Отчет об испытаниях керамических фильтров ФКТ

В соответствии с тех. заданием, в июне 2005 г. на Литейном заводе ООО «ЧТЗ-Уралтрак» производились испытания керамических фильтров ФКТ производства ООО «Термосинтез». Результаты испытаний представлены в виде анализа части литниковой системы (дет. 51-54-1), содержащей отработанный керамический фильтр (в стояке), а также оценки качества полученных отливок.

Фильтры ФКТ испытывались при получении отливок деталей №51-54-1. Параметры заливки следующие:

Марка сплава: ЖЧН2

Температура заливки: 1305-1360°С

Количество металла, пропускаемого через 1 фильтр: 53 кг

Время заливки: 10 с

Испытывались прямоугольные фильтры ФКТ с размерами 63×87 мм, толщиной 15 мм со следующими характеристиками:

Диаметр отверстий, мм	4
Кол-во отверстий на 1 см^2 фильтра	3,97
Площадь перфорации на 1 см^2 фильтра, см^2	0,50
Количество отверстий на фильтр	168
Средняя плотность фильтра, г/см^3	4
Максимальная температура эксплуатации	2000 °С
Материал фильтра	Пассивированый TiC

Фильтры устанавливались в литниковую систему под стояк.

Количество испытанных фильтров: 22 штуки (88 отливок).

Количество полученных отливок:67 штук.

Основными причинами брака данных отливок являются:

- шлаковые включения – 2%;
- горячие трещины – 3%;
- усадочные раковины – 3%;
- неспай – 10%.

Процент брака по шлаковым включениям на данной детали без использования фильтров составляет 2%. Применение керамических фильтров позволило полностью исключить данный вид брака.

Путем увеличения проходного сечения под стояком, что позволяет более быстро заливать форму, удалось снизить брак по неспаю 5%.

Для исследований состояния фильтра и механизма фильтрации стояк одной из отливок был порезан на пластинки с целью получения микрошлифов, на которых была представлена композиция керамический фильтр – чугун.

Анализ срезов показал сохранность фильтра, отсутствие разрушений и сколов.

Были приготовлены микрошлифы верхней и нижней частей фильтра. Микрошлифы исследовались на электронном сканирующем микроскопе JEOL JSM-6460LV (кафедра физической химии, ЮУрГУ).

На рис. 1. представлена схема исследовавшегося микрошлифа верхней части фильтра.

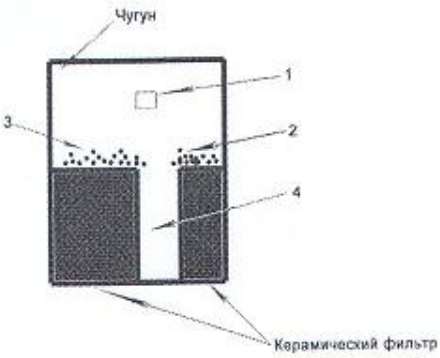


Рис. 1. Схема микрошлифа верхней части фильтра
Обозначены области:
1 - участок металлической фазы (чугун);
2, 3 – неметаллические включения;
4 – поверхность чугуна в фильтре.

Снимок участка металлической фазы (участок 1, рис. 1) приведен на рис. 2 (в приложении). Вид и химический состав данного участка свидетельствует об отсутствии неметаллических включений и представлен чугуном.

На верхней поверхности фильтра обнаружены скопления фазы, отличной от чугуна и материала фильтра (участки 2 и 3 на рис. 1.), которая идентифицирована как скопления неметаллических включений. Снимки участка 2 (рис. 1), полученные на электронном микроскопе, представлены на рис. 3 а, б и с более сильным увеличением на рис. 4 а-д. Микроанализ включений свидетельствует о разнообразии их химического состава. На основе химического состава характерных частиц включений (точки *spectrum 1, 2, 3, 4 и 5* на рис. 3 и 4) можно предположить, что они представлены:

1) окисью кремния (SiO-SiO_2),
2) окисью алюминия (Al_2O_3),
3) карбидом кремния SiC,
4) свободным углеродом (графит),
5) карбидом титана TiC,
6) также присутствуют соединения с небольшим содержанием серы.

Карбид титана является материалом фильтра, который просматривается через слой включений. Первые два типа включений (SiO_2 и Al_2O_3) в количественном отношении преобладают.

Снимок участка неметаллических включений участка 3 (рис. 1) представлен на рис. 5. Химический состав точек *spectrum 1, 2, 3* показывает наличие, кроме SiO_2, Al_2O_3 и SiC, также MgO.

Кроме неметаллических включений, в металлической фазе отчетливо видны многочисленные включения, микроанализ которых (рис. 6, участок *spectrum 1*) показал, что они являются шаровидным графитом. Интересную картину представляет поверхность части чугуна в теле фильтра (рис. 1, область 4), микрофотографии которой представлены на рис. 7, а, б и рис. 8 ,а-в. В центральной части данного участка присутствует только шаровидный графит (рис. 7, а), тогда как на границе раздела фильтр-чугун, графит представлен в виде вермикулярной модификации (рис. 7, б и рис. 8, а-в).

Снимки нижней части фильтра и чугуна, находящегося под ней (рис. 9, а, б), не выявили каких-либо неметаллических включений. В чугуне обнаружены только включения шаровидного графита.

Резюме.

Результаты анализа микрошлифов композиции чугун-керамический фильтр дают классическую картину механизма фильтрации литейных расплавов через прессованные керамические фильтры. Неметаллические включения задерживаются на верхней поверхности фильтра, формируя так называемую «лепешку», через которую продолжается более эффективная фильтрация, но с меньшей скоростью. На верхней поверхности фильтра обнаружены фазы неметаллических включений, по химическому составу которых можно предполагать, что они состоят из SiO_2, Al_2O_3, MgO, карбида кремния SiC и свободного углерода (графита). Исследованный участок металла под фильтром неметаллических включений не содержал.

Скорость заливки литейных форм ни коим образом не зависит от наличия фильтра в литейной форме, а подбирается лишь параметрами литниковой системы.

