

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Генерального директора
ФГУП ГосНИИГА

Н.А. Михеичев
«» 2006г.
Номер гос. Регистрации
РОСС RU.0001.11 НХ06

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по результатам проведения лабораторных испытаний
воздействия силикатно-эмалевого покрытия (ТУ 2367-002-05282012)
на качество авиатоплива

Право пользования настоящим заключением принадлежит ЗАО «НЕГАС»
Материалы заключения не подлежат тиражированию без согласия ФГУП ГосНИИГА.

Основанием для начала работ является
договор №418-ЦС/2006от25.07.06.

Москва 2006

1. Цель исследования:

Определить возможность воздействия силикатно-эмалевого покрытия на качество топлива для реактивных двигателей марки ТС-1 после его контакта с образцами покрытия в установленных условиях.

Работа проводится в рамках «Требований к антикоррозионным покрытиям резервуаров для хранения авиаГСМ», введенных в действие письмом ГСГА №17.4-34ГА от 21.06.02..

2. Объекты исследования:

- 2.1. Жидкий компонент: эмаль МК-5 по ТУ 2367-002-05282012-2000, партия №6 в количестве 50 см³
- 2.2. Образцы силикатно-эмалевого покрытия на металлической пластинке, размером 7x15 см в количестве 15 штук.
- 2.3. Авиатопливо ТС-1 по ГОСТ 10227-86 до и после проведения испытаний (контакта с образцами покрытия).
- 2.4. Сопроводительная документация:
 - Акт приема-передачи образцов антикоррозионного покрытия от 18.07.06.
 - письмо ЗАО «НЕГАС» б/н от 05.07.06.
 - ТУ 2367-002-05282012-2000 Эмали силикатные (фритты) безгрунтовые марок МК-5 и МК-5Р. Технические условия.
 - ТУ 1308-004-02066613-97 Трубы стальные с наружным и внутренним силикатным эмалевым покрытием. Технические условия.
 - Акт по результатам проведения испытаний эмалевых покрытий НИР ГАНГ им. И.М. Губкина от 16.05.1996г.
 - Протокол испытаний силикатно-эмалевого покрытия стальных труб на соответствие требованиям ТУ1308-004-02066613-97 от 15.05.2006г.
 - Сертификат качества №499 на двухстороннее силикатно-эмалевое покрытие стальных образцов ОАО «НЕГАСПЕНЗАПРОМ» от 14.07.2006г.
 - Акт отбора образцов 150x70 с силикатно-эмалевым покрытием от 14.07.2006г.
 - Краткий технологический процесс нанесения 2-хстороннего или внутреннего силикатно-эмалевого покрытия на стальные трубы диаметром 57-426 мм в ОАО «НЕГАСПЕНЗИПРОМ» (пояснительная записка главного технолога)

3. Аппаратура, приборы и материалы для проведения исследования:

- 3.1. Оборудование, приборы, посуда, реактивы и материалы, необходимые для исследования топлива для реактивных двигателей по ГОСТ 10227-86 в полном объеме.
 - 3.2. Стеклопосуда: мерные цилиндры на 100 см³ по ГОСТ 1770, стаканы химические емкостью 1 дм³, стаканы химические на 3 дм³, колбы химические с притертой пробкой.
 - 3.3. Рефрактометр с диапазоном измерений 1,2-1,7 nD ИРФ-454Б
 - 3.4. Однолучевой ИК-спектрометр с преобразованием Фурье (модель фирмы NIKOLET).
 - 3.5. Атомно-абсорбционный спектрометр для определения содержания металлов «Квант-2А».
 - 3.5. Камера осветительная для люминесцентного метода исследования на длинах волн 365 и 254 нм
 - 3.6. Спектроскан МАКС GV.
 - 3.7. Анализатор JFTOT
- Все измерения качества и состава авиатоплива проводились на метрологически поверенном оборудовании в аккредитованной испытательной лаборатории ЦС авиаГСМ ФГУП ГосНИИГА. (Номер государственной регистрации РОСС RU.0001.21 НХ55)

4. Методика проведения исследования:

Объем работ и последовательность их выполнения определены «Методикой исследования воздействия антикоррозионного покрытия резервуаров на эксплуатационные свойства топлива для реактивных двигателей»

4.1. Исходное авиатопливо ТС-1 исследовалось на соответствие физико-химических показателей качества топлива требованиям ГОСТ 10227-86.

Дополнительно в авиатопливе определялось:

- Содержание металлов методом атомно-абсорбционной спектрометрии,
- Показатель преломления по ГОСТ 18995.2-73,
- Удельная электрическая проводимость по ГОСТ 25950-83,
- Содержание воды по методу Фишера по ГОСТ 24614-81,
- Термоокислительная стабильность на установке JFTOT
- Люминесцентное свечение на длинах волн 365 и 254 нм.
- Состав фактических смол авиатоплива методом инфракрасной спектроскопии.

4.2. Исследование состава эмали проводилось методами инфракрасной спектроскопии, качественного рентгенофлуорисцентного анализа.

4.3. Контакт противокоррозионного покрытия с авиатопливом проводился по следующей схеме:

- Были сформированы 4 системы «противокоррозионное покрытие- авиатопливо» с соотношением площади контакта к количеству топлива 1:1.5 (см²/см³). Каждая из первых трех систем представляла собой 3 образца площадью 630 см² антикоррозионного покрытия на металлической подложке, помещенные в 945 см³ топлива для реактивных двигателей марки ТС-1. Четвертая система представляет собой шесть образцов общей площадью 1260 см², помещенные в 1890 см³ авиатоплива.
- система №1 выдерживается 24 часа,
- система №2 выдерживается 72 часа,
- система №3 выдерживается 168 часов,
- система №4 выдерживается 504 часа;
- режим перемешивания каждой системы - 3 раза в рабочие сутки,
- температура топлива в процессе испытания поддерживалась 20±2°С,
- по истечении установленного времени образцы антикоррозионного покрытия удалялись из топлива, оценивался внешний вид образцов.

4.4. После контакта в течение установленного времени авиатопливо каждой системы подвергалось исследованию:

-определялся показатель преломления по ГОСТ 18995.2-73, содержание воды по методу Фишера ГОСТ 24614-81, электропроводность по ГОСТ 25950-83, кислотное число, взаимодействие с водой, содержание металлов, наличие посторонних веществ методом люминесцентного анализа;

-из топлива по методике ГОСТ 1567-97 выделялись фактические смолы, состав которых исследовался методом инфракрасной спектроскопии.

В топливе системы №4 дополнительно к вышеперечисленным определялась плотность, термоокислительная стабильность в статических и динамических условиях и фильтруемость.

5. Результаты исследования.

5.1. Значения проверенных физико-химических показателей качества исходного топлива ТС-1 соответствуют требованиям ГОСТ 10227-86. Инфракрасный спектр фактических смол топлива ТС-1 характерен спектру фактических смол топлив для реактивных двигателей. (Спектр 1.)

