

«ФРАСТ-М»

# ФОТОРЕЗИСТЫ ЖИДКИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Интегральная оптика	Голография	Нано электроника	MEMS и 3D структуры
Микро электроника	<b>ПРОФЕССИОНАЛАМ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Глубокий ультрафиолет...</li><li>- Элетрохимическое травление</li><li>- Подготовка подложки...</li><li>- Нанесение...</li><li>- Экспонирование...</li><li>- Толстослойные фоторезисты...</li><li>- Проявление...</li><li>- Импортные фоторезисты</li></ul>	Радио электроника	
Полиграфия	Системы отображения информации	Солнечная энергетика	Сувениры и подарки

## СОДЕРЖАНИЕ

стр

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>4</b>
<b>ПОЗИТИВНЫЕ ФОТОРЕЗИСТЫ</b>	<b>5</b>
• Фоторезист ФП-383	5
• Фоторезист ФП-25	6
• Фоторезист ФП-201	6
• Фоторезист ФП-25Т	7
• Фоторезист ФП-4-04Т	7
• Фоторезист ФП-РН-7С	8
• Фоторезист ФП-РН-7Сэ	8
• Фоторезист ФП-4-04 марки А, В, С	10
• Фоторезист ФП-27-18 БС марки: А, В	10
• Фоторезист ФП-051Ку-1,0 и ФП-051Ку-2,0	11
• Фоторезист ФП-05Ф, ФП-10Ф, ФП-15Ф, ФП-20Ф	12
• Фоторезист ФП-М-09 марки А, В, С	12
• Фоторезист ФП-9120	13
• Фоторезист ФП-9120 экстра	13
• Фоторезист ФП-РН-27В	14
• Фоторезист ФП-27В	14
• Фоторезист ФП-051Ки	15
• Фоторезист ФП-051Шу-0,5 и ФП-051Шу-1,0	15
• Фоторезист ФПН-20-ИЗО	16
• Фоторезист ФП-ПЛ5	16
<b>ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ</b>	<b>17</b>
• Фоторезист ФП-2506	17
• Фоторезист ФП-2514	17
• Фоторезист ФП-2520	18
• Фоторезист ФП-3506	18
• Фоторезист ФП-3511	19
• Фоторезист ФП-3513	19
• Фоторезист ФП-3515	20
• Фоторезист ФП-3517	20
• Фоторезист ФП-3520	21
• Фоторезист ФП-3535	22
<b>НЕГАТИВНЫЕ ФОТОРЕЗИСТЫ</b>	<b>22</b>
• Фоторезисты ФН-11Сн, ФН-СКн	22
• Фоторезист ФН-11С-ФД	23
• Фоторезист ФН-11С-МФ	23
<b>ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОТОЛИТОГРАФИИ</b>	<b>24</b>
• Проявитель универсальный буферный УПФ-1Б	24
• Проявители с низким содержанием примесей металлов	25
• Проявитель для голографии ПГФ – 1ФА	25
• Проявитель негативных резистов УНФ-01	26
• Проявитель для негативных фоторезистов УНФ-02МФ	26

• Проявитель окрашенный для негативных фоторезистов ПН-1Ф		26
• Проявитель аэрозольных резистов	УПА-1НП	26
• Проявитель резистов серии «SU-8»	ПрФ-131	27
• Сниматель фоторезистов	СПР-01Ф	27
• Сниматель резистов универсальный	СР-13Ф	27
• Усилитель адгезии	СИЛ-А-01	28
• Разбавители позитивных фоторезистов		28
• Разбавитель негативных резистов	РНФ-ОК-1	29
• Разбавитель негативных фоторезистов безметалльный РНФ-ОК-2МФ		29
• Светочувствительный продукт	НХД – 16Ф	29
• Пигментная бумага		29
<b>КАКОЙ ФОТОРЕЗИСТ ВЫБРАТЬ?</b>		<b>30</b>
<b>ИНСТРУКЦИИ:</b>		<b>31</b>
• Инструкция по применению позитивных фоторезистов		31
• Инструкция по применению негативных фоторезистов		32
• Инструкция по технике взрывной литографии		34
• Инструкция по применению проявителя буферного УПФ-1Б		36
• Инструкция по применению снимателя СПР-01Ф		37
• Инструкция по применению снимателя СР-13Ф		39
• Инструкция по применению усилителя адгезии СИЛ-А-01		39
• Инструкция по применению продукта НХД-16Ф		40
• Установка для микрофльтрации УФР-16		40
<b>СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>		<b>41</b>
• Таблица соответствия импортных и отечественных фоторезистов.		41
• Таблица соответствия отечественных негативных фоторезистов.		41
• Таблица соответствия импортных и отечественных проявителей		42
• Спектр поглощения позитивных фоторезистов		42
• Спектр излучения ртутных ламп		43
• Травление металлов		45
• Документация		47

## **ВВЕДЕНИЕ**

Под термином фоторезист понимается светочувствительный раствор или полимерная пленка, которая под воздействием света меняет свои физико-химические свойства и приобретает устойчивость к химическому воздействию агрессивных жидкостей.

Фоторезист - один из базовых материалов в производстве изделий микро- и радиоэлектроники.

Необходимо различать жидкие и сухие пленочные фоторезисты. Жидкий фоторезист - это раствор полимера и светочувствительного соединения в органическом растворителе. Сухой пленочный фоторезист - это пленка, состоящая из нескольких полимерных слоев. Основное различие этих двух типов фоторезистов заключается в максимально достижимом разрешении элементов изображения.

Стандартное разрешение сухих пленочных фоторезистов находится в пределах 50-250 мкм. Поэтому основное их применение - изготовление печатных плат.

Жидкие фоторезисты обеспечивают разрешение линий от нано- (10 нанометров) до микро- диапазона (10 микрон).

В настоящей брошюре изложены основные параметры отечественных жидких фоторезистов и инструкции по их применению. Приведены характеристики комплектующих материалов для фотолитографии, таких как проявителей, снимателей, разбавителей, адгезивов.

Представлены отечественные аналоги зарубежных жидких фоторезистов и проявителей, разработанных по программе импортозамещения.

Также приведены в брошюре некоторые справочные материалы. Более подробная информация о фоторезистах изложена на нашем сайте:

[www.frast.ru](http://www.frast.ru)

## ПОЗИТИВНЫЕ ФОТОРЕЗИСТЫ

Таблица 1. Параметры фоторезиста **ФП-383**. ТУ 2378-005-29135749-2007.

№	Характеристики ФП-383	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5)°С сСт	6,0÷6,5
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	1,0
6	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,0÷1,2
7	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000,0
8	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	15,0
9	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)
10	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
11	Гарантийный срок хранения, месяц	12

**Область применения:** Один из лучших отечественных фоторезистов **ФП-383** предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем, металлизированных шаблонов, шкал, сеток, печатных плат. Фоторезист ФП-383 может использоваться как для контактной, так и для проекционной фотолитографии.

Морозостойкость фоторезиста ФП-383 допускает кратковременную, не более 7 суток, перевозку при температурах в диапазоне температур до минус 5<sup>0</sup>С, что важно при перевозках в зимнее время года. Гарантийный срок хранения этого фоторезиста расширен с шести месяцев до одного года.