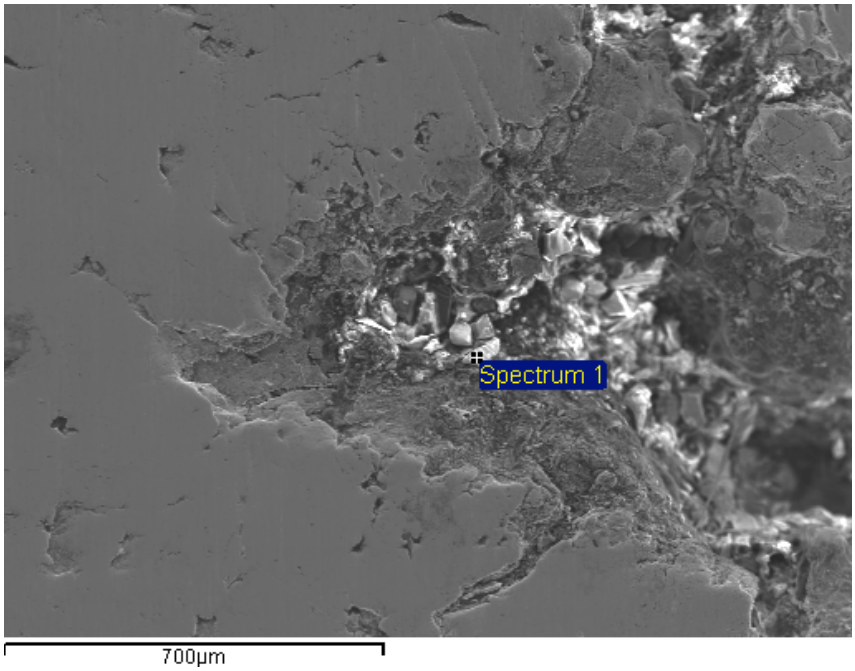
Исходя из двух факторов: целостности фильтра в процессе заливки и формирования на верхней поверхности слоя неметаллических включений, можно сделать вывод о функциональности фильтров ФКТ в качестве средства для снижения количества неметаллических включений в отливках.

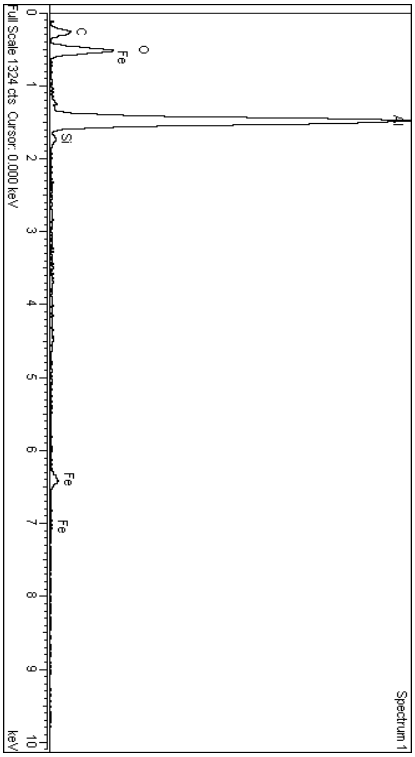
Технолог БЧЛТОЛЗ 2.09.05 Малый А.В.
Начальник БЧЛТОЛЗ 2.09.05 Гажа В.К.
Главный технолог ТОЛЗ Саватеев С.В.

Начальник ТБЛЧ-1 2.09.05 2.09.05 Перминов В.К.

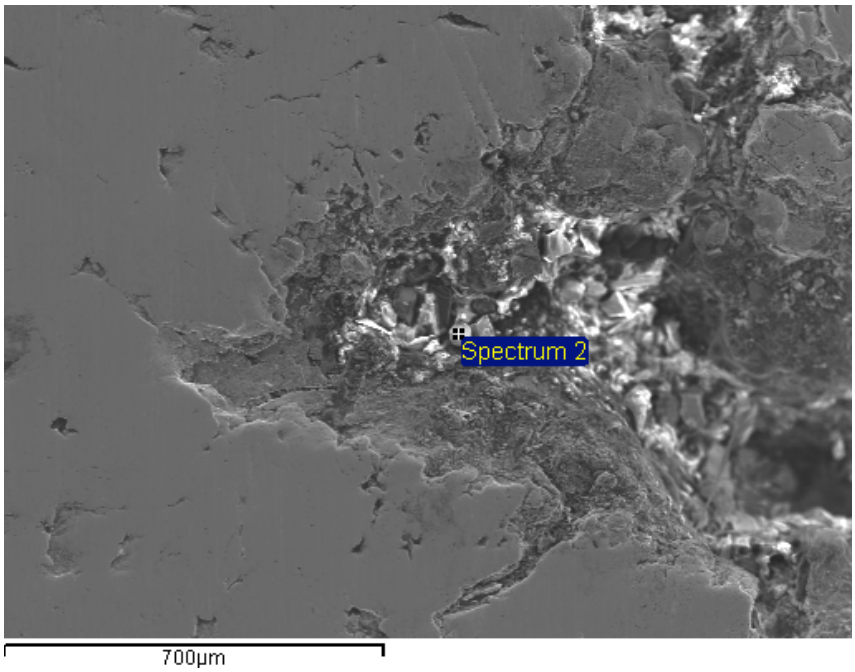
Рис. 3. Снимки скопления неметаллических включений на поверхности фильтра (участок 2 на рис. 1)

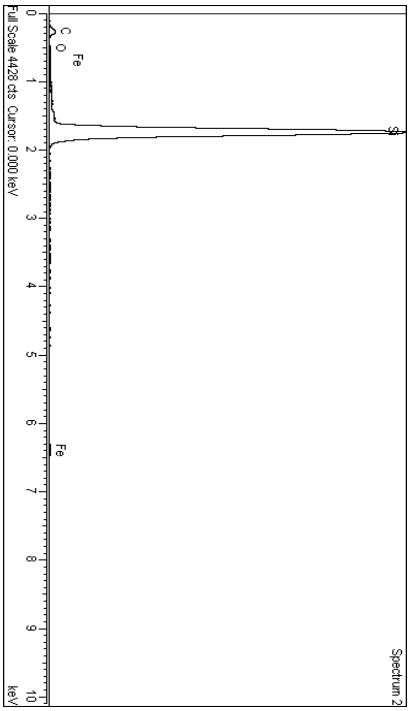
а)





б)