5.2. При исследовании состава эмали методом качественного рентгенофлуорисцентного анализа в эмали обнаружено присутствие таких металлов, как цинк, медь, кобальт, железо, марганец, титан, кальций. Спектр прилагается. Полученный ИК-спектр внесен в банк сведений ГосНИИГА. ИК-спектр жидкого компонента-эмали прилагается (Спектр №2).

5.3.В результате проведенного исследования топлива для реактивных двигателей после его контакта с образцами антикоррозионного покрытия установлено:

5.3.1.Авиатопливо всех систем в процессе исследования оставалось прозрачными без изменения цвета. Поверхность образцов лакокрасочных покрытий после испытаний при визуальном осмотре оставалась без изменений по отношению к исходному состоянию.

5.3.2.Значения проверенных физико-химических показателей находятся на уровне исходного авиатоплива и не превышают среднестатистических данных для штатных авиатоплив, выдаваемых на заправку.

5.4. Результаты исследования физико-химических показателей авиатоплива до и после контакта с образцами покрытия приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения физико-химических показателей качества авиатоплива до и после контакта с образцами противокоррозионного покрытия.

	Показатель преломления при 20°C	Концентрация фактических смол Мг на 100 см ³ топл.	Электропроводность, мк См/м	Содержание воды по методу Фишера, % масс	Взаимодействие с водой	Кислотность мг КОН на 100 см ³ топлива	Люминесцентное свечение
Исходное топливо ТС-1	1,4415	отс	1	0,0026	1:1	0,05	отс
Топливо системы №1	1,4415	отс	2	0,0028	1:1	0,10	отс
Топливо системы №2	1,4415	отс	1	0,0031	1:1	0,10	отс
Топливо системы №3	1,4415	отс	1	0,0030	1:1	0,10	отс
Топливо системы №4	1,4415	отс	1	0,0031	1:1	0,10	отс

Изменение концентрации фактических смол, величины содержания воды и удельной электропроводности, показателя преломления, кислотности топлива находится в пределах погрешности измерений методов анализа.

5.5. Были проведены дополнительные исследования пробы авиатоплива системы №4. Сравнительные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты дополнительных исследований исходного авиатоплива и авиатоплива системы №4.

	Термоокислительная стабильность при температуре 150°C в течение 4 часов, мг осадка на 100 см ³ топлива	Фильтруемость, у. е.	Плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³
Исходное топливо	3,4	53	790,3
Топливо системы №4	4,2	53	790,3

5.6.Авиатопливо до и после контакта с образцами покрытия было исследовано на содержание растворенных металлов атомно-абсорбционным методом. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Содержание растворенных металлов в авиатопливе.

	Zn, %	Fe, %	Cu, %
Исходное топливо ТС-1	$<3 \cdot 10^{-7}$	$<3 \cdot 10^{-6}$	$<3 \cdot 10^{-7}$
Топливо системы №1	$<3 \cdot 10^{-7}$	$<3 \cdot 10^{-6}$	$<3 \cdot 10^{-7}$
Топливо системы №2	$<3 \cdot 10^{-7}$	$<3 \cdot 10^{-6}$	$<3 \cdot 10^{-7}$
Топливо системы №3	$<3 \cdot 10^{-7}$	$<3 \cdot 10^{-6}$	$<3 \cdot 10^{-7}$
Топливо системы №4	$<3 \cdot 10^{-7}$	$<3 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$

Примечание: «<»- знак обозначает, что содержание данного металла меньше предела обнаружения.

5.7. В ИК-спектрах фактических смол авиатоплива, находящегося в контакте с образцами покрытия в течение установленного времени испытаний веществ нетопливного происхождения и веществ, входящих в состав силикатно-эмалевого покрытия, не обнаружено. ИК-спектры идентичны между собой и соответствуют ИК-спектру фактических смол исходного авиатоплива (Спектры №3,4,5,6).

5.8. Для оценки поведения авиатоплива после контакта с образцами покрытия при высоких температурах в системах его подачи на типичных двигательных установках проводилось исследование на установке JFTOT в течение 2,5ч при температуре 260⁰С в соответствии с ASTM D 3241. В результате исследования установлено: перепад давления 0 мм.рт.ст., что не превышает норму по ASTM «не более 25 мм.рт.ст.», отложения на трубке №05A00862 по калориметрической шкале составили 1, что соответствует норме. Протокол прилагается.

ВЫВОДЫ:

На основании результатов испытаний образцов топливостойкого силикатно-эмалевого покрытия на металлической основе по «Методике исследования воздействия антикоррозионного покрытия резервуаров на эксплуатационные свойства топлива для реактивных двигателей» установлено:

1. значения физико-химических показателей авиатоплива после его контакта с покрытием не выходят за пределы среднестатистических данных для штатных авиатоплив;
2. при сравнении физико-химических показателей качества исходного авиатоплива с авиатопливом после контакта с образцами покрытия установлено, что они практически не различаются;
3. веществ нетопливного происхождения и веществ, входящих в состав покрытия, в авиатопливе после его контакта не обнаружено.
4. исследование авиатоплива после контакта с покрытием в течение 21 суток на установке JFTOT прошло с положительным результатом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Воздействия силикатно-эмалевого антикоррозионного покрытия марки на качество топлива для реактивных двигателей ТС-1 после контакта в условиях, установленных «Требованиями к антикоррозионным покрытиям резервуаров для хранения авиаГСМ», не обнаружено.

Директор ЦС авиаГСМ ФГУП ГосНИИГА

Начальник испытательной лаборатории

Научный сотрудник



А.С.Поплетеев

Л.В.Ковба

Л.В. Толстова

JET FUEL THERMAL OXIDATION TEST

ASTM D 3241 TEST

Test Num: 91 Test Started: date: 20/08/06 time: 12:33:16

Lab: MC Area TCM Machine#: 1 Operator: ТайгуеваFuel Type: ТОС КЛУПА Fuel ID: Смесь а 4Pumped Fuel Volume: 450 cm³ Tube ID: 05A 00862

TEST TERMINATION TYPE: normal termination.
FUEL AERATION: Duration: 00:06:01...00:15:30 before test.
SCHEDULED TEST TIME: 02:30:00.
TOTAL TEST TIME: 02:30:00.
CALIBRATION STATUS: calibrated. Date: 16/02/06
FLOW RATE: 3.0 ml/min

HEATER SETPOINT: 260C ... reached & stable 00:01:04 into test.
HIGHEST TEMPERATURE: 260C
LOWEST TEMPERATURE: 259C

DP1 TARE VALUE: 0 mmHg ... 00:03:04 into test.
MAXIMUM DP1 VALUE: 0 mmHg

FUEL TEMPERATURE AT AERATION: 28°C

PRESSURE AT A TIME:		30 min	60 min	90 min	120 min	150 min
cell	T min					
dp1:		0 mmhg	0 mmhg	0 mmhg	0 mmhg	0 mmhg

