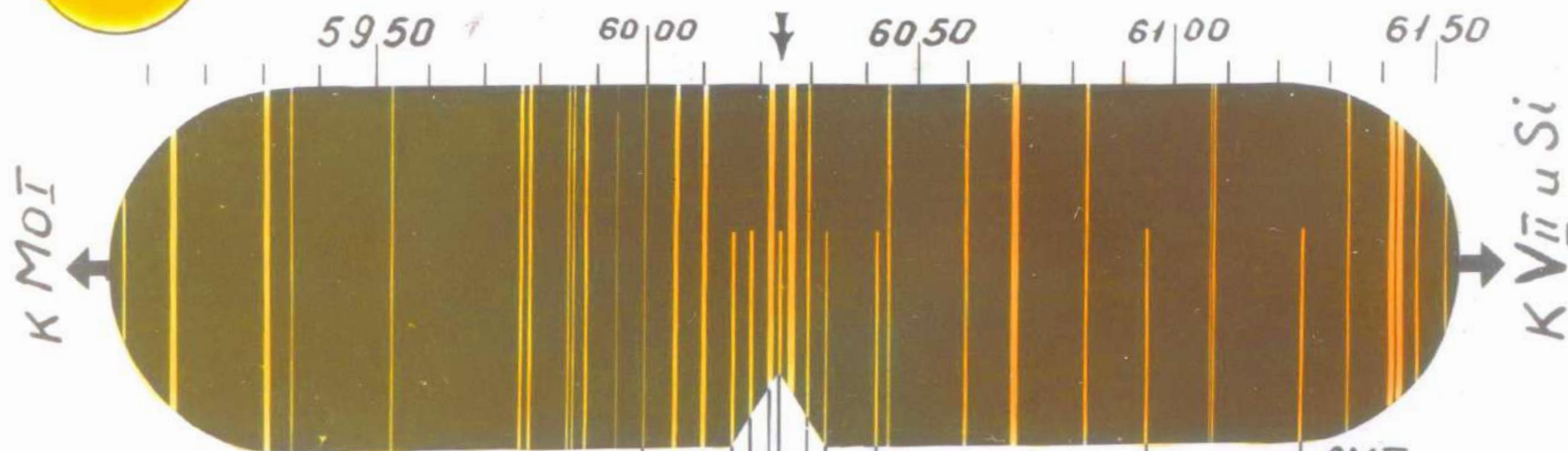
6Fe
5Fe
4Fe

Железный электрод

Содерж. %	Линии сравнения
0,15	1MoI ≤ 2
0,15 - 0,30	1MoI > 2



Mn^{III} λ=6021.8



Содерж. %	Линии сравнения
0,2	2Mn ^{III} ≤ 1
0,25	2Mn ^{III} ≥ 1
0,3	3Mn ^{III} ≤ 1; 2Mn ^{III} > 1
0,35	3Mn ^{III} = 1