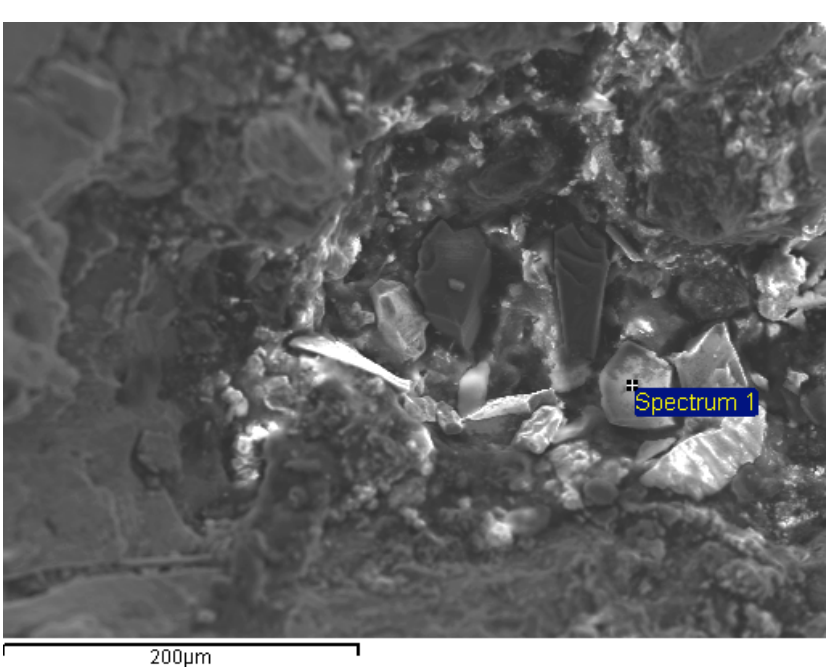


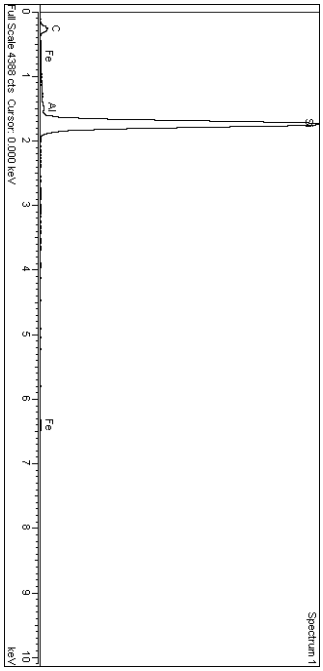
Химический состав включений в точках *spectrum 1 и 2*
All results in weight%

Spectrum	C	O	Al	Si	Fe	Total
Spectrum 1	**28.54**	**39.36**	**29.69**	**0.68**	**1.73**	**100.00**
Spectrum 2	**41.65**	**2.14**		**55.47**	**0.75**	**100.00**

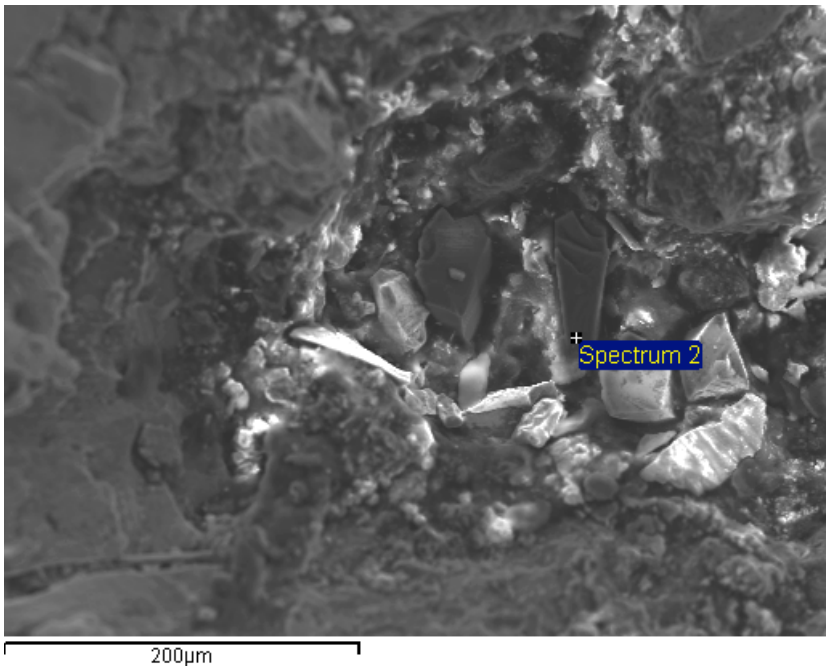
Рис. 4. Увеличенные снимки неметаллических включений (участок 2 на рис. 1)

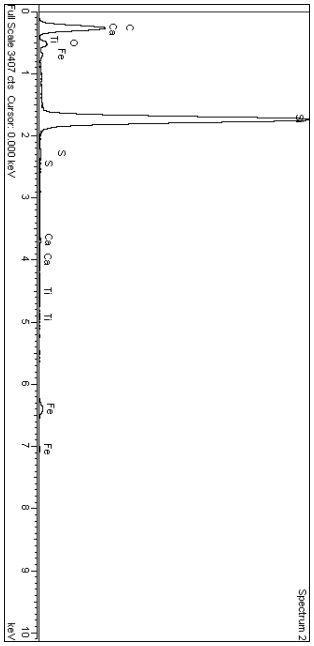
а)



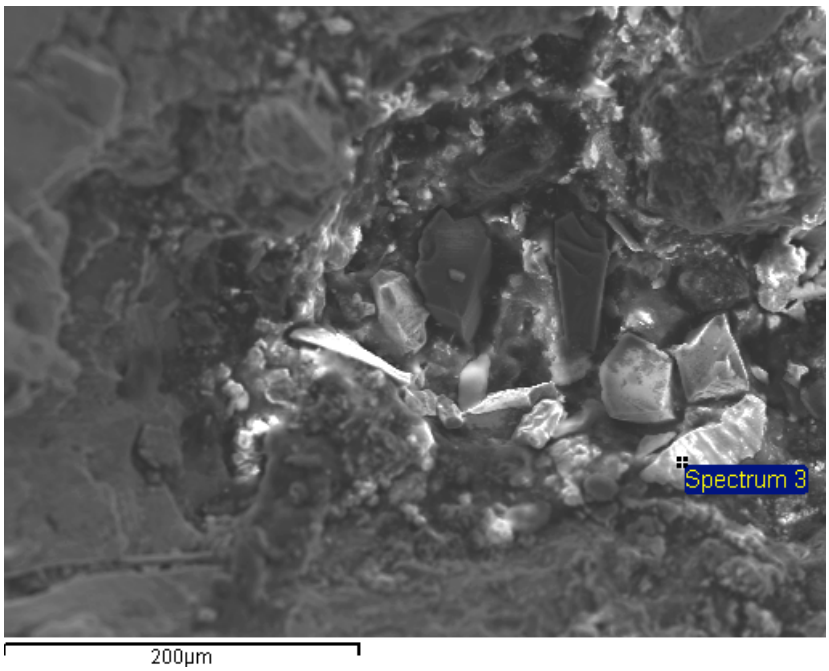


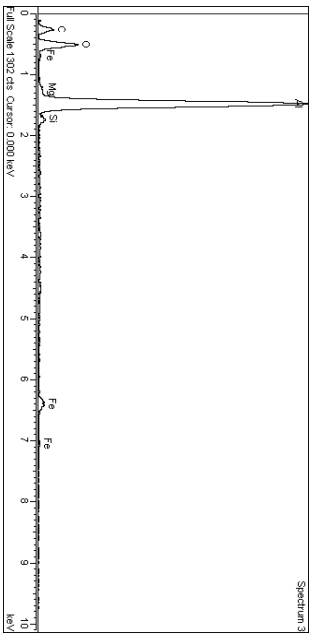
б)