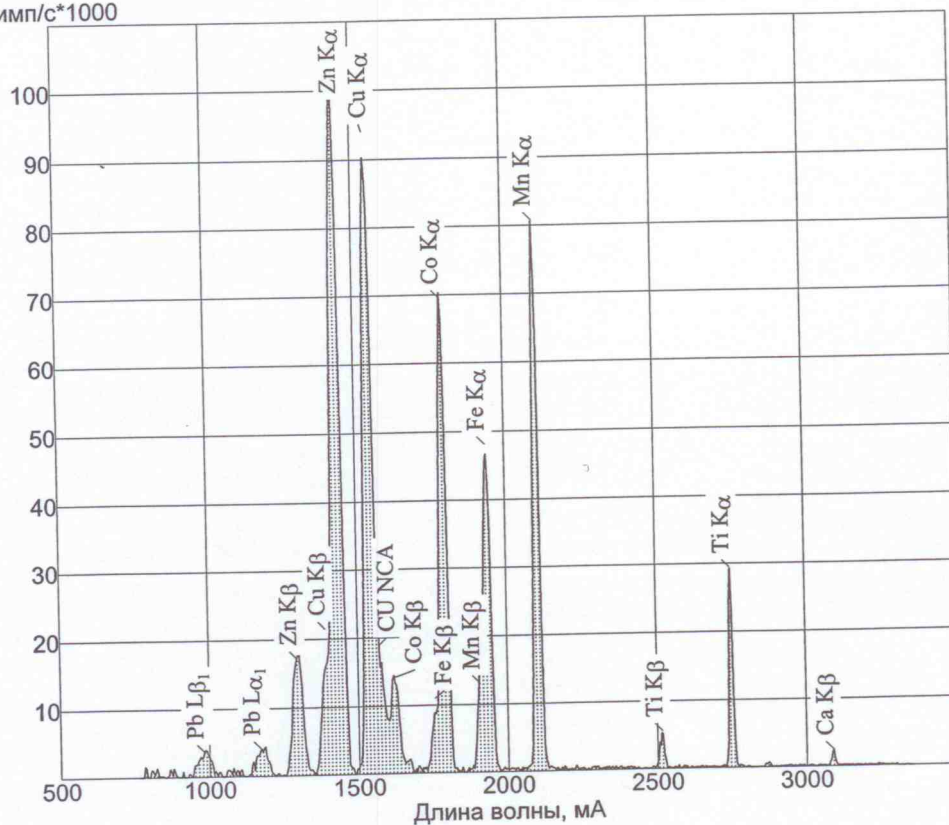
TIME TO A PRESSURE:
cell
----+
dp1:

ASTM Code: 1TDR: SPUN One SPOT One

REMARKS:

Силикатно-эмалевое покрытие (LiF)

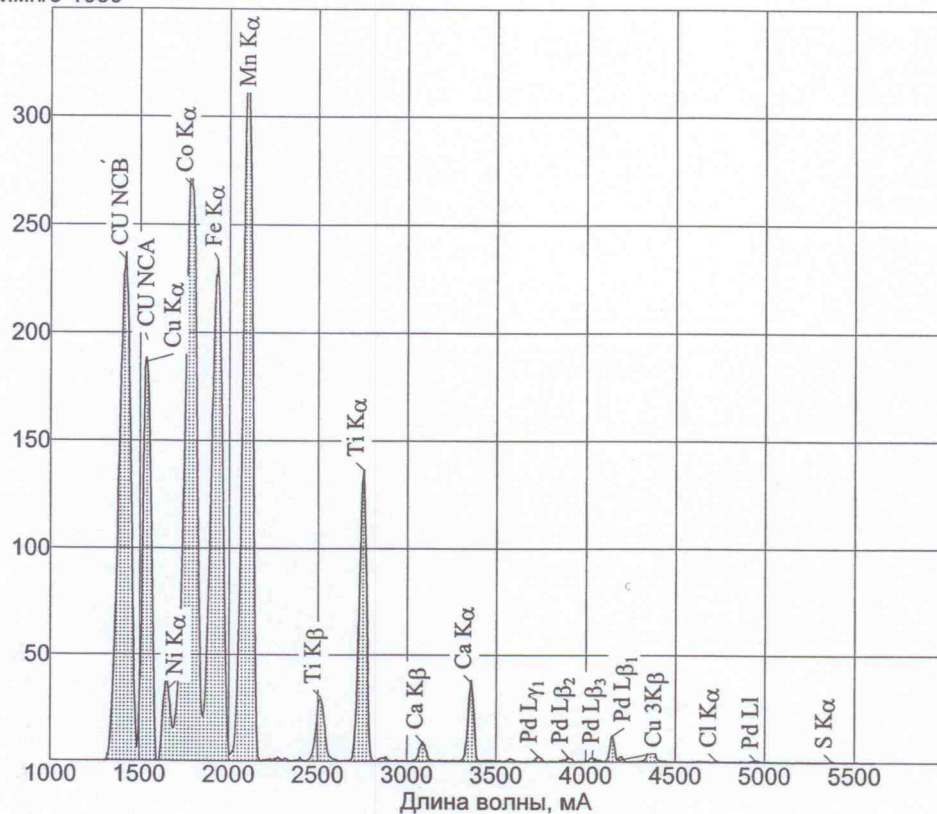
40кВ 3.99мА 0.078с LiF200(1) 767..3355 шаг 4
имп/с*1000



М, мА	Линия	I, имп/с	R, мА	М, мА	Линия	I, имп/с	R, мА
985.1	Pb LB1	3602.1	2.1	1175.1	Pb LA1	3940.9	Фон
1295.3	Zn KB	17137.4	Фон	1392.4	Cu KB	21412.1	Спектр
1436.5	Zn KA	105019.3	Спектр	1541.9	Cu KA	93992.3	Спектр
1574.0	CU NCA	18921.7	Спектр	1620.2	Co KB	14100.1	-0.7
1756.7	Fe KB	10949.9	Спектр	1790.9	Co KA	69539.2	0.5
1907.3	Mn KB	13102.7	-3.0	1936.5	Fe KA	48101.4	-0.9
2103.8	Mn KA	80742.0	0.6	2516.3	Ti KB	5580.2	2.3
2750.5	Ti KA	29405.6	0.7	3089.5	Ca KB	2484.0	-0.2

Силикатно-эмальевое покрытие (COO2)