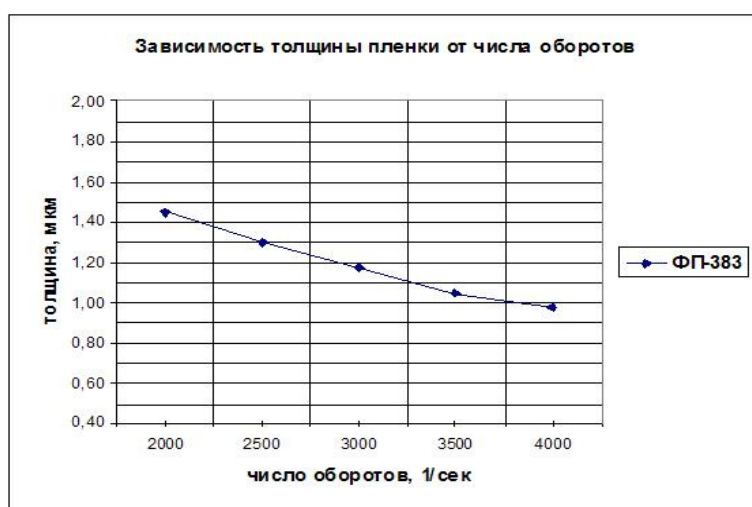


Рис.1. Зависимость толщины пленки фоторезиста ФП-383 от числа оборотов вращения центрифуги

Таблица 2. Параметры фоторезиста **ФП-25**. ТУ 2378-004-29135749-2007

№	Характеристики ФП-25	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов
3	Разрешающая способность, мкм, не более	20,0
4	Уровень фильтрации, мкм	0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	6÷8
6	Кинематическая вязкость при (20±2) °С, мм <sup>2</sup> /с.	52÷75
7	Устойчивость пленки фоторезиста к травителю для кремния (HF+HNO <sub>3</sub> +CH <sub>3</sub> COOH - 1:10:1), не менее, минут	14,0
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:5)
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф

*Область применения:* Толстослойный фоторезист ФП-25 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых интегральных приборов и микросхем с глубинным травлением германия и кремния, а также для гальванического осаждения металлов.

Таблица 3. Параметры фоторезиста **ФП-201**. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики ФП-201	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, без разрывов
3	Разрешающая способность, мкм, не хуже	20,0
4	Уровень фильтрации, мкм	0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм.	6,0÷8,0
6	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:5)
7	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф

*Область применения:* Толстослойный фоторезист с повышенной термостойкостью для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых интегральных приборов и микросхем с глубинным травлением германия, кремния, арсенида галлия и металлов, а также для гальванического осаждения металлов.

Таблица 4. Параметры фоторезист **ФП-25Т**. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики ФП-25Т	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов
3	Разрешающая способность, мкм, не более	20,0
4	Уровень фильтрации, мкм	0,2 мкм
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	3÷5
6	Устойчивость пленки фоторезиста к травителю для кремния (HF+HNO <sub>3</sub> +CH <sub>3</sub> COOH - 1:10:1), не менее, минут	14,0
7	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:5)
8	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф

*Область применения:* Фоторезист ФП-25Т предназначен для реализации фотолитографических процессов на подложках с сильно развитой топологией, в производстве MEMS, глубинного травления германия и кремния, а также для гальванического осаждения металлов. Фоторезист обладает лучшей, по сравнению с ФП-25 гладкостью и эластичностью плёнки.

Таблица 5. Параметры фоторезист **ФП-4-04Т**. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики ФП-4-04Т	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,5
4	Разрешающая способность, мкм, не хуже	8,0
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	3,6÷4,5
6	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:5)
7	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф

*Область применения:* Толстослойный фоторезист с повышенной термостойкостью и пластичностью для *i*-линии ртутных ламп. Предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых интегральных приборов и микросхем с глубинным травлением германия и кремния

Таблица 6. Параметры фоторезиста **ФП-РН-7С**. ТУ Ф-1183333389-0-2003.

№	Характеристики ФП-РН-7С	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2 мкм
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5) °С мм <sup>2</sup> /сек.	9,5÷13,0
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	1,0
6	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)
7	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф

**Области применения:** Фоторезист ФП-РН-7С предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых приборов, шкал, сеток.

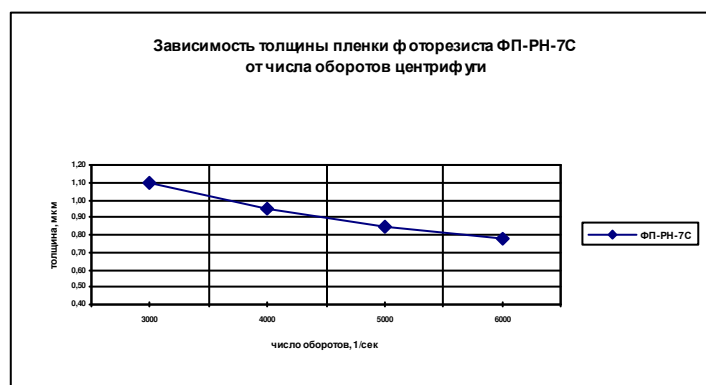


Рис.2. Зависимость толщины пленки фоторезиста ФП-РН-7С от числа оборотов вращения центрифуги

Таблица 7. Параметры фоторезиста **ФП-РН-7Сэ**. ТУ 2378-006-29135749-2007

№	Характеристики ФП-РН-7Сэ	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2 мкм
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5)°С, сСт	2,52
5	Разрешающая способность, мкм, не более	0,8
6	Толщина плёнки фоторезиста, мкм.	0,5÷0,8
7	Число оборотов при нанесении, об/мин.	3000
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (1:4)
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф

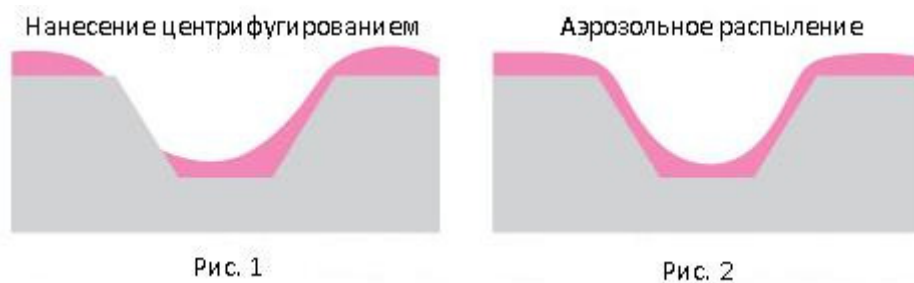
**Область применения:** ФП-РН-7Сэ – это единственный отечественный фоторезист, который может наноситься распылением на подложки с сильно развитой топологией.



При производстве мощных полупроводниковых приборов, кварцевых генераторов, светодиодов одним из основных элементов топологии является меза структура, глубина которой может достигать 50 мкм.

В процессе фотолитографии на таких структурах возникает задача защитить мезаструктуру маской фоторезиста. Однако методом центрифугирования такую задачу решить очень сложно. На представленной ниже схеме показано неравномерное и неполное покрытие мезаструктуры фоторезистом, в особенности на углах мезы. Неравномерность укрытия фоторезистом обусловлена центробежными силами, возникающими при вращении.

Для таких поверхностей хорошее покрытие обеспечивает аэрозольное нанесение фоторезиста. Фоторезист распыляется в потоке воздуха и пленка, равномерно распределяясь по подложке под действием сил гравитации, надёжно укрывает мезаструктуру.