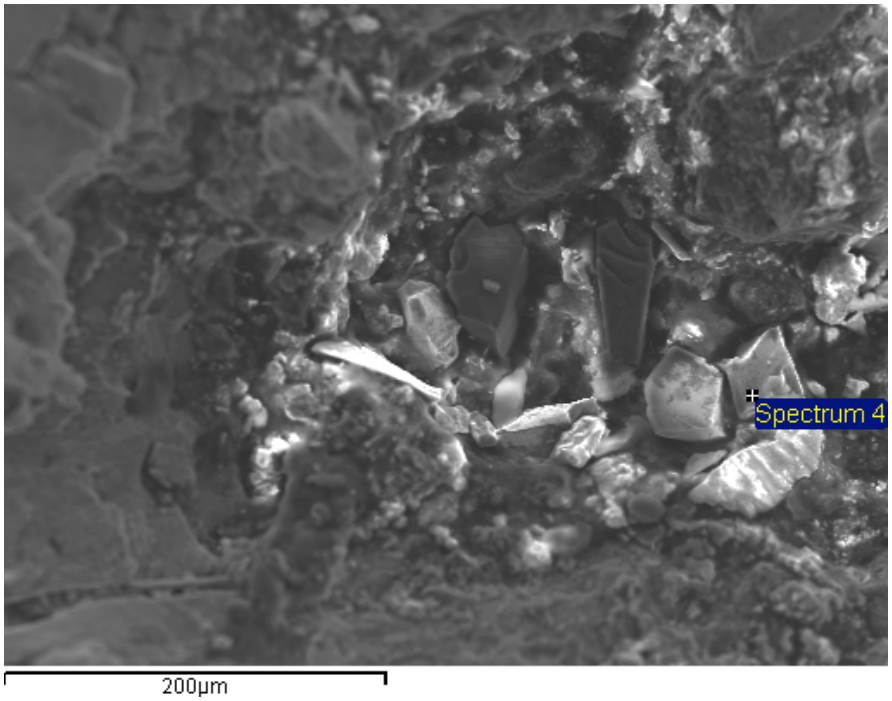


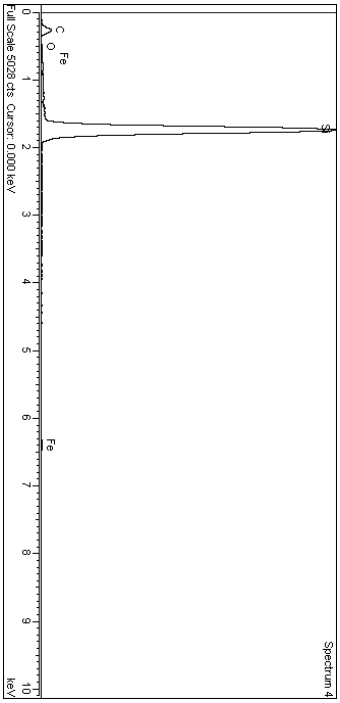
в)



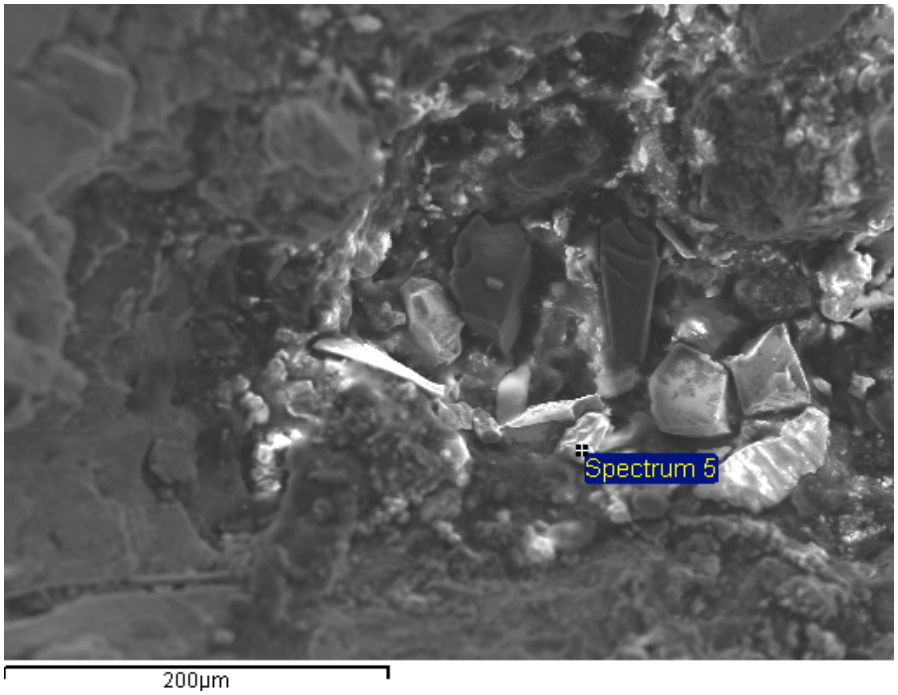


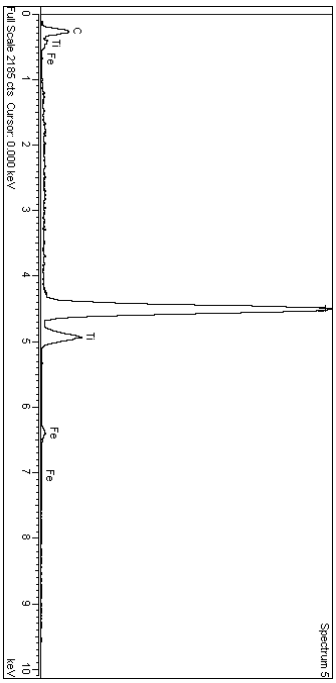
г)





д)