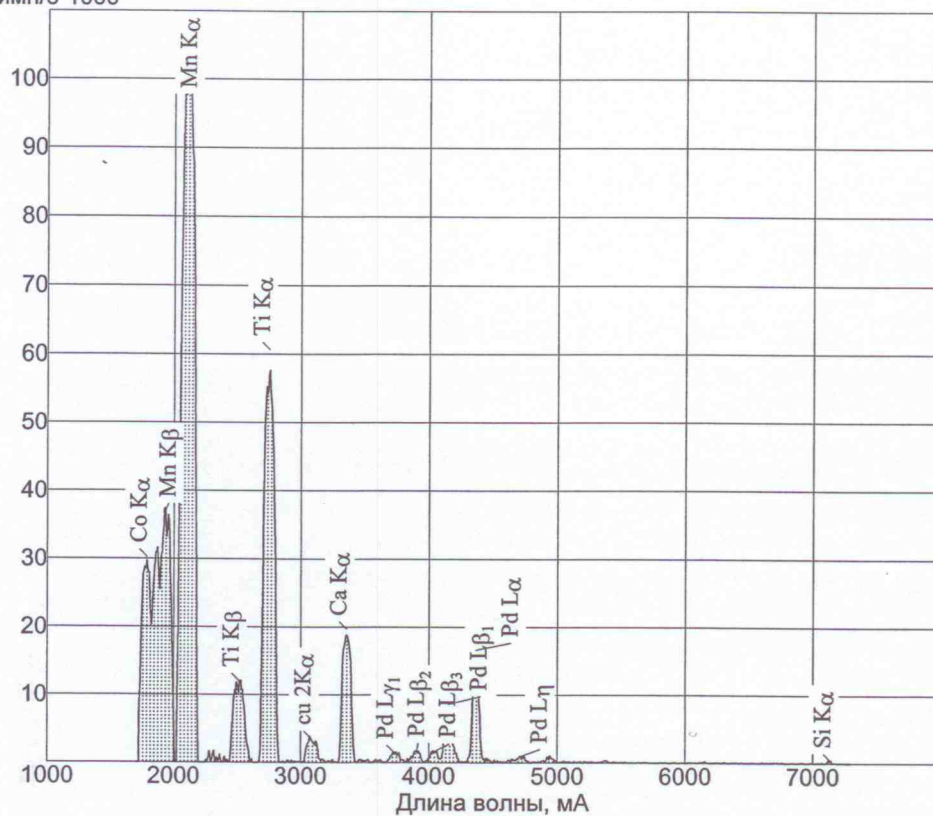
40кВ 3.99мА 0.076с C002(1) 1301..5611 шаг 5
имп/с*1000



М, нм	Линия	I, имп/с	R, мА	М, нм	Линия	I, имп/с	R, мА
1417.4	CU NCB	233921.1	-7.6	1541.5	CU NCA	196371.1	-32.5
1541.9	Cu KA	186421.1	Спектр (2	1659.3	Ni KA	33578.9	Спектр (2
1790.4	Co KA	267776.3	Спектр (2	1937.4	Fe KA	233526.3	Спектр (2
2103.2	Mn KA	319289.5	Спектр (2	2514.9	Ti KB	29931.6	0.9
2751.3	Ti KA	136102.6	1.5	3089.0	Ca KB	8760.5	-0.7
3360.9	Ca KA	36880.3	1.3	3737.7	Pd LG1	2381.6	13.0
3905.7	Pd LB2	2051.3	-3.3	4035.2	Pd LB3	1848.7	0.5
4148.4	Pd LB1	12230.3	2.1	4176.0	Cu 3KB	776.3	Спектр (2
4728.8	Cl KA	776.3	Спектр (2	4952.5	Pd LL	657.9	Спектр (2
5374.5	S KA	542.1	0.5				

Силикатно-эмалевое покрытие (РЕТ).

40кВ 3.99мА 0.068с РЕТ(1) 1704..7296 шаг 6
имп/с*1000

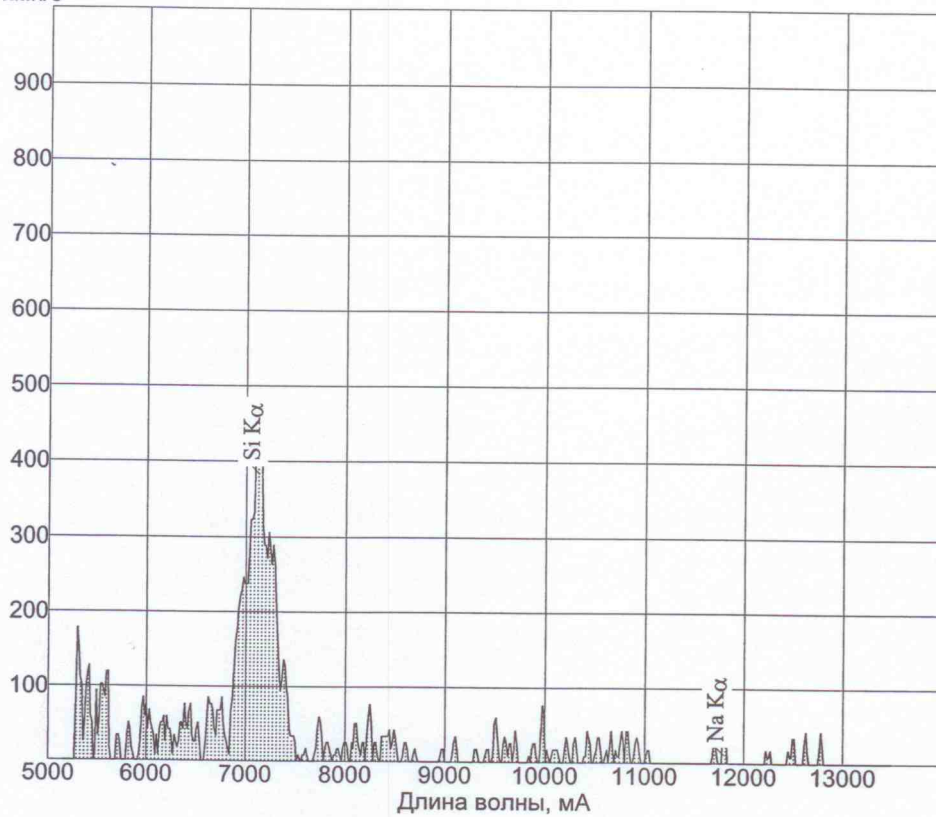


М, мА	Линия	I, имп/с	R, мА
1785.2	Co KA	30201.8	-5.2
1930.8	Mn KB	36880.7	20.5
2108.2	Mn KA	108534.6	5.0
2514.5	Ti KB	12020.6	0.5
2750.6	Ti KA	60599.4	0.8
3081.1	cu 2KA	3544.9	-2.7
3359.6	Ca KA	19661.3	Входн.
3736.0	Pd LG1	1394.7	11.3
3905.2	Pd LB2	1684.8	-3.8
4040.2	Pd LB3	1625.9	5.5
4150.8	Pd LB1	8568.5	4.5
4364.9	Pd LA	16570.0	-3.7
4709.7	Pd LET	902.8	49.2
7139.5	Si KA	385.9	13.3