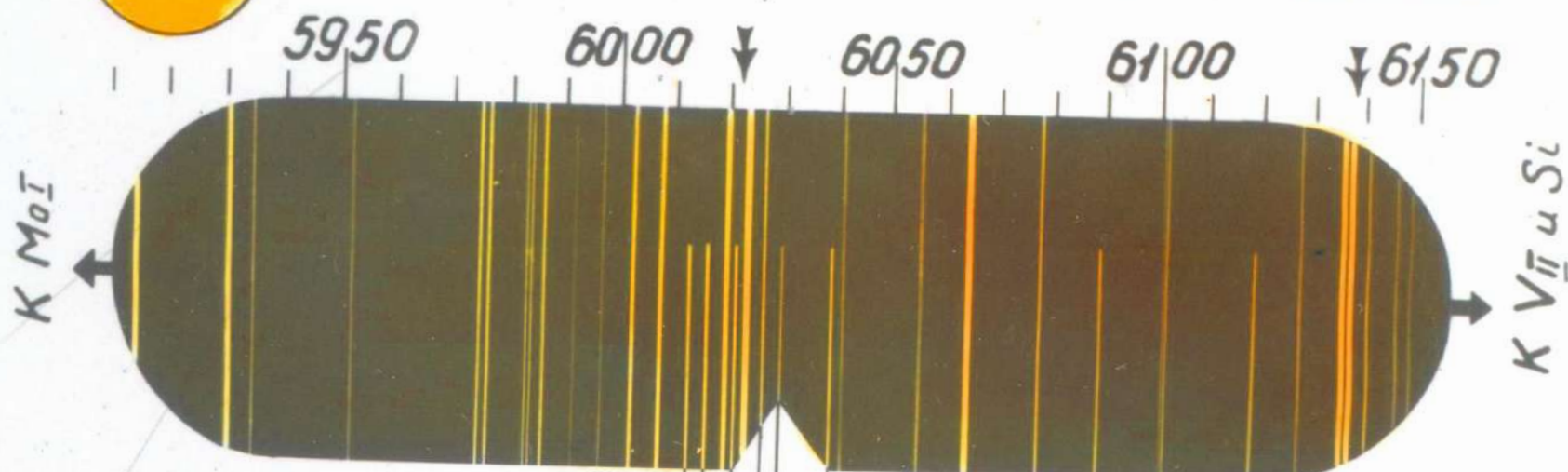
1Fe
3Mn^{III}
2Mn^{III}
2Fe
1V^{IV}
Mo^{II}
3Fe
1Mn^{III}
2V^{IV}
3V^{IV}

Медный электрод
Обжиг 40 сек

Содерж. %	Линии сравнения
0,4	3Mn ^{III} ≥ 1; 2Mn ^{III} < 3
0,7	3Mn ^{III} = 3
1,0	1Mn ^{III} = 2



Mo II $\lambda=6030,66$



Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,15	Mo II = 3
0,17-0,30	Mo II > 3; Mo II ≤ 5
0,3-1,0	Mo II > 5; Mo II ≤ 6