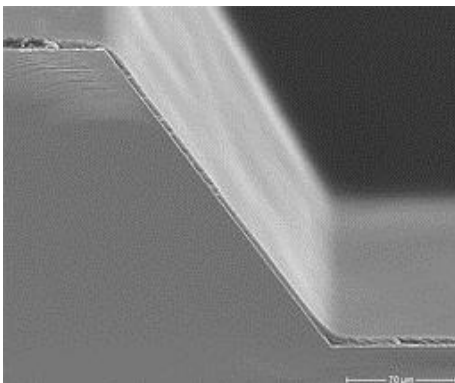


*Рис. 3. Нанесение фоторезиста ФП-РН-7Сэ центрифугированием и распылением*

*Достоинства:*

- Подходит для любых систем аэрозольного нанесения фоторезистов.
- Обеспечивает диапазон толщин от 1,0 мкм до 10 мкм.

На рис. 4 в большом увеличении показан фрагмент мезаструктуры закрытой фоторезистом, нанесенным распылением. Глубина мезы примерно 150 мкм, ширина около 300. На фото хорошо видна равномерность плёнки фоторезиста на горизонтальной и наклонной поверхностях, а также хорошее укрытие углов мезы.



*Рис. 4 Фрагмент мезаструктуры закрытой фоторезистом ФП-РН-7Сэ при нанесении распылением.*

Таблица 8. Параметры фоторезиста **ФП-4-04**. ТУ2378-011-29135749-2010.

№	Характеристики ФП-4-04	Норма		
		марка А	марка В	марка С
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета		
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов		
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2		
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5) °С мм <sup>2</sup> /сек	5,0÷9,5	18,2÷28,3	24,034,3
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	0,5	1,2	1,8
6	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,4±0,6	1,35±1,65	1,8±2,2
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30	30	30
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)		
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф		

*Области применения:* Серия фоторезистов ФП-4-04 предназначена для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых приборов, больших и сверхбольших интегральных схем с использованием контактного и проекционного экспонирования в области длин волн 300-405 нм. Выпускается трёх марок А, В и С.

Таблица 9. Параметры фоторезиста **ФП-27-18БС**. ТУ Ф-117333389-0-2003.

№	Характеристики ФП-27-18БС	Норма	
		марка А	марка В
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость тёмного цвета	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая блестящая без разрывов	
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2	
4	Кинематическая вязкость, 20 <sup>0</sup> С, сСт	22÷40	22÷40
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	3,0	3,0
6	Толщина пленки фоторезиста, мкм	2,3±2,8	2,3±2,8
7	Стойкость плёнки в проявителе, мин. не менее	30	30
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)	
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф	

*Область применения:* Фоторезисты ФП-27-18БС марок А и В предназначены для реализации фотолитографических процессов в производстве печатных плат высокого разрешения, микросхем, сеток, шкал, масок с применением гальванической обработки. Марка А является окрашенной, что обеспечивает высокий оптический контраст плёнки фоторезиста в процессах производства печатных плат.

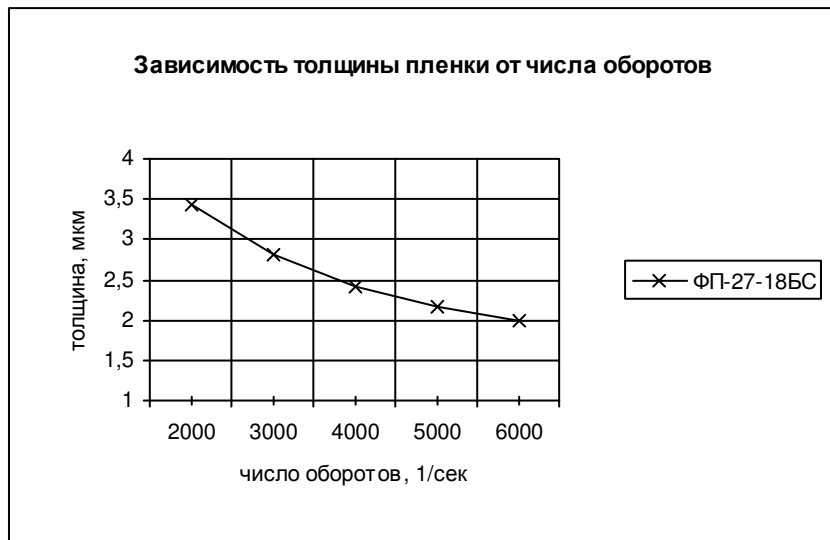


Рис.5. Зависимость толщины пленки фоторезиста ФП-27-18БС марки А от числа оборотов вращения центрифуги.

Таблица 10. Параметры фоторезиста **ФП-051Ку**. ТУ Ф-11833392-0-2006.

№	Характеристики ФП-051КУ	Норма	
		ФП-051Ку-1,0	ФП-051Ку-2,0
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов	
3	Кинематическая вязкость при (20±0,5)°С, сСт	11,0÷21,0	21,0÷41,0
4	Разрешающая способность, мкм, не более	0,8	1,8
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,0÷1,1	2,0÷2,1
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30,0	
7	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)	
6	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф	

*Область применения:* Фоторезисты ФП-051Ку марок А и В предназначены для реализации фотолитографических процессов в производстве БИС.

Таблица 11. Параметры фоторезистов **ФП-05Ф - ФП-20Ф** (ТУ Ф-11533389-0-2002)

№	Характеристики фоторезиста	Норма			
		ФП-05Ф	ФП-10Ф	ФП-15Ф	ФП-20Ф
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета			
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, без разрывов			
3	Разрешающая способность, мкм, не хуже	0,5	0,8	1,0	1,5
4	Уровень фильтрации, мкм	0,1	0,2	0,2	0,2
4	Кинематическая вязкость при $(20\pm 0,5)^\circ\text{C}$ сСт	6,0÷11,0	11,0÷21,0	15,0÷35,0	21,0÷41,0
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,5÷0,6	1,0÷1,1	1,5÷1,6	2,0÷2,1
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	25	30,0	30,0	30,0
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)			
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф			

*Область применения:* Фоторезисты серии ФП-05Ф/ФП-20Ф предназначены для реализации контактных и проекционных фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Таблица 12. Параметры фоторезиста **ФП-М-09**. ТУ 2378-013-29135749-2010

№	Характеристики ФП-М-09	Норма		
		ФП-М-09А	ФП-М-09В	ФП-М-09С
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета		
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, без разрывов		
3	Кинематическая вязкость при $(20\pm 0,5)^\circ\text{C}$ мм <sup>2</sup> /сек	12,2÷17,4	18,2÷28,3	24,0÷34,3
4	Разрешающая способность не хуже, мкм.	0,8	1,2	1,8
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,9÷1,1	1,4÷1,6	1,9÷2,1
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30	30	30
7	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:4)		
8	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф		

*Область применения:* Фоторезисты ФП-М-09 марок А, В и С предназначены для использования в качестве защитного светочувствительного материала в фотолитографических процессах при изготовлении полупроводниковых приборов, интегральных схем, металлизированных шаблонов, шкал, сеток, печатных плат и др.

Таблица 13. Параметры фоторезиста **ФП-9120**

№	Характеристики ФП-9120	Норма		
		ФП-9120-1,0	ФП-9120-1,8	ФП-9120-2,0
1	Внешний вид фоторезиста	Прозрачная жидкость желто-коричневого цвета		
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов		
3	Кинематическая вязкость при температуре 20±0,5°C	13-17	32-35	41-43
4	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,1-1,3	1,7-1,9	1,9-2,3
5	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю не менее, мин	>30	>30	>30
6	Разрешающая способность, мкм	1,0	1,0	2,0
7	Уровень фильтрации, мкм	0,2	0,2	0,2
8	Содержание примесей металлов, %	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>
9	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:5)		
10	Гарантийный срок хранения, месяцев	12		

*Область применения:* Фоторезист ФП-9120 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых структур

Таблица 14. Параметры фоторезиста **ФП-9120 экстра**.