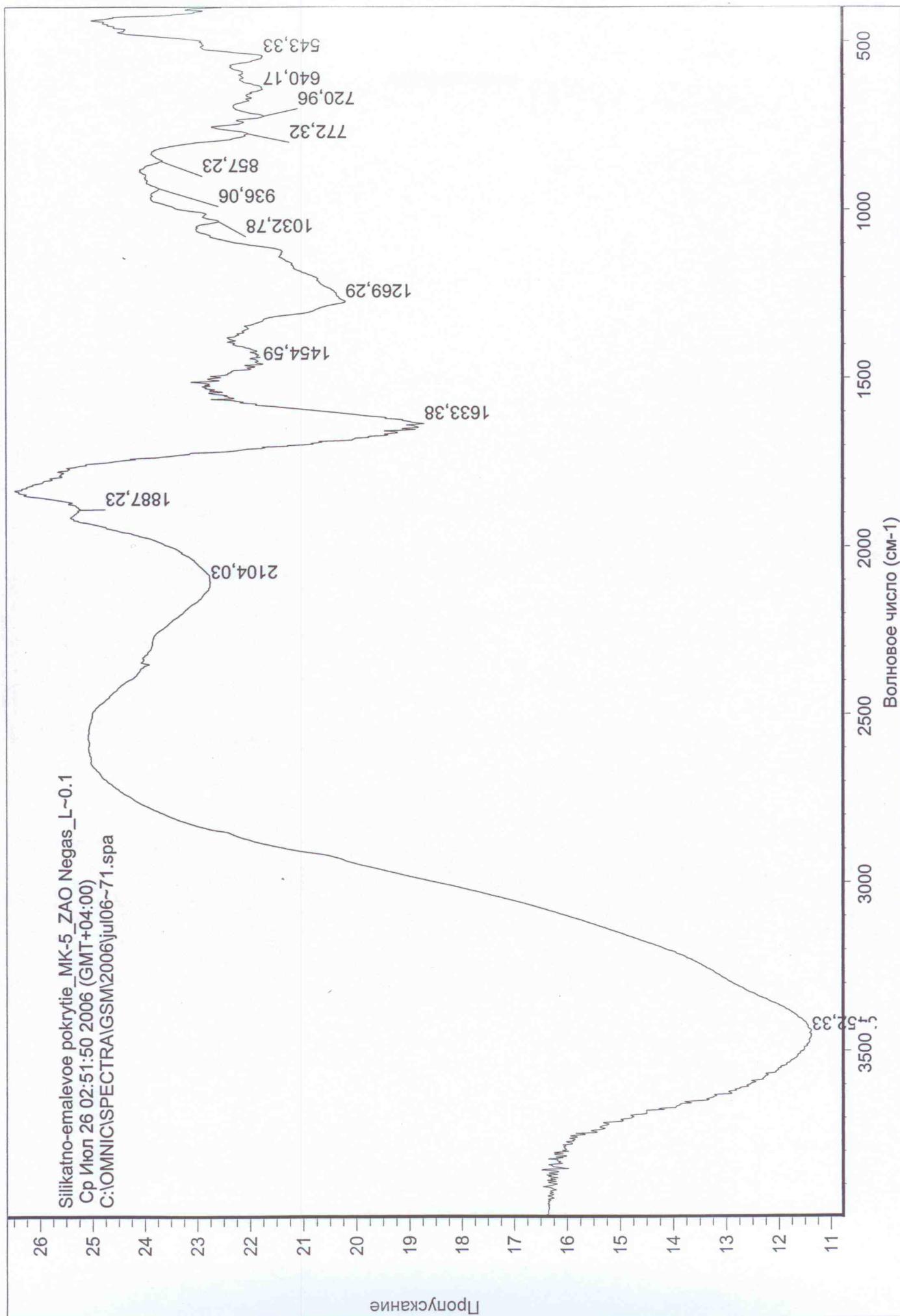
Силикатно-эмалевое покрытие (КАР)

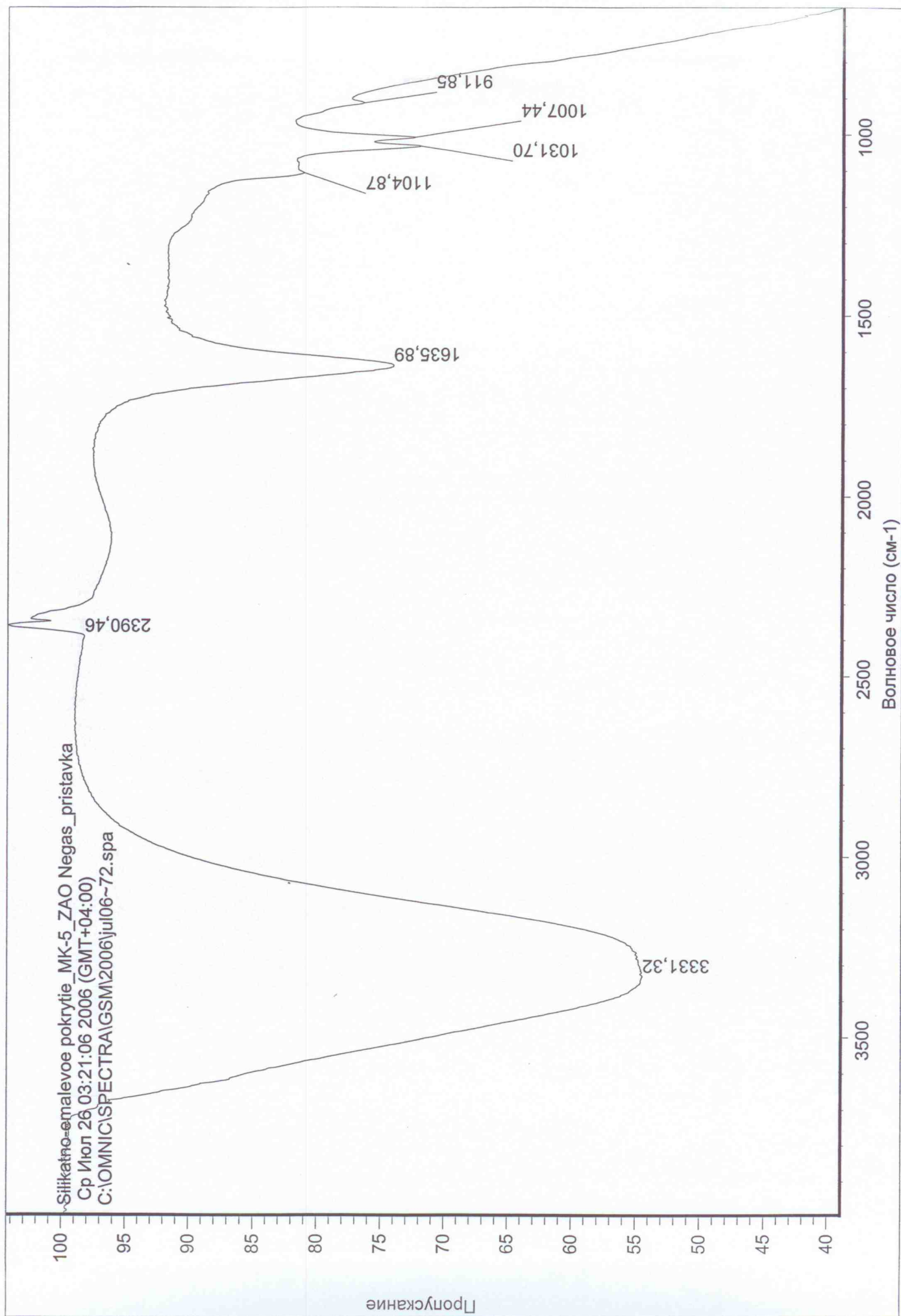
40кВ 3.99мА 0.118с КАР(1) 5145..13485 шаг 15