3 Mn II
2 Mn III
1 Mn III
3 Fe
Mo II

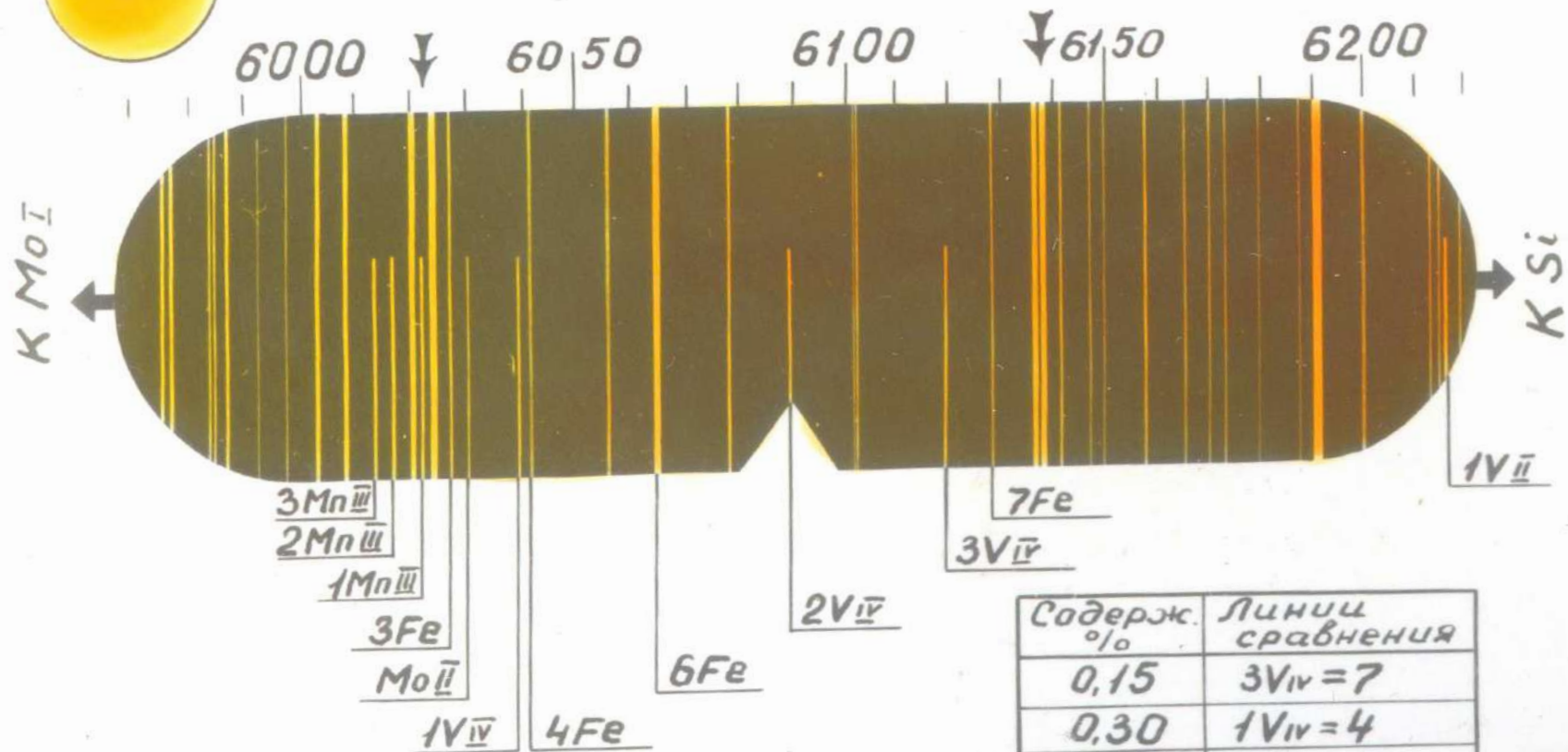
6 Fe
5 Fe
1 V IV

2 V IV
3 V IV

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
0,25	Mo II = 3
0,30	Mo II > 5; Mo II < 6
0,70	Mo II ≤ 6
2	Mo II > 6