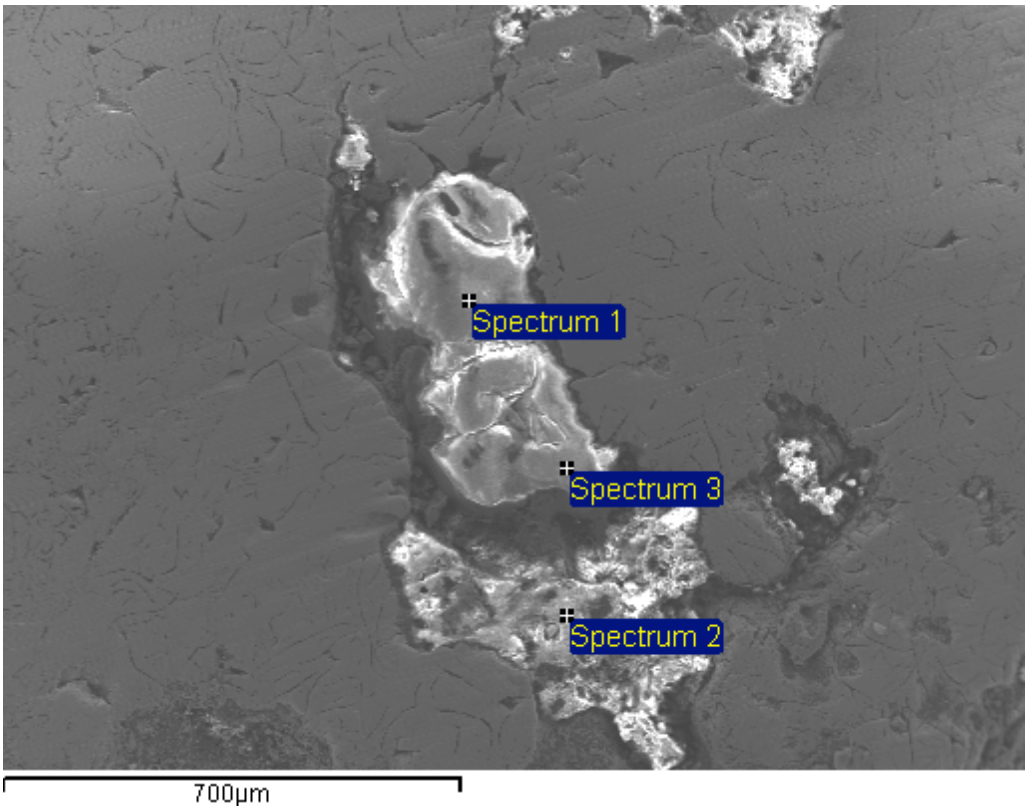


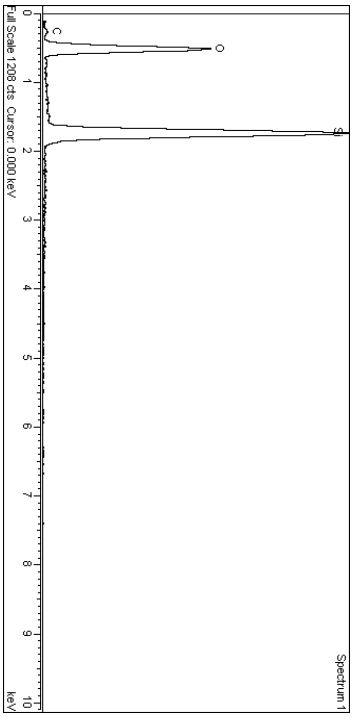


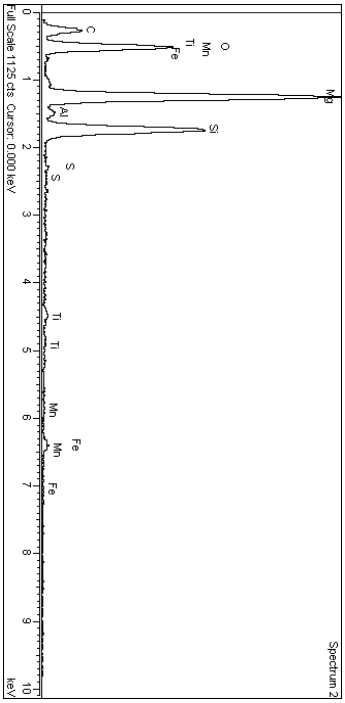
Химический состав включений в точках *spectrum 1, 2, 3, 4, 5*
All results in weight%

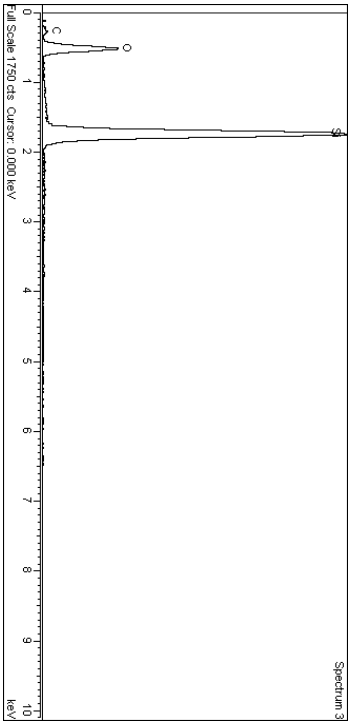
Spectrum	C	O	Mg	Al	Si	S	Ca	Ti	Fe	Total
Spectrum 1	**51.20**			**0.22**	**47.90**				**0.67**	**100.00**
Spectrum 2	**69.08**	**10.70**			**18.97**	**0.10**	**0.08**	**0.07**	**0.99**	**100.00**
Spectrum 3	**29.77**	**35.74**	**0.36**	**31.15**	**1.20**				**1.79**	**100.00**
Spectrum 4	**54.09**	**1.50**			**43.96**				**0.44**	**100.00**
Spectrum 5	**29.21**							**69.12**	**1.68**	**100.00**

Рис. 5. Снимок неметаллических включений на участке 3 (рис. 1)