имп/с



М, мА	Линия	I, имп/с	R, мА
7128.8	Si KA	382.5	2.6
11798.0	Na KA	11.9	-112.0

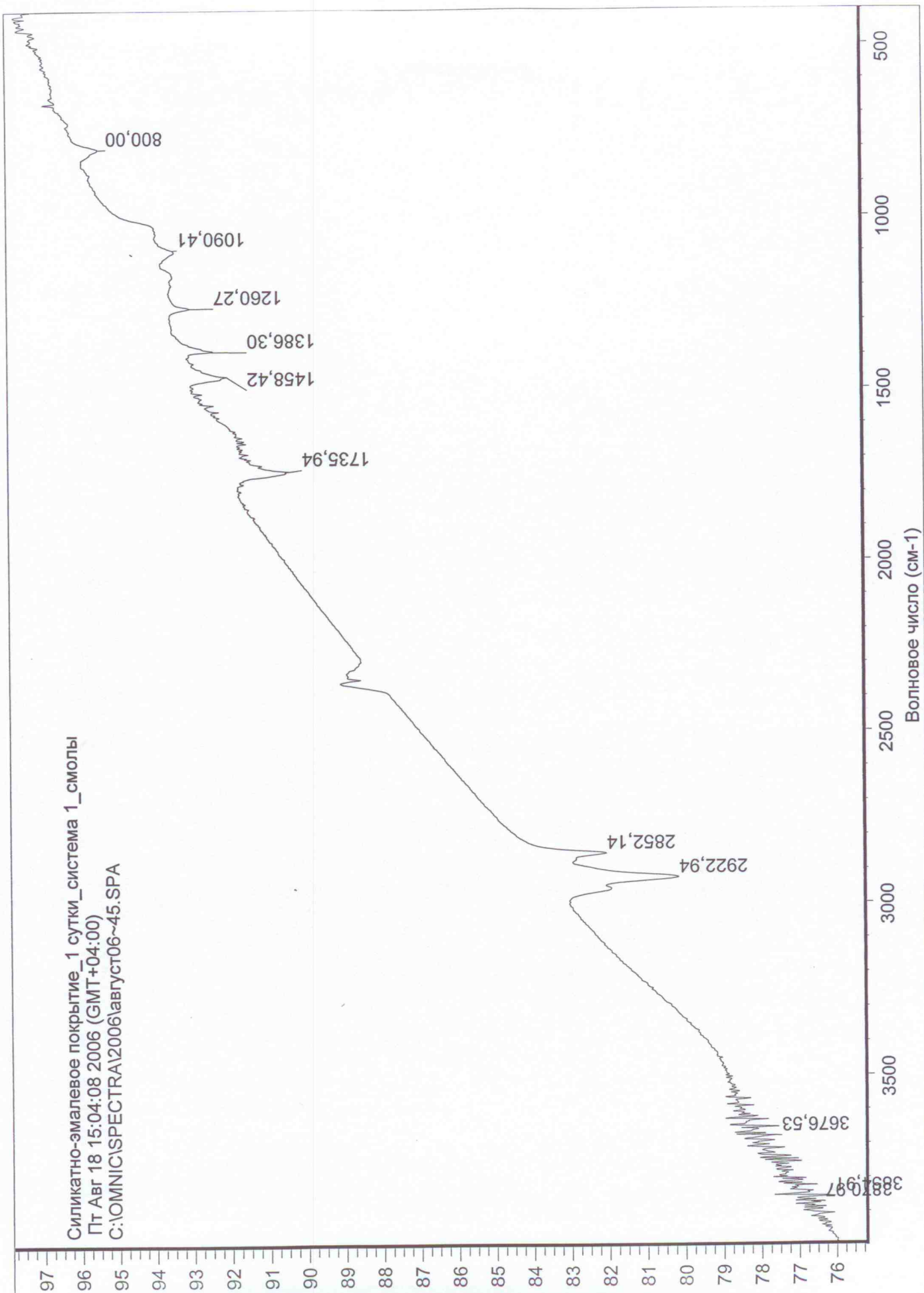




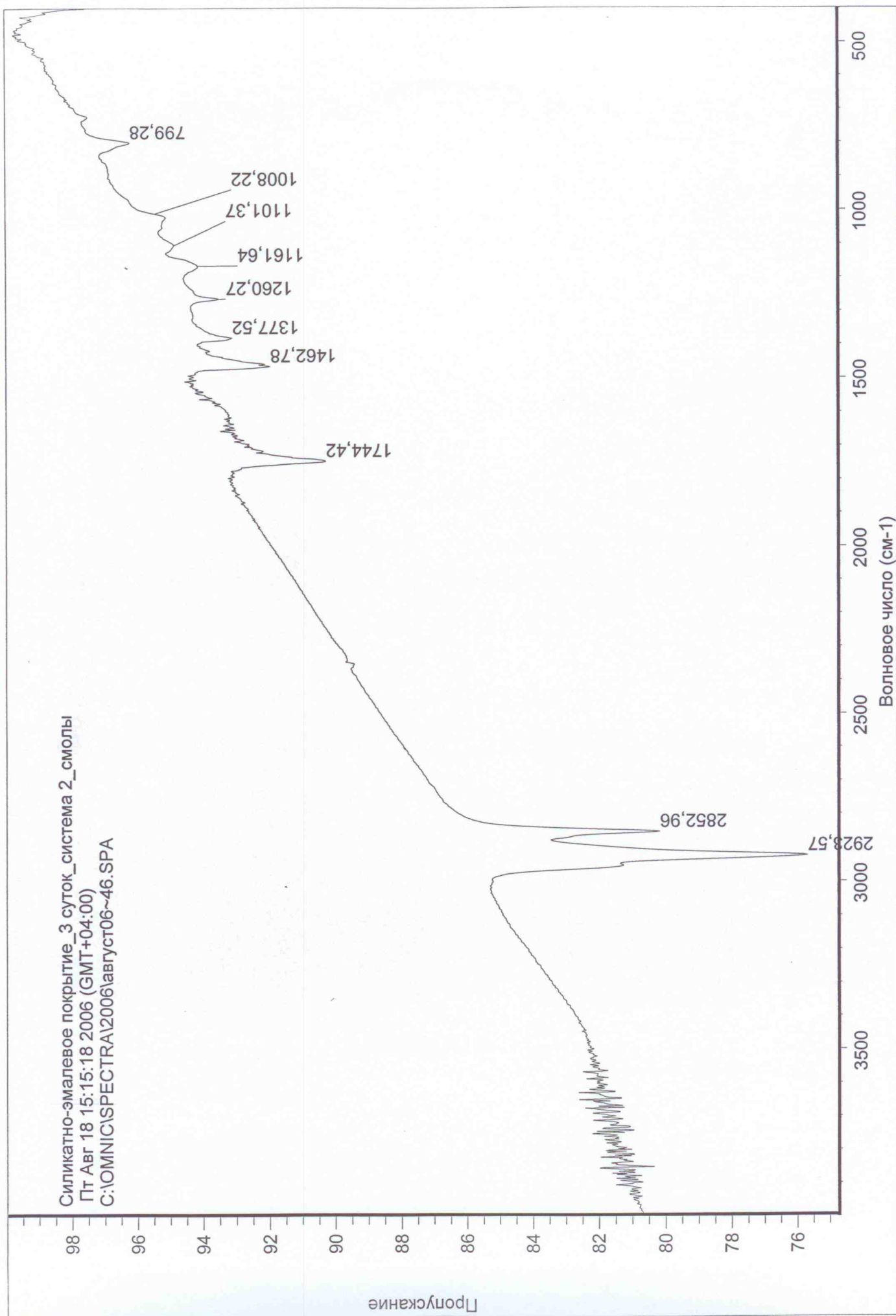