$V_{IV} \lambda = 6090.2$

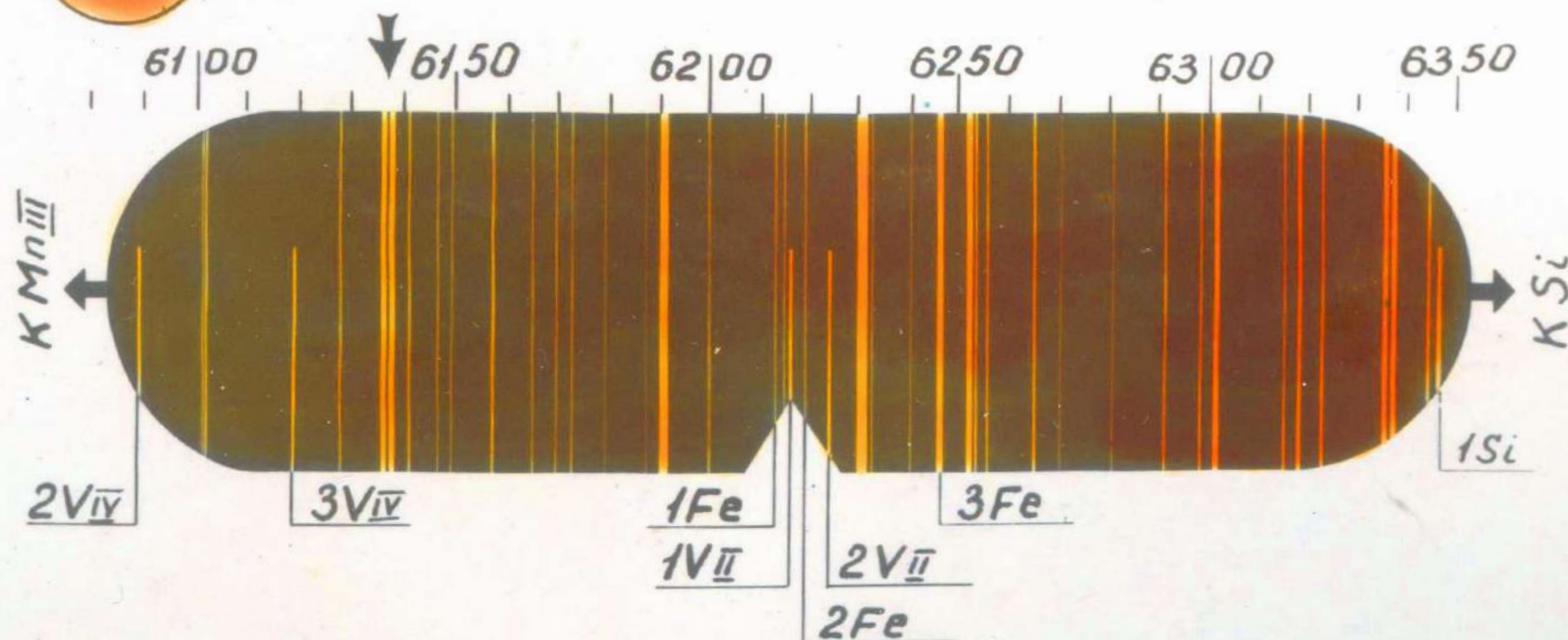


Медный электрод
Обжиг 40 сек

Содерж. %	Линии сравнения
0,15	3V _{IV} = 7
0,30	1V _{IV} = 4
0,40	1V _{IV} = 3
0,70	2V _{IV} = 6
1,80	1V _{IV} = 6



$V_{II} \lambda = 6216,37$



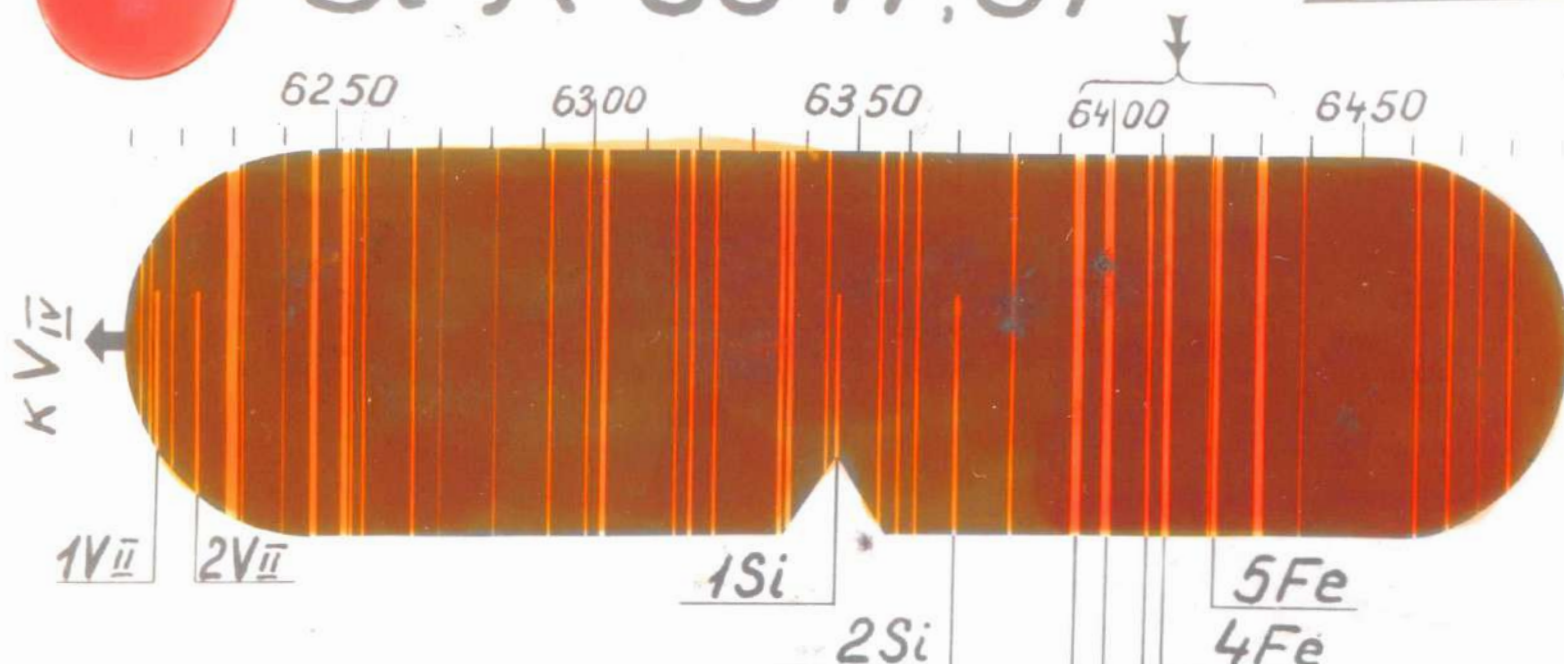
Железный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
1-1,5	$1V_{II} \geq 1; 2V_{II} < 2$
2-2,5	$2V_{II} = 2$