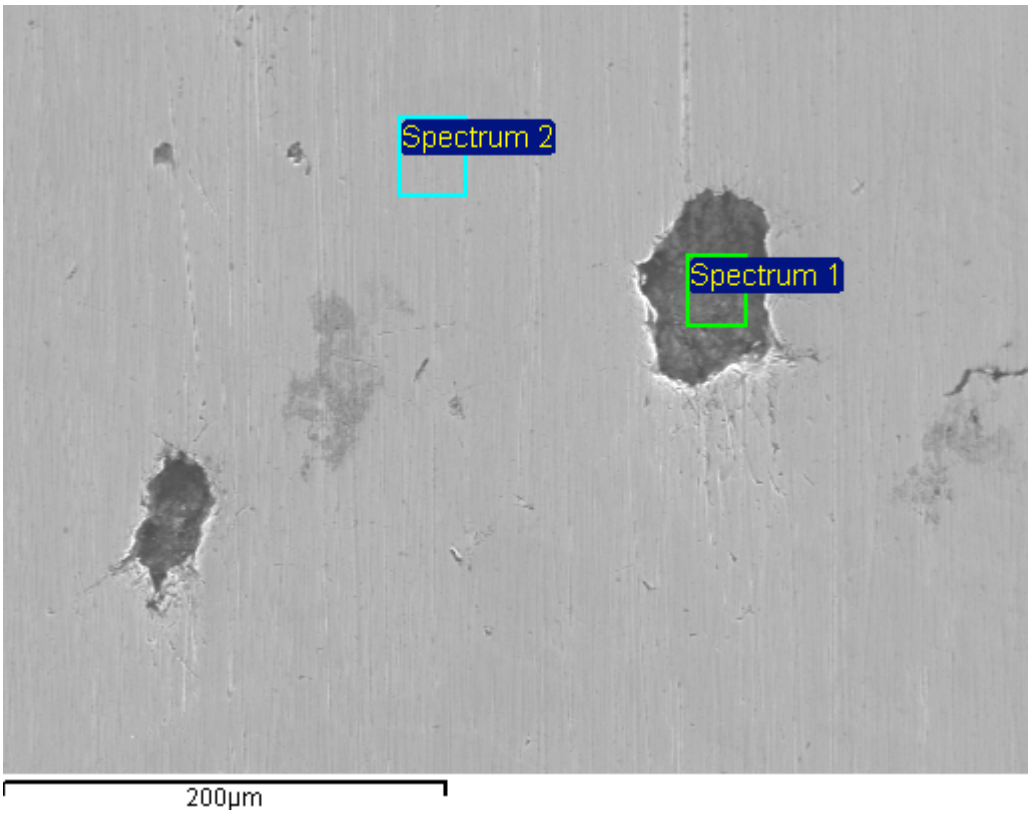


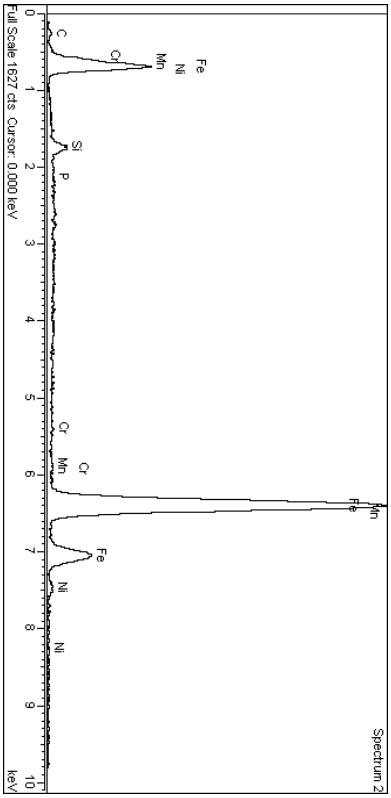


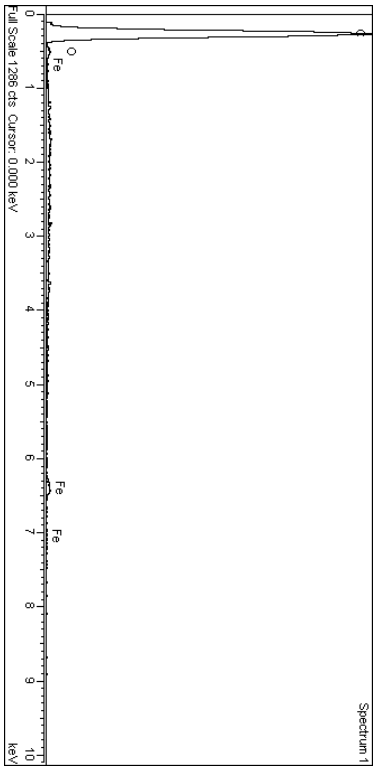
Химический состав включений в точках *spectrum 1, 2, 3.*
All results in weight%

Spectrum	C	O	Mg	Al	Si	S	Ti	Mn	Fe	Total
Spectrum 1	**5.64**	**66.67**			**27.69**					**100.00**
Spectrum 2	**26.88**	**42.92**	**18.44**	**0.60**	**9.98**	**0.13**	**0.25**	**0.12**	**0.67**	**100.00**
Spectrum 3	**10.31**	**53.73**			**35.96**					**100.00**

Рис. 6. Снимок графитовых образований в чугуне





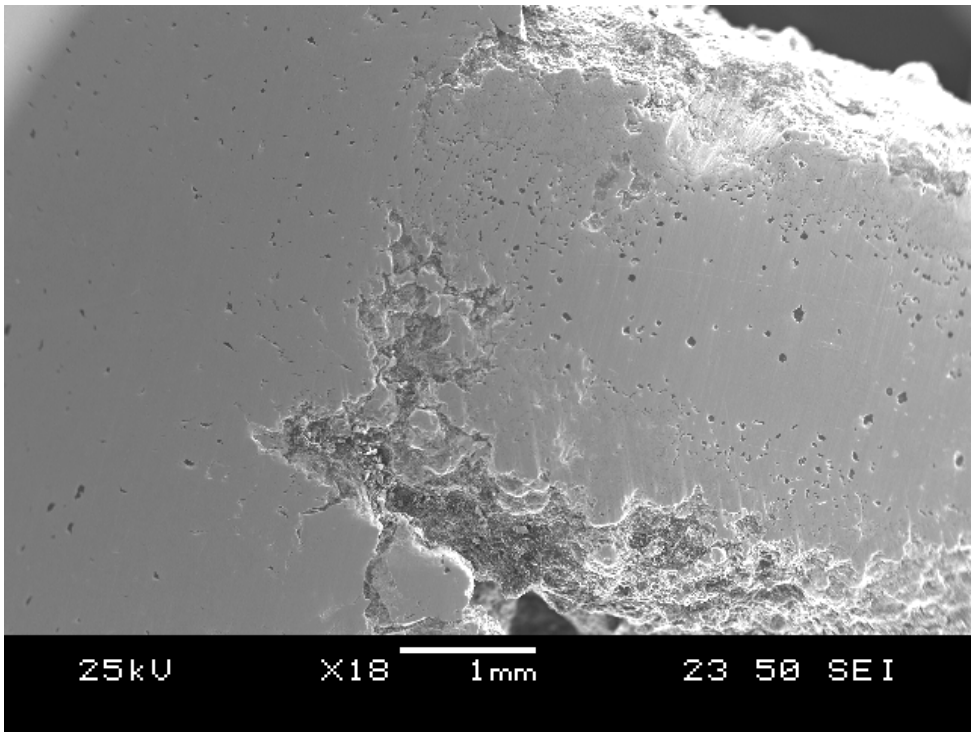


Химический состав в точках spectrum 1 и 2
All results in weight%

Spectrum	C	O	Si	P	Cr	Mn	Fe	Ni	Total
Spectrum 1	**93.12**	**6.02**					**0.87**		**100.00**
Spectrum 2	**4.32**		**2.57**	**0.16**	**0.13**	**0.44**	**90.84**	**1.55**	**100.00**

Рис. 7. Снимки металлической фазы, находящейся в теле фильтра (участок 4 на рис. 1)

а)



б)