Силикатно-эмалевое покрытие_1 сутки_система 1_смолы
Пт Авг 18 15:04:08 2006 (GMT+04:00)
C:\OMNIC\SPECTRA\2006\август06~45.SPA

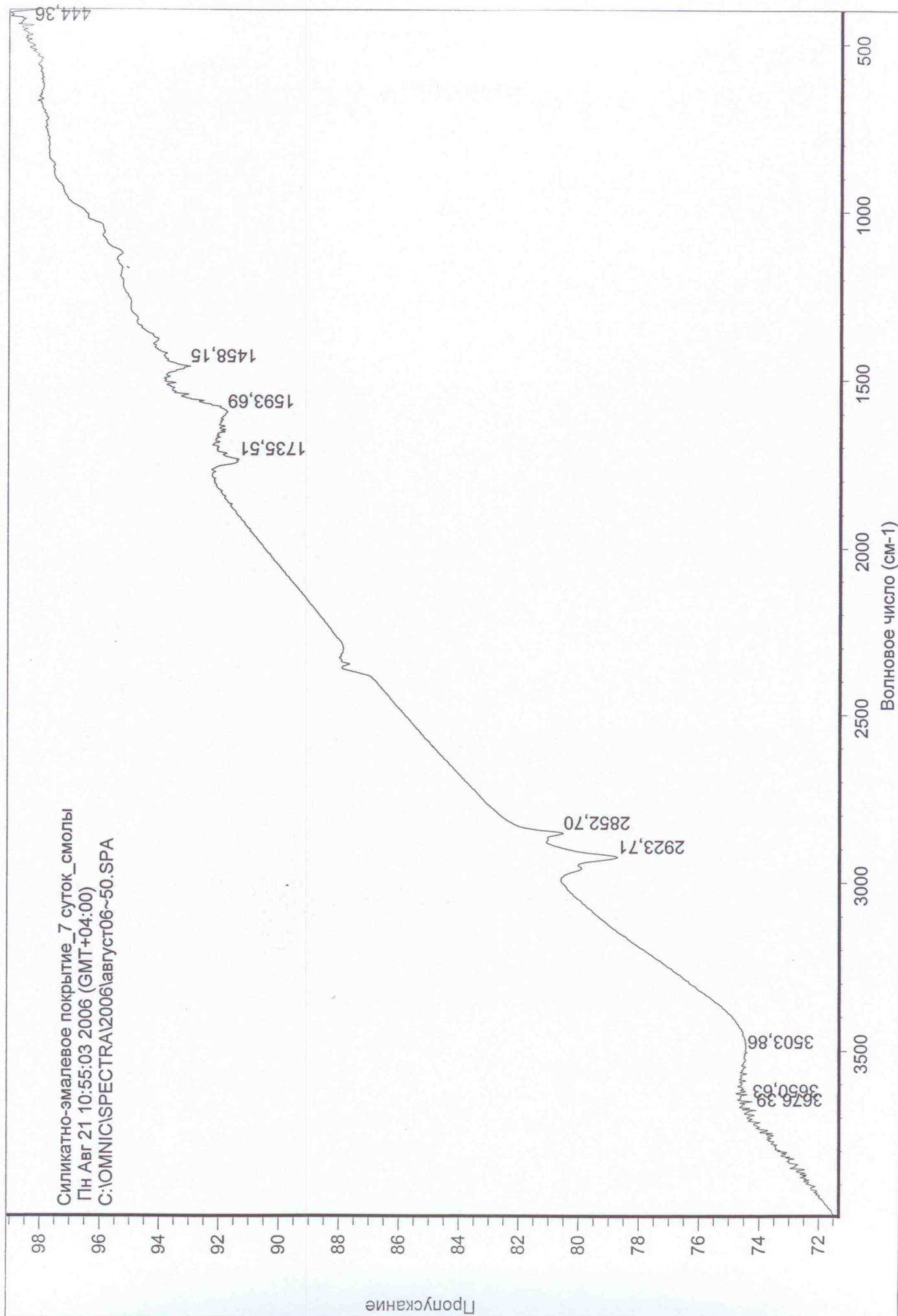
Пропускание

Волновое число (см-1)