№	Характеристики ФП-9120 экстра	Норма		
		ФП-9120-1,0	ФП-9120-1,8	ФП-9120-2,0
1	Внешний вид фоторезиста	Прозрачная жидкость желто-коричневого цвета		
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов		
3	Кинематическая вязкость при температуре 20±0,5°C	13-17	32-35	41-43
4	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,1-1,3	1,7-1,9	1,9-2,3
5	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю не менее, мин	>30	>30	>30
6	Разрешающая способность, мкм	1,0	1,0	2,0
7	Уровень фильтрации, мкм	0,2		
8	Содержание примесей металлов, %	10 <sup>-4</sup>		
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)		
10	Гарантийный срок хранения, месяцев	12		

*Область применения:* Высокая степень очистки фоторезиста **ФП-9120 экстра** от микропримесей металлов позволяет использовать его в процессах производства СБИС, где к качеству и надежности конечных полупроводниковых структур предъявляются

особые требования. Главным образом это отрасли космической и атомной промышленности.

Таблица 15. Параметры фоторезиста **ФП-РН-27В**. ТУ-6-14-19-40.045-81

№	Характеристики ФП-РН-27В	Норма	
		ФП-РН-27В	ФП-РН-27В-2
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого. цвета	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов	
3	Кинематическая вязкость при (20+0,5)°С, сСт	2,5÷3,5	3,5÷4,5
4	Разрешающая способность, мкм, не хуже	2	2,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,0÷1,1	1,5÷1,7
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30,0	
7	Уровень фильтрации, мкм	0,2	
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)	

*Область применения:* Фоторезист **ФП-РН-27В** предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве БИС на подложках с рельефом. Фоторезист может использоваться в процессах на примесно-силикатных стеклах

Таблица 16. Параметры фоторезиста **ФП-27В**. ТУ-6-14-19-40.440-86

№	Характеристики ФП-27В	Норма	
		ФП-27В-1	ФП-27В-2
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого. цвета	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов	
3	Кинематическая вязкость при (20+0,5)°С, сСт	7÷11	14÷19
4	Разрешающая способность, мкм, не хуже	2	2,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,8÷1,1	1,2÷1,6
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30,0	
7	Уровень фильтрации, мкм	0,2	
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)	

*Область применения:* Фоторезист ФП-27В предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве полупроводниковых приборов, шкал, сеток.

Таблица 17. Параметры фоторезиста **ФП-051Ки**. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики ФП-051Ки	Норма	
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без радиальных полос	
3	Светочувствительность, мДж/см <sup>2</sup> , не более	60	
4	Разрешающая способность, мкм, не более	2,0	
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,5-1,6	
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30,0	
7	Термостойкость, °С, не менее	130	
	Содержание примесей металлов, %	10 <sup>-4</sup>	
8	Уровень фильтрации, мкм	0,2	
9	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)	
10	Сниматель	СПР-01Ф	

*Область применения:* Единственный отечественный фоторезист, выдерживающий процессы ионной бомбардировки.

Таблица 18. Параметры фоторезиста **ФП-051Шу**. ТУ 2378-012-29135749-2010.

№	Характеристики ФП-051Шу	Норма	
		ФП-051Шу-0,5	ФП-051Шу-1,0
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость темно-красного цвета без осадка	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов	
3	Уровень фильтрации, мкм	0,1	0,2
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5)°С, сСт	5,0-9,5	12,2-17,4
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	0,5	0,8
6	Толщина пленки фоторезиста, мкм	0,4-0,6	0,9-1,1
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю не менее, мин.	30,0	30,0
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)	
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф	

*Область применения:* Фоторезист ФП-051Ш предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве фотошаблонов. Фоторезист может также использоваться в процессах голографической записи изображений.

Таблица 19. Параметры фоторезиста **ФПН-20-ИЗО**. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики ФПН-20-ИЗО	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость красно-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, без разрывов
3	Кинематическая вязкость, сСт	17÷20
4	Толщина пленки исходная, мкм	1,8÷2,2
5	Светочувствительность, мдж/см <sup>2</sup>	30÷60
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, не менее	30
7	Уровень фильтрации, мкм	0,2
8	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)

*Область применения:* Фоторезист ФПН-20-ИЗО предназначен для реализации процессов взрывной фотолитографии (**подробности в разделе Инструкции**)

Таблица 20. Параметры фоторезиста **ФП-ПЛ-5**. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики ФП-ПЛ-5	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Вязкая жидкость синего цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5)°С, сСт	17,0
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	5,0
6	Толщина пленки фоторезиста, мкм	2,0
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	30,0
8	Светочувствительность, мдж/см <sup>2</sup> , не хуже	150,0
9	Рекомендуемый проявитель	УПФ-1Б (разбавление 1:3)
10	Срок гарантийного хранения, месяц	12

*Область применения:* Фоторезист ФП-ПЛ5 предназначен для изготовления предварительно чувствленных офсетных пластин. Обладает высокой тиражестойкостью. Может также использоваться для гравировки валов для высокой печати.



## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ФОТОРЕЗИСТОВ

### ОСОБОЧИСТЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ФОТОРЕЗИСТЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ПРИМЕСЕЙ МЕТАЛЛОВ

#### Фоторезист ФП-2506. Аналог импортного фоторезиста AZ-1505

Таблица 21. Параметры фоторезиста **ФП-2506**. ТУ 20.59.12-018-18567185-2017

№	Характеристики ФП-2506	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,1
4	Толщина пленки фоторезиста, мкм	$0,6 \pm 3\%$
5	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
7	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
8	Рекомендуемый проявитель	П-238-МФ, УПФ-1Б
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
10	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-2506 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве хромированных фотошаблонов.

#### Фоторезист ФП-2514. Аналог импортного фоторезиста AZ-1512HS

Таблица 22. Параметры фоторезиста **ФП-2514**. ТУ 20.59.12-018-18567185-2017

№	Характеристики ФП-2514	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,2
4	Толщина пленки фоторезиста, мкм	$1,5 \pm 3\%$
5	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
7	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
8	Рекомендуемый проявитель	П-238-МФ, УПФ-1Б
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
10	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-2514, предназначен для жидкостных процессов травления. Этот фоторезист может широко использоваться в производстве биполярных полупроводниковых структур.

**Фоторезист ФП-2520. Аналог импортного фоторезиста AZ-1518**

*Таблица 23. Параметры фоторезиста ФП-2520. ТУ 20.59.12-018-18567185-2017*

№	Характеристики ФП-2520	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,2
4	Толщина пленки фоторезиста, мкм	$1,7 \pm 3\%$
5	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
7	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
8	Рекомендуемый проявитель	П-238-МФ, УПФ-1Б
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
10	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-2520 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС

**Фоторезист ФП-3506. Аналог фоторезиста Microposit S1505**

*Таблица 24. Параметры фоторезиста ФП-3506. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017*

№	Характеристики ФП-3506	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,1
4	Толщина пленки фоторезиста, мкм	$0,6 \pm 3\%$
5	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
6	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
7	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
8	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б
9	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
10	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-3506 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве хромированных фотошаблонов.