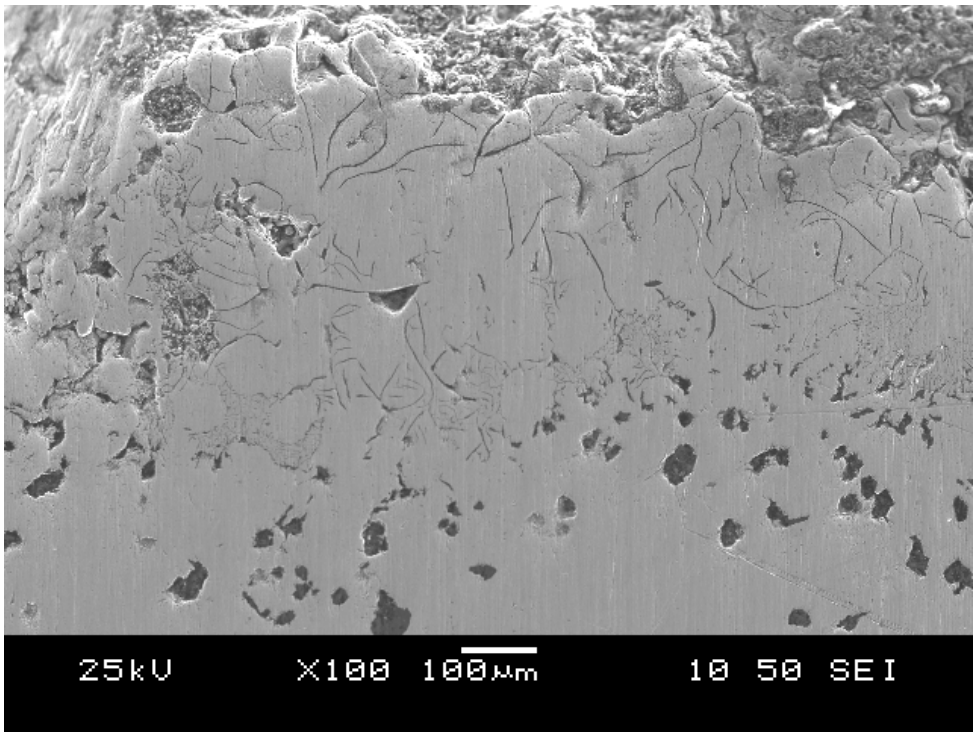
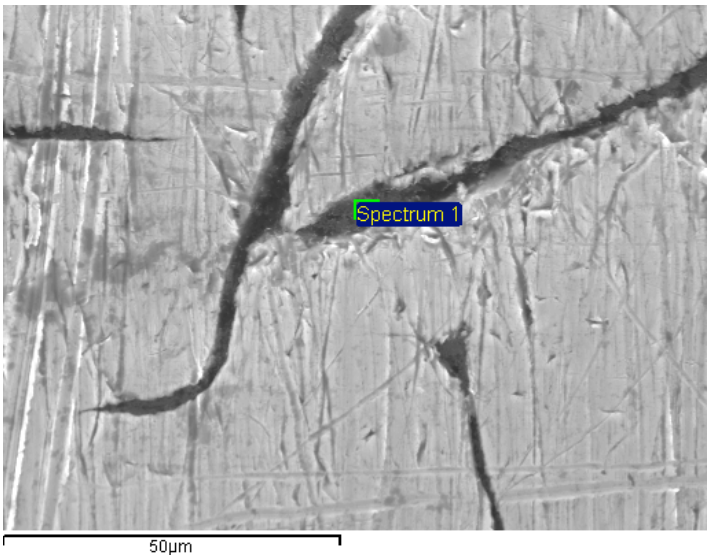
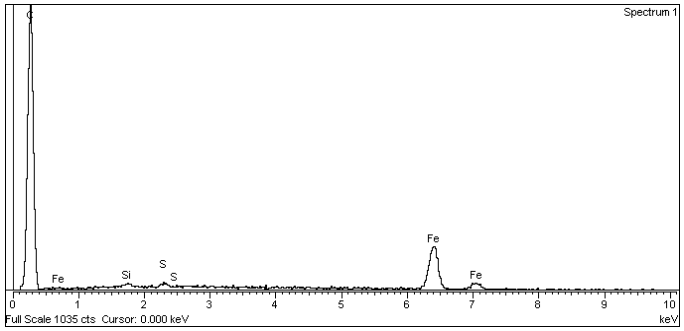


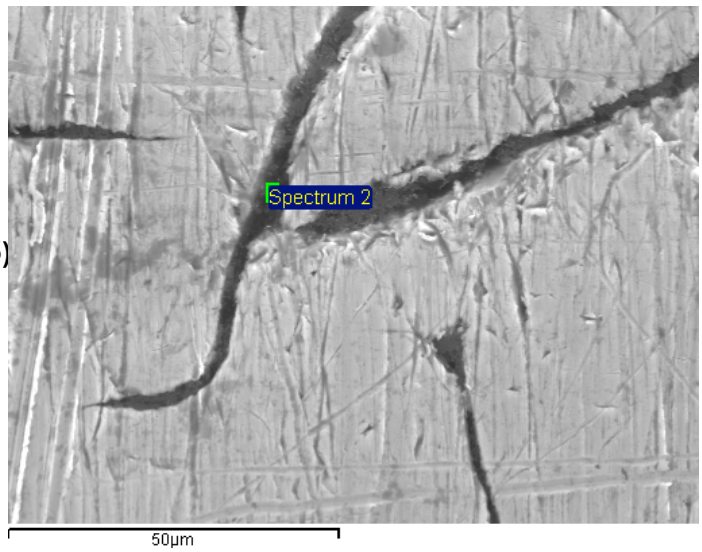
Рис. 8. Снимки фазы вермикулярного графита

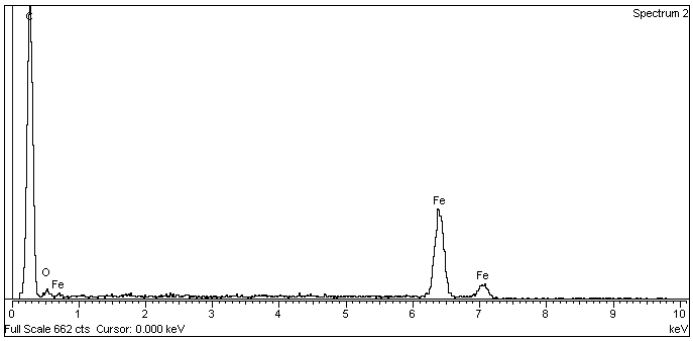
а)