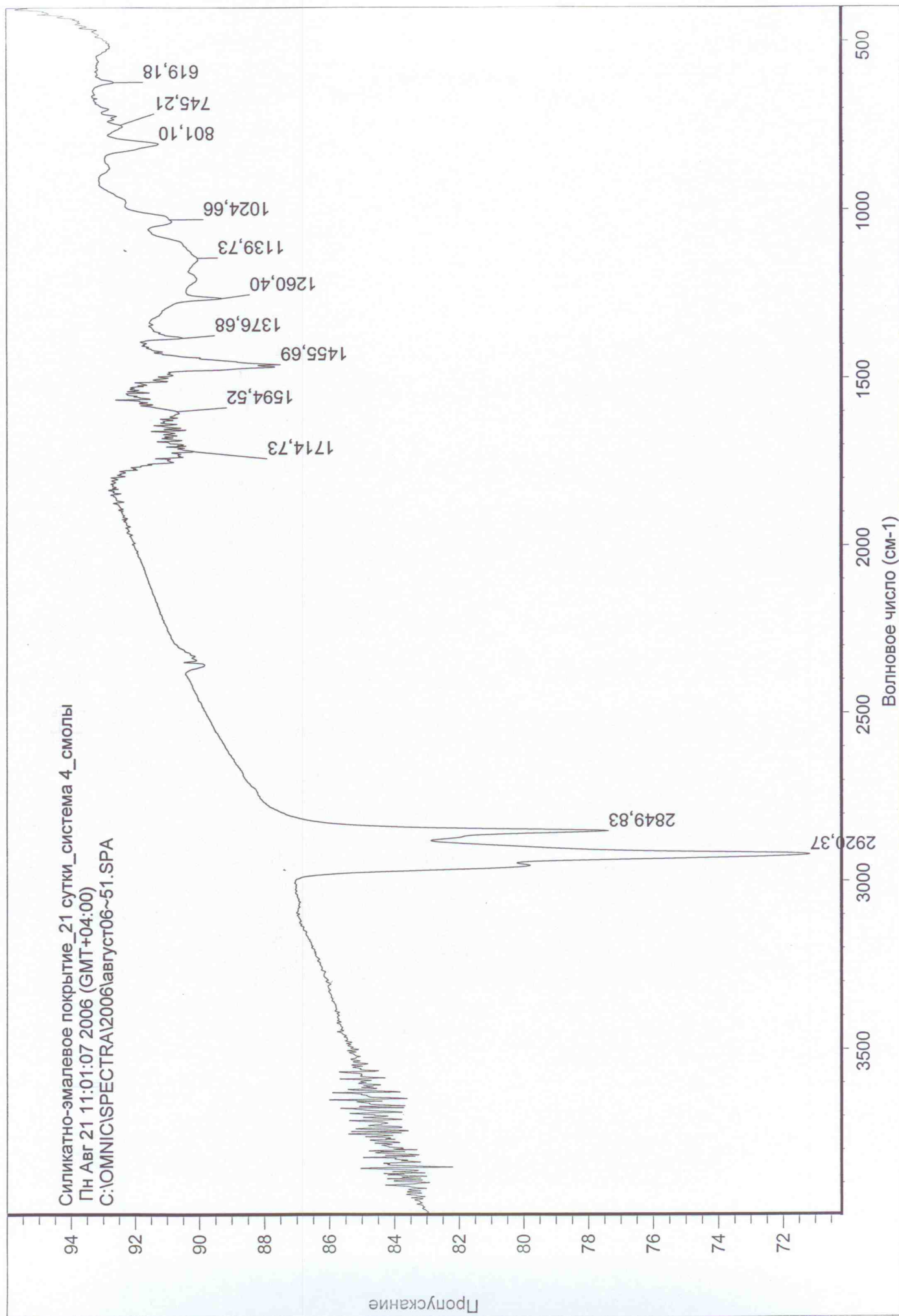


Силикатно-эмальевое покрытие_3 суток_система 2_смолы
Пт Авг 18 15:15:18 2006 (GMT+04:00)
C:\OMNIC\SPECTRA\2006\август06~46.SPA





Силикатно-эмалевое покрытие_21 сутки_система 4_смолы
ПН Авг 21 11:01:07 2006 (GMT+04:00)
C:\OMNICSPECTRA\2006\август06~51.SPA



УТВЕРЖДАЮ

Зам. генерального директора
ФГУП ГосНИИ ГА

Михеичев П.А.

“ 11 ” сентября 2006 г.

Номер аттестата аккредитации:
РОСС RU.0001.11HX06

АНАЛИЗ №42

на топливо для реактивных двигателей марки ТС-1 производства ООО
«Сургутгазпром», для работы с антикоррозионными покрытиями

№ п /п	Наименование показателей качества	Нормы по ГОСТ 10227-86	Результаты анализа
1	2	3	4
1.	Плотность при 20° С кг/м ³	не менее 775	790,3
2.	Фракционный состав:		
	а) температура начала перегонки, °С	не выше 150	138
	б) 10% перегоняется при температуре, °С	не выше 165	163
	в) 50% перегоняется при температуре, °С	не выше 195	185
	г) 90% перегоняется при температуре, °С	не выше 230	211
	д) 98% перегоняется при температуре, °С	не выше 250	225
3.	Вязкость кинематическая в мм ² /с (сСт):		
	При 20° С	не менее 1,25	1,45
	При минус 40 С	не более 8,0	5,88
4.	Температура вспышки в закрытом тигле, °С	не ниже 28	37
5.	Температура начала кристаллизации, °С	не выше минус 60	минус 62
6.	Кислотность в мг КОН на 100 см ³ топлива	не более 0,7	0,05
7.	Концентрация фактических смол в мг на 100 см ³	не более 5,0	отсутствие
8.	Термоокислительная стабильность в статических условиях при температуре 150°С в течение 4 час в мг осадка на 100 см ³ топлива	не более 18	3,4
9.	Йодное число в г йода на 100 г топлива	не более 3,5	0,37

1	2	3	4
10.	Массовая доля ароматических углеводородов, %	Не более 22	14,8
11.	Массовая доля общей серы, %	не более 0,25	0,004
12.	Массовая доля меркаптановой серы, %	не более 0,005	0,0005
13.	Массовая доля сероводорода	Отсутствие	Отсутствие
14.	Испытание на медной пластинке при 100°C в течение 3 час.	Выдерживает	Выдерживает
15.	Высота некоптящего пламени, мм	Не менее 25	25
16.	Зольность, %	Не более 0,003	0,0007
17.	Удельная электрическая проводимость при 20° С, пСм/м	Не более 600	1
18.	Взаимодействие с водой, балл, не более		
	а) состояние поверхности раздела	1	1
	б) состояние раздельных фаз	1	1
19.	Массовая доля нафталиновых углеводородов, %	-	0,82
20.	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	Отсутствие
21.	Содержание мыл нафтеновых кислот	Отсутствие	Отсутствие
22.	Содержание мех. примесей, %	Отсутствие	Отсутствие
23.	Содержание воды, %	Отсутствие	Отсутствие
24.	Фильтруемость, конечная скорость		53*

* Дополнительный показатель «фильтруемость, конечная скорость» определяется по методике ГосНИИ ГА. Статистическое значение величины показателя фильтруемости для штатных топлив – «не менее 30» при прокачке 1000 мл.

Начальник лаборатории

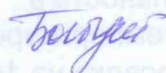
Научный сотрудник

Научный сотрудник

Научный сотрудник



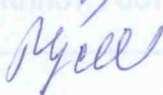
Л.В. Ковба



Л.В. Бабушкина



М.Н. Кузнецова



Т.Н. Румянцева