### **Фоторезист ФП-3511. Аналог фоторезиста Microposit S1809**

*Таблица 25. Параметры фоторезиста ФП-3511. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017*

№	Характеристики ФП-3511	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,2
4	Разрешающая способность, мкм	*0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,1 ± 3%
6	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
8	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
9	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б
10	Сниматель	СПР-01Ф
11	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-3511 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС.

### **Фоторезист ФП-3513. Аналог фоторезиста Microposit S1811**

*Таблица 26. Параметры фоторезиста ФП-3513. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017*

№	Характеристики ФП-3513	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,1
4	Разрешающая способность, мкм	*0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,3 ± 3%
6	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
8	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
9	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б
10	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
11	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-3513 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС.

**Фоторезист ФП-3515. Аналог фоторезиста Microposit S1813 SP15**

*Таблица 27. Параметры фоторезиста ФП-3515. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017*

№	Характеристики ФП-3515	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,1
4	Разрешающая способность, мкм	*0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,5 ± 3%
6	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
8	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
9	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б
10	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
11	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

Примечание: \* при толщине 1,25 мкм, горячая плита

Фоторезист ФП-3515 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС.

**Фоторезист ФП-3517. Аналог фоторезиста Microposit S1815.**

*Таблица 28. Параметры фоторезиста ФП-3517. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017*

№	Характеристики ФП-3517	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,2
4	Разрешающая способность, мкм	*0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	1,7 ± 3%
6	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
8	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
9	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б
10	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
11	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-3517 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС.

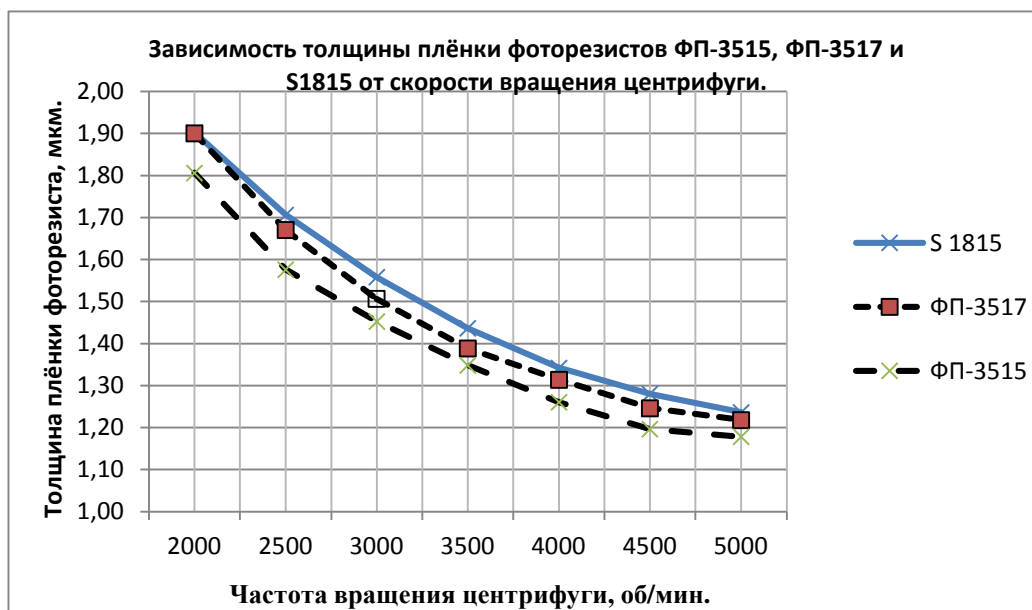


Рис. 6 Зависимость толщины пленки фоторезистов ФП-3515, ФП-3617, S1815 от скорости вращения центрифуги

### Фоторезист ФП-3520. Аналог фоторезиста Microposit S1818 SP16

Таблица 29. Параметры фоторезиста ФП-3520. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017

№	Характеристики ФП-3520	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета
2	Внешний вид пленки фоторезиста	блестящая без разрывов
3	Уровень фильтрации	0,2
4	Разрешающая способность, мкм, не хуже	*0,5
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	2,0 + 3%
6	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45
8	Спектральная светочувствительность, нм	310-440
9	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б
10	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф
11	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1

*Область применения:* Фоторезист ФП-3520 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС. Может использоваться в производстве мастер-дисков.

### Фоторезист ФП-3535. Аналог фоторезиста Microposit S1828

Таблица 30. Параметры фоторезиста ФП-3535. ТУ 20.59.12-017-18567185-2017

№	Характеристики ФП-3535	Норма	
		ФН-11Сн	ФН-11СКн
1	Внешний вид фоторезиста	Жидкость желто-коричневого цвета	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Блестящая без разрывов	
3	Уровень фильтрации	0,2	
4	Разрешающая способность, мкм, не более	*0,5	
5	Толщина пленки фоторезиста, мкм	3,3 + 3%	
6	Число оборотов при нанесении, об/мин	3000	
7	Устойчивость пленки фоторезиста к проявителю, мин., не менее	>45	
8	Спектральная светочувствительность, нм	310-440	
9	Рекомендуемый проявитель	ПА-236-МФ, УПФ-1Б	
10	Рекомендуемый сниматель	СПР-01Ф	
11	Суммарное содержание примесей металлов, ppm	менее 1	

*Область применения:* Фоторезист ФП-3535 предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве СБИС.

## НЕГАТИВНЫЕ ФОТОРЕЗИСТЫ.

Негативные фоторезисты образуют изображение оригинал-макета в обращенном (негативном) изображении.

К достоинствам негативных фоторезистов, следует отнести их способность выдерживать травление подложки как в кислых, так и щелочных травителях. Основным недостатком негативных фоторезистов является их относительно невысокая разрешающая способность.

Таблица 31. Параметры фоторезистов ФН-11Сн. ТУ 2378-014-29135749-2010

№	Характеристики ФН-11Сн	Норма	
		ФН-11Сн	ФН-11СКн
1	Внешний вид фоторезиста	Прозрачная жидкость	
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая без разрывов	
3	Уровень фильтрации	0,2	0,5
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5)°С, сСт	25÷30	180÷250
5	Разрешающая способность, мкм, не хуже	8,0	8,0
6	Толщина пленки, мкм	0,9÷1,1	3,5÷4,5
7	Рекомендуемый проявитель	УНФ-01	

*Область применения:* Фоторезисты ФН-11Сн и ФН-11Скн предназначены для реализации фотолитографических процессов в производстве интегральных микросхем, масок, гибких выводных рамок на основе фольгированных диэлектриков, микрополосковых плат, форм. Обладают стойкостью в кислых и щелочных травителях для металлов и сплавов (медь, алюминий, никром и др.).

Таблица 32. Параметры фоторезиста **ФН-11С-ФД**. ТУ 2378-014-29135749-2010

№	Характеристики ФН-11С-ФД	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Прозрачная жидкость. Допускается слабый желтый окрас
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, блестящая, без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5) °С мм <sup>2</sup> /сек	24,2÷26,7
5	Разрешающая способность, мкм, не более.	8,0
6	Рекомендуемый проявитель.	УНФ-01.

*Область применения:* Фоторезист ФН-11С-ФД предназначен для реализации фотолитографических процессов в производстве гибких выводных рамок на основе фольгированных диэлектриков *методом вытягивания*.