Медный электрод	
Содерж. %	Линии сравнения
1-1,5	$1V_{II} = 3; 2V_{II} = 2$
2-2,5	$2V_{II} = 1$

Обжиг 40 сек



Si $\lambda=6347.01$



Медный электрод

Содерж. %	Линии сравнения	Содерж. %	Линии сравнения
0,1-0,15	1Si ≤ 3	1,2-1,4	1Si > 1; 1Si ≤ 2
0,3	1Si = 5	1,8-2,0	1Si ≥ 2; 2Si < 1
0,6	1Si = 1; 2Si = 3	3-4	1Si > 2; 2Si ≤ 2

Обжиг 30 сек

Марка стали	C	P	S	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Nb	Cu	B	Ti
15КП	0,12-0,19	0,04	0,04	≤0,07	0,25-0,50	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
15	0,12-0,19	0,04	0,04	0,17-0,37	0,33-0,65	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
20КП	0,17-0,24	0,04	0,04	≤0,07	0,25-0,50	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
20	0,17-0,24	0,04	0,04	0,17-0,37	0,33-0,65	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
25	0,22-0,30	0,04	0,04	0,17-0,37	0,5-0,8	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
30	0,27-0,35	0,04	0,04	0,17-0,37	0,5-0,8	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
35	0,32-0,40	0,04	0,04	0,17-0,37	0,5-0,8	≤0,25			≤0,25		≤0,25		
20Л	0,17-0,25	0,04-0,07	0,045-0,060	0,20-0,42	0,35-0,75	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
25Л	0,22-0,30	0,04-0,07	0,045-0,060	0,20-0,42	0,35-0,75	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
15К	0,12-0,20	0,045	0,045	0,15-0,30	0,35-0,65	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
20К	0,16-0,24	0,040	0,045	0,15-0,30	0,35-0,65	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
22К	0,18-0,26	0,045	0,045	0,17-0,37	0,7-0,9	≤0,3			≤0,25		≤0,3		0,05
16ГС	0,12-0,18	0,035	0,04	0,4-0,7	0,9-1,2	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
15ГС	0,12-0,18	0,04	0,03	0,7-1,0	0,9-1,3	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
10Г2С1	≤0,12	0,04	0,04	0,9-1,2	1,3-1,65	≤0,3			≤0,3		≤0,3		
16ГНМ	0,12-0,18	0,035	0,04	0,17-0,37	0,8-1,1	≤0,3	0,4-0,55		1,0-1,3		0,15-0,25		
15Х.20Х	0,12-0,18	0,035	0,035	0,17-0,37	0,4-0,8	0,7-1,0			≤0,35		≤0,035		
35Х	0,31-0,39	0,035	0,035	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1			≤0,035		≤0,035		
40Х	0,36-0,44	0,035	0,035	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1			≤0,035		≤0,035		
12МХ	0,09-0,16	0,03	0,025	0,15-0,30	0,4-0,7	0,4-0,6	0,4-0,6		≤0,25		≤0,20		
15ХМ	0,11-0,18	0,035	0,035	0,17-0,37	0,4-0,7	0,8-1,1	0,4-0,55		≤0,25		≤0,20		