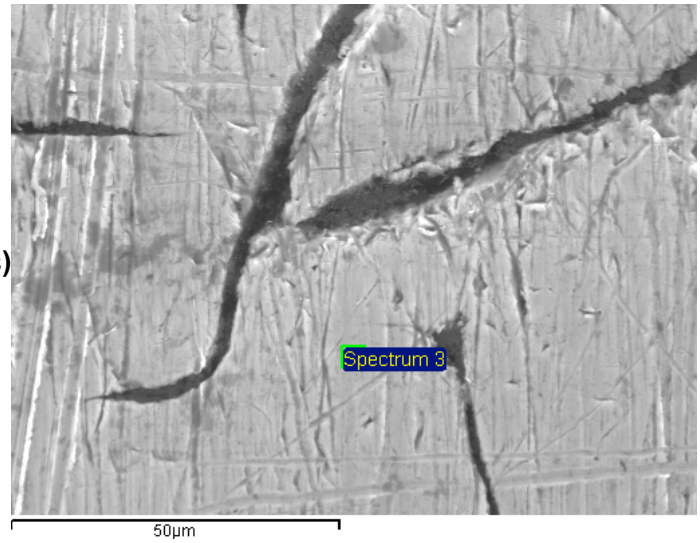


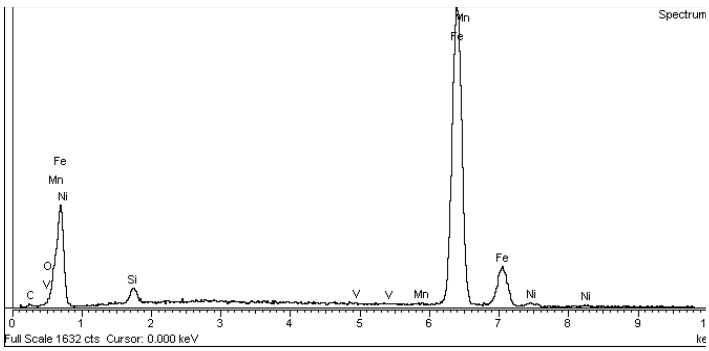
б)





в)



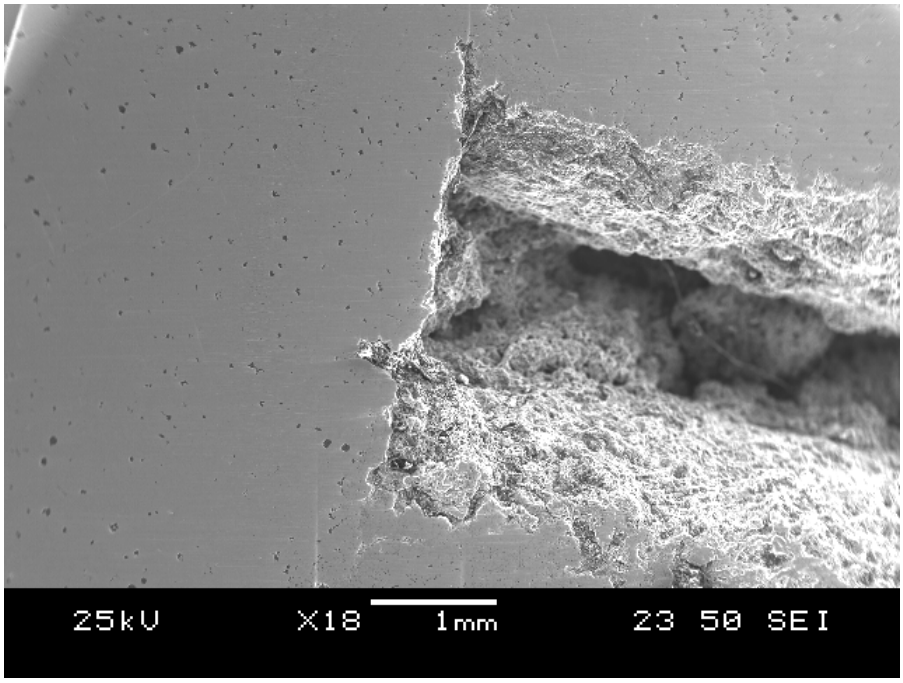


Химический состав в точках spectrum 1, 2 и 3.
All results in weight%

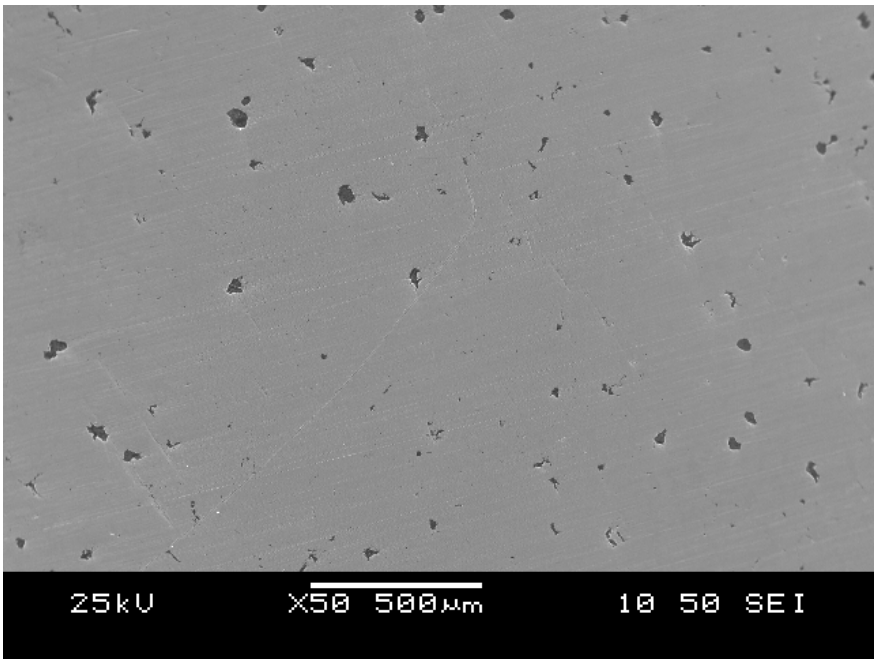
Spectrum	C	O	Si	S	V	Mn	Fe	Ni	Total
Spectrum 1	**89.64**		**0.17**	**0.25**			**9.94**		**100.00**
Spectrum 2	**78.89**	**6.68**					**14.43**		**100.00**
Spectrum 3	**4.01**	**0.75**	**2.83**		**0.10**	**0.22**	**90.45**	**1.64**	**100.00**

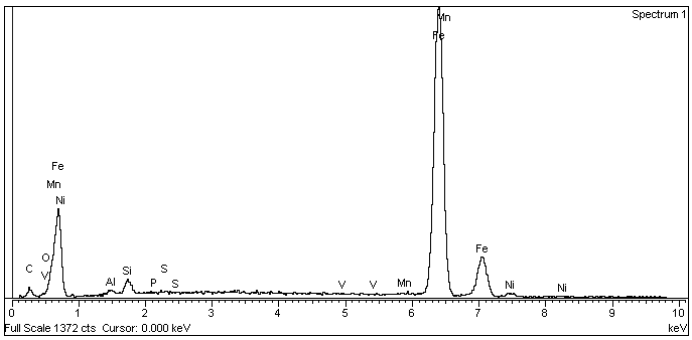
Рис. 9. Снимок нижней части фильтра и металла под ней

а)



б)





Химический состав металлической фазы под фильтром
All results in weight%

Spectrum	C	O	Al	Si	P	S	V	Mn	Fe	Ni	Total
Spectrum 1	**10.60**	**1.54**	**0.81**	**2.46**	**0.13**	**0.11**	**0.07**	**0.27**	**82.64**	**1.36**	**100.00**