Таблица 33. Параметры фоторезиста **ФН-11С-МФ**. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики ФН-11С-МФ	Норма
1	Внешний вид фоторезиста	Прозрачная жидкость.
2	Внешний вид пленки фоторезиста	Гладкая, блестящая, без разрывов
3	Уровень фильтрации, мкм	0,2
4	Кинематическая вязкость при (20±0,5) °С мм <sup>2</sup> /сек	24÷26
5	Разрешающая способность, мкм, не более.	8,0
6	Рекомендуемый проявитель.	УНФ-02-МФ
7	Содержание примесей металлов, ppm	Менее 10

Отличительной особенностью этого фоторезиста является низкое содержание примесей металлов:

Железо	< 1 ppm
Натрий	< 1,5 ppm
Алюминий	<1,5 ppm
Медь	<1,5 ppm
Никель	<1,5 ppm
Калий	<1,5 ppm
Цинк	<1,5 ppm

*Область применения:* Фоторезист ФН-11-МФ целесообразно использовать в производстве гибридных интегральных микросхем, микроузлов, микросборок, микроплат, работающих в жестких условиях в диапазонах низкой (НЧ), высоких (ВЧ) и сверхвысоких частот (СВЧ). Благодаря низкому содержанию примесей металлов, фоторезист ФН – 11С-МФ не меняет электроизоляционные свойства подложки ГИС. Фоторезист может применяться также в качестве *светочувствительного, конструкционного, изолирующего материала.*

Фоторезист ФН – 11СМ устойчив как в кислых, так и щелочных растворах в процессах травления и в процессах гальванического осаждения металлов.

## ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФОТОЛИТОГРАФИИ.

### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БУФЕРНЫЙ ПРОЯВИТЕЛЬ ДЛЯ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ УПФ-1Б.

*Таблица 34. Параметры проявителя УПФ-1Б. ТУ-2378-007-29135749-2007*

№	Характеристики УПФ-1Б	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Концентрация раствора, г/моль	1,42÷1,45
3	Уровень микрофльтрации, мкм	1

*Область применения*

Проявитель УПФ-1Б предназначен для проявления пленок позитивных фоторезистов как отечественного, так и импортного производства. Проявитель УПФ-1Б является концентратом, который разбавляется деионизованной водой.

*Достоинства:*

- Используется для проявления **любых** стандартных позитивных фоторезистов как отечественного, так и импортного производства
- Обеспечивает стабилизацию стадий проявления и экспонирования.
- Автоматически поддерживает концентрацию проявляющего вещества постоянной в процессе работы.
- Хорошо работает как при низких, так и при высоких температурах.
- Обеспечивает мягкое проявление, с ровными и четкими краями рисунка.
- Гарантирует чистоту проявления. Проявитель УПФ-1 отфильтрован через фильтр с размером пор 1 мкм.
- Сохраняет стабильность своих характеристик в течение одного года.

*Экономика:*



- Проявитель УПФ-1Б является концентратом, требующим разбавления деионизованной водой. Из одного литра концентрированного проявителя УПФ-1Б получается 5 (!) литров готового проявителя для фоторезиста ФП-383.
- Исключаются затраты на приобретение и хранение опасных и гигроскопичных химикатов.
- Исключаются затраты на закупку оборудования и приборов для контрольного титрования приготовленного проявителя.
- Исключаются затраты на содержание высококвалифицированного химика.
- Сводится к минимуму человеческий фактор. Возрастает выход годных изделий.
- Полиэтиленовые канистры на 5 литров.

### **ПРОЯВИТЕЛИ ОСОБОЧИСТЫЕ, С НИЗКИМ СОДЕЖАНИЕМ ПРИМЕСЕЙ МЕТАЛЛОВ**

*Таблица 35. Отечественные аналоги импортных проявителей с низким содержанием примесей металлов.*

Марка проявителя	Проявляемые импортные и отечественные фоторезисты	Импортный проявитель-аналог
<b>П-238-МФ</b>	Серия AZ-6600, AZ ECI 3000, серия AZ-nLof 2000, серия ФП-2500	AZ-326 MIF
<b>П-238А-МФ</b>	Серия AZ-9200, AZ-15nXT, AZ-125nXT	AZ-726 MIF
<b>П-236А-МФ</b>	Серия 1800, серия SPR 955CM, серия ФП-3500	MF-26A
<b>П-236КР-МФ</b>	Серия 1800, серия SPR3000, серия ФП-3500	MF-CD-26
<b>ПрФ-131</b>	Microchem SU-8 серии 2000	SU-8 Developer

*Область применения:* Проявители особочистые предназначены для проявления импортных и отечественных фоторезистов с низким содержанием примесей металлов, Применение этих проявителей критически важно при использовании плазмохимического процесса при травлении подложки. Суммарное содержание примесей металлов в особочистых проявителях не превышает 1 ppm.

### **ПРОЯВИТЕЛЬ ДЛЯ ГОЛОГРАФИИ ПГФ-1А.**

*Таблица 36. Параметры проявителя ПГФ-1А. Поставляется по протоколу испытания*

№	Характеристики ПГФ-1А	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Концентрация раствора, г/моль	1,67÷1,73
3	Уровень микрофльтрации, мкм	1

*Область применения:* Проявитель ПГФ-1А предназначен для проявления скрытого голографического изображения в позитивных фоторезистах после экспонирования лазерным излучением. Используется в процессах изготовления защитных голографических наклеек и мастер-дисков.

### ПРОЯВИТЕЛЬ ДЛЯ НЕГАТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ УНФ-01

Таблица 37. Параметры проявителя УНФ-01. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики УНФ-01	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	144÷145
3	Уровень микрофильтрации, мкм	1

*Область применения:* Проявитель УНФ-01 предназначен для проявления пленок негативных фоторезистов ФН-11Сн, ФН-11СКн, ФН-11С-ФД.

### ПРОЯВИТЕЛЬ ДЛЯ НЕГАТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ УНФ-02МФ

Таблица 38. Параметры проявителя УНФ-02МФ. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики УНФ-02МФ	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	144÷145
3	Уровень микрофильтрации, мкм	1
4	Суммарное содержание микропримесей металлов, ppb	1 ppm

*Область применения:* Проявитель УНФ-02МФ с низким содержанием микропримесей металлов предназначен для проявления пленок негативного высококачественного фоторезиста ФН-11С-МФ.

### ПРОЯВИТЕЛЬ ОКРАШЕННЫЙ ДЛЯ НЕГАТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ

Таблица 39. Параметры проявителя ПН-1Ф. Поставляется по протоколу испытаний.

№	Характеристики УНФ-03Кр	Норма
1	Внешний вид	Жидкость черного цвета
2	Температура кипения, °С	144÷145
3	Уровень микрофильтрации, мкм	1

*Область применения:* Проявитель окрашенный ПН-1Ф позволяет контрастировать неразличимые на подложках пленки негативных фоторезистов ФН-11Сн, ФН-11СКн, ФН-11С-ФД.

### ПРОЯВИТЕЛЬ ДЛЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ УПА-1НП

Таблица 40. Параметры проявителя УПА-1НП. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики УПА-1НП	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Концентрация раствора, г/моль	0,35÷0,36
3	Уровень микрофильтрации, мкм	1

*Область применения:* Буферный проявитель УПА-1НП предназначен для проявления пленок аэрозольных позитивных фоторезистов импортного производства.

### ПРОЯВИТЕЛЬ ПРФ-131 ДЛЯ ФОТОРЕЗИСТОВ СЕРИИ SU-8 2000

Таблица 41. Параметры проявителя ПрФ-131. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики ПрФ-131	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	145÷146
3	Уровень микрофльтрации, мкм	1
4	Суммарное содержание микропримесей металлов, ppb	100 ppb

*Область применения:* Проявитель ПрФ-131 предназначен для проявления пленок фоторезистов серии импортных фоторезистов по маркой “SU-8”

*Документация:* поставляется по протоколу испытаний.