Марка стали	C	P	S	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Nb	Cu	B	Ti
20MX	0,15-0,25	0,04	0,04	0,17-0,37	0,4-0,7	0,8-1,1	0,15-0,25						
12X1MΦ (12XMΦ)	0,08-0,15	0,03	0,025	0,17-0,37	0,4-0,7	0,9-1,2	0,25-0,35	0,15-0,30	≤0,25		≤0,20		
15X1M1Φ	0,10-0,16	0,025	0,025	0,17-0,37	0,4-0,7	1,1-1,4	0,9-1,1	0,20-0,35	≤0,25		≤0,25		
12X2MΦБ (ЭУ531)	0,09-0,12	0,025	0,025	0,4-0,7	0,4-0,7	2,1-2,6	0,5-0,7	0,20-0,35	≤0,25	0,5-0,8	≤0,25		
12X2MΦCP	0,08-0,15	0,025	0,025	0,4-0,7	0,4-0,7	1,6-1,9	0,5-0,7	0,20-0,35	≤0,25		≤0,25	0,002-0,005	
25X1MΦ (ЭУ10)	0,22-0,29	0,03	0,025	0,17-0,37	0,4-0,7	1,5-1,8	0,25-0,35	0,15-0,30	≤0,25		≤0,2		
25X2M1Φ (ЭУ723)	0,22-0,29	0,03	0,025	0,17-0,37	0,4-0,7	2,1-2,6	0,9-1,1	0,3-0,5	≤0,25		≤0,2		
20X1M1Φ/TP (ЭП182)	0,17-0,24	0,03	0,03	≤0,35	≤0,50	0,9-1,4	0,8-1,1	0,7-1,0	≤0,5			0,005	0,05-0,12
20XMΦБP (ЭП44)	0,17-0,26	0,03	0,03	≤0,37	0,5-0,8	1,0-1,5	0,8-1,1	0,7-1,0	≤0,45	≤0,15	≤0,20	до 0,005	
20XMЛ	0,15-0,25	0,06	0,06	0,20-0,42	0,4-0,9	0,4-0,7	0,4-0,6		≤0,3		≤0,3		
20XMΦЛ	0,18-0,25	0,03	0,03	0,15-0,37	0,4-0,7	0,9-1,2	0,5-0,7	0,2-0,3	≤0,3				
15X1M1ΦЛ	0,14-0,20	0,03	0,03	0,15-0,37	0,4-0,85	1,2-1,7	1,0-1,2	0,15-0,25	≤0,3				
1X13 (ЭЖ1, Ж1)	0,09-0,15	0,03	0,025	≤0,6	≤0,6	12-14			≤0,6				
2X13 (ЭЖ2)	0,16-0,24	0,03	0,025	≤0,6	≤0,6	12-14			≤0,6				
3X13 (ЭЖ3)	0,25-0,34	0,03	0,025	≤0,6	≤0,6	12-14			≤0,6				
1X18H9T	до 0,12	0,035	0,020	≤0,8	1,0-2,0	17-19			8-9,5		≤0,3		(C-0,02) x 5-0,7
1X18H10T	до 0,12	0,035	0,020	≤0,8	1,0-2,0	17-19			9-11		≤0,3		(C-0,02) x 5-0,7
1X18H12T	до 0,12	0,035	0,020	≤0,8	1,0-2,0	17-19			11-13		≤0,3		(C-0,02) x 5-0,7
1X12B2MΦ (ЭУ756)	0,10-0,17	0,03	0,025	≤0,5	0,5-0,8	11-13	0,6-0,9	0,15-0,30	≤0,6		≤0,3	W=1,7-2,2	