### СНИМАТЕЛЬ ПЛЕНОК ФОТОРЕЗИСТА СПР-01Ф.

Таблица 42. Параметры снимателя СПР-01Ф. ТУ 2378-008-29135749-2007

№	Характеристики СПР-01Ф	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	195÷205
3	Уровень микрофльтрации, мкм	1

*Область применения:* Сниматель СПР-01Ф предназначен для снятия с подложки пленок позитивных фоторезистов после травления подложки или осаждения металлов на подложку. Сниматель СПР-01Ф представляет собой смесь органических растворителей.

Сниматель СПР-01Ф гарантирует эффективное удаление пленки фоторезиста с подложки с помощью процедуры четырех ванн (см главу инструкции).

### СНИМАТЕЛЬ РЕЗИСТОВ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СР-13Ф.

Таблица 43. Параметры снимателя СР-13Ф. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики СР-13Ф	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	202÷203
3	Уровень микрофльтрации, мкм	1

*Область применения:* Универсальный сниматель СР-13Ф предназначен для снятия с подложек пленок фото- и электроннорезистов. Сниматель СР-13Ф представляет собой растворитель N-метил 2- пирролидон со специальными добавками.

## УСИЛИТЕЛЬ АДГЕЗИИ ФОТОРЕЗИСТОВ СИЛ-А-01. САЙТ:

<http://frast.ru/adgezsil.html>

Таблица 44. Параметры усилителя адгезии СИЛ-А-01. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики СИЛ-А-01	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,95±0,98
3	Температура кипения, °С	126-146
4	Уровень микрофльтрации, мкм	0,2

*Область применения:* Усилитель адгезии предназначен для обработки поверхности подложек перед нанесением фоторезиста.

Усилитель адгезии СИЛ-А-01 представляет собой смесь растворителей. Смесь подобрана таким образом, что после обработки усилителем адгезии СИЛ-А-01 на поверхности подложки возникает мономолекулярный гидрофобный слой.

*Достоинства:*

- Исключение затрат на закупку специального оборудования для силилирования подложки в паровой фазе;
- Стабильность воспроизведения элементов топологии;
- Совместимость с позитивными и негативными фоторезистами;

## РАЗБАВИТЕЛИ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ.

Таблица 45. Соответствие фоторезистов и разбавителей. ТУ-2378-009-29135749-2008.

№	Разбавитель	Марки отечественных фоторезистов	Марки импортных фоторезистов	Кровень фильтрации, мкм
1	Сольвент РПФ-У	ФП-10Ф, ФП-05Ф-20Ф ФП-М-09, ФП-РН-7С, ФП-4-04, ФП-051Ш, ФП- 9120 экстра	Серия S1800, Серия AZ- 1500, Серия AZ-6600, Серия AZ-4500	0,2
2	Сольвент РПФ-383	ФП-383		0,2
3	Сольвент РПФ-25	ФП-25, ФП-201, ФП-4- 04Т		0,2
4	Сольвент РПФ-Сэ	ФП-РН-7Сэ		0,2

*Область применения:* Разбавители позитивных фоторезистов используются для уменьшения толщины пленки позитивных фоторезистов. Уровень микрофльтрации этих разбавителей составляет 0,2 мкм

### Разбавитель негативных фоторезистов РНФ-ОК-1

Таблица 46. Параметры разбавителя РНФ-ОК-1. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики РНФ-ОК-1	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	144-145
3	Уровень микрофльтрации, мкм	0,2

*Область применения:* Разбавитель РНФ-ОК-1 используется для уменьшения толщины пленки фоторезистов ФН-11Сн, ФН-11СКн, ФН-11С-ФД.

### Разбавитель негативного фоторезиста РНФ-ОК-2МФ

Таблица 47. Параметры разбавителя РНФ-ОК-2МФ. Поставляется по протоколу испытаний

№	Характеристики РНФ-ОК-1	Норма
1	Внешний вид	Прозрачная бесцветная жидкость
2	Температура кипения, °С	144-145
3	Уровень микрофльтрации, мкм	0,2
	Суммарное содержание микропримесей металлов, ppm	10

*Область применения:* Безметалльный разбавитель РНФ-ОК-2МФ используется для уменьшения толщины пленки особоистого негативного фоторезиста ФН-11С-МФ.

### Светочувствительный продукт Хиондиазид-16Ф

Таблица 48. Параметры продукта Хиондиазид-16Ф.

№	Характеристики Хиондиазида-16Ф	Норма
1	Внешний вид	Сухой порошок красно - желтоватого цвета
2	Диапазон спектральной чувствительности	340-430
3	Содержание основного вещества	>98%

*Область применения:* «Хиондиазид-16Ф» является готовым светочувствительным продуктом для самостоятельного изготовления позитивного фоторезиста хорошего качества для травления печатных плат и для изготовления печатных форм. Технология приготовления фоторезиста на основе продукта Хиондиазид-16Ф проста и представлена в разделе «Инструкции»

### Пигментная бумага для фотогравирования

#### *Область применения*

Пигментная бумага предназначена для фотохимического гравирования валов для высокой печати и изготовления полиграфических клише для плоского тиснения.

Пигментная бумага представляет собой *несенсибилизированное* покрытие толщиной 42 мкм на высококачественной фотографической бумаге толщиной 150 мкм. Покрытие изготовлено из пигментированного желатина фотографического качества с низкой

степенью набухания и высокой точкой плавления, что обеспечивает возможность его использования в различных климатических условиях.

Уход размеров не превышает  $\pm 0,15\%$  при температуре  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  и влажности в пределах 50-70%.

Высококачественный желатин обеспечивает превосходную адгезию к медной поверхности, выдерживает длительное травление, имеет высокий контраст и хорошую широту экспонирования. Инструкция применения пигментной бумаги изложена на нашем сайте: <http://frast.ru/pigment.html>

## КАКОЙ ФОТОРЕЗИСТ ВЫБРАТЬ?

Фотолитографические характеристики различных марок фоторезистов во многих случаях совпадают. Выбор оптимальной марки фоторезиста является непростой задачей даже для опытного фотолитографа.

Важно понимать, что подбор фоторезиста производится непосредственно под конкретную технологию. Для этого нужно хорошо представлять физико-химические параметры фоторезистов, влияющие на фотолитографические процессы. Подробно эти вопросы рассмотрены на страницах нашего сайта: [http://frast.ru/vibor\\_resist.html](http://frast.ru/vibor_resist.html), <http://frast.ru/rekposfr.html>, <http://frast.ru/litograf.html>,

Здесь же освещаются некоторые факторы, влияющие на экономику производства.

### 1. Содержание микрочастиц в растворе фоторезиста.

Этот параметр сильно влияет на выход годных изделий, поскольку микрочастицы в растворе фоторезиста создают дефекты в пленке фоторезиста после нанесения на подложку. Содержание механических примесей в фоторезисте определяется двумя факторами:

- Качеством фильтрации.
- Стабильностью раствора фоторезиста в процессе хранения.

Степень фильтрации фоторезиста на уровне  $0,2\text{ мкм}$  обеспечивается технологическим оборудованием. Более сложной является проблема появления микронных взвесей в растворе фоторезиста в процессе хранения. Эта проблема не имеет простого решения. Здесь требуется применение *высококачественного исходного сырья*, использование специальных стабилизаторов, антиокислителей, деаэраторов и др. Об уровне стабильности раствора фоторезиста можно судить по сроку гарантийного хранения.

По стабильности характеристик фоторезисты, поставляемые нашим предприятием, соответствуют западным стандартам. Срок гарантии в большинстве случаев расширен до 12 месяцев.

### 2. Воспроизводимость параметров фоторезиста от партии к партии.

Этот фактор обеспечивает стабильность производственного процесса. Мы гарантируем воспроизводимость параметров наших фоторезистов на уровне западных стандартов  $\pm 3\%$ .

### 3. Обеспеченность вспомогательными материалами.

Мы поставляем предприятиям в комплекте с фоторезистами фирменные проявители, сниматели, разбавители, адгезивы. Использование вспомогательных растворов

позволяет упростить и стандартизировать технологические стадии фотолитографического процесса.

#### 4. Цена фоторезиста

В общем случае затраты на фоторезист в микроэлектронике редко превышают **5%** от стоимости конечного изделия. По этой причине цена фоторезиста слабо влияет на цену произведенной интегральной схемы или транзистора. Так, например, если цена фоторезиста уменьшается **в два раза**, то цена конечного изделия уменьшается максимум на **2,5%**. В то же время, если выход годных изделий уменьшается **в два раза** из-за нестабильного фоторезиста, то цена конечного изделия возрастает уже **на 200%**!

## ИНСТРУКЦИИ

### I. ОБЩАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ

- ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖКИ

Если поверхность кремния сильно загрязнена, приходится использовать сильнодействующие кислоты <http://frast.ru/podl.html>. Для подложек со свежоокисленным кремнием достаточно подложку непосредственно перед нанесением фоторезиста прогреть при 200 °С в течение 30 минут и охладить до комнатной температуры.

- НАНЕСЕНИЕ НА ПОДЛОЖКУ

*Внимание! Перед нанесением на подложку раствор фоторезиста необходимо выдержать в климатических условиях гермозоны минимум 2 часа.*

В зависимости от размера подложки распределить 3-5 мл фоторезиста по поверхности подложки и дать растечься в течение 2 сек. Привести во вращение центрифугу до 3000 об/мин. Центрифуга должна обеспечивать достижение скорости вращения 3000 об/мин максимум за 0,3 сек.

*Внимание! скорость вращения центрифуги для толстых позитивных фоторезистов типа ФП-25, ФП-201 указана в технических условиях.*

Время центрифугирования составляет 25-30 сек. На подложке формируется пленка фоторезиста.

- ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СУШКА ПЛЕНКИ ПЕРЕД ЭКСПОНИРОВАНИЕМ

Рекомендуется сушка в термошкафу с принудительной вентиляцией при температуре 95 °С, с контролем температуры в пределах  $\pm 1$  °С. Время выдержки составляет 30 мин.

На промышленных линиях фотолитографии следует подобрать скорость и температуру конвейера так, чтобы обеспечить условия, эквивалентные конвекционному термошкафу.

- ЭКСПОНИРОВАНИЕ

Экспонирование ртутной лампой высокого давления, излучающий в диапазоне ультрафиолетового света 350-450 нм. Время экспонирования зависит от мощности

лампы, от типа установки экспонирования, от времени старения лампы. Целесообразно использовать УФ-дозиметры для контроля интенсивности падающего на подложку УФ-света.

Время экспонирования зависит также от толщины пленки. Следует также иметь в виду, что время экспонирования несколько меняется от партии к партии фоторезиста. На практике, время экспонирования подбирается экспериментально.

- **ПРОЯВЛЕНИЕ**

Рекомендуется проявитель УПФ-1Б для максимального контроля над процессами экспонирования и проявления. Важно подчеркнуть, что время проявления не должно превышать 45 сек. Если пленка не проявляется в течении 45 сек, следует увеличить время экспонирования.

- **ТЕРМООБРАБОТКА ПОСЛЕ ПРОЯВЛЕНИЯ (ТЕРМОЗАДУБЛИВАНИЕ)**

Термообработка необходима для увеличения стойкости пленки фоторезиста в процессах жидкостного и сухого травления.

Рекомендуются термообработка в термическом шкафу конвекционного типа с принудительной вентиляцией при температуре 120 - 125 °С. Время выдержки: 30 мин. Для более сильных травителей возможно повышение температуры задубливания до 135 °С.

- **СНЯТИЕ ПЛЕНКИ**

Для удаления пленок позитивных фоторезистов рекомендуется экологически безопасный сниматель СПР-01Ф или кислородная плазма.

- **МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ, КЛАСС ОПАСНОСТИ, УТИЛИЗАЦИЯ**

В соответствии с техническими условиями и сертификатом безопасности на соответствующий фоторезист.

- **ХРАНЕНИЕ**

Хранить фоторезист в сухом помещении при температуре в пределах 10-21 °С в исходных, плотно закрытых, коричневых стеклянных бутылках. Гарантийный срок хранения зависит от марки фоторезиста и указывается в паспорте.

- **ПЕРЕВОЗКА ФОТОРЕЗИСТА**

Перевозка наших фоторезистов разрешается исключительно в фирменной, четырехслойной, безопасной упаковке для фоторезистов. Данная упаковка выдерживает однократное падение с высоты 80 см.

## **II. ОБЩАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ ФН-11С<sub>н</sub>/К<sub>н</sub>/ФД/МФ**

- **ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖКИ**

Если поверхность кремния сильно загрязнена, приходится использовать сильнодействующие кислоты сайт <http://frast.ru/podl.html>. Для подложек со свежоокисленным кремнием достаточно подложку непосредственно перед нанесением



фоторезиста прогреть при 200 °С в течение 30 минут и охладить до комнатной температуры.

- НАНЕСЕНИЕ НА ПОДЛОЖКУ

*Внимание! Перед нанесением на подложку раствор фоторезиста необходимо выдержать в климатических условиях гермозоны минимум 2 часа.*

В зависимости от размера подложки распределить 3-5 мл фоторезиста по поверхности подложки и дать растечься в течение 2 сек. Привести во вращение центрифугу до 1000 об/мин. Время центрифугирования составляет 25-30 сек. На подложке формируется пленка фоторезиста.

- ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СУШКА ПЛЕНКИ ПЕРЕД ЭКСПОНИРОВАНИЕМ

Рекомендуется сушка в термошкафу с принудительной вентиляцией при температуре 95 °С, с контролем температуры в пределах  $\pm 1$  °С. Время выдержки составляет 30 мин.

На промышленных линиях фотолитографии следует подобрать скорость и температуру конвейера так, чтобы обеспечить условия, эквивалентные конвекционному термошкафу.

- ЭКСПОНИРОВАНИЕ

Экспонирование осуществляется лампой, излучающей в диапазоне света 300-400 нм. Время экспонирования зависит от типа источника экспонирования, величины освещенности, материала фотошаблона и толщины пленки фоторезиста. Оптимальное время экспонирования подбирается экспериментально. Справочные данные: при использовании в качестве источника облучения лампы ДРШ-350 и освещенности на пластине 40.000 - 50.000 люкс время экспонирования составляет 5-20 сек.

*Внимание освещенность в плоскости экспонирования должна быть не менее 40.000-50.000 люкс!*

- ПРОЯВЛЕНИЕ

После экспонирования пленку проявляют в течение 30-120 сек. Для чистого проявления рекомендуется использовать проявители для негативных фоторезистов УНФ-01 или УНФ-02. На проявленных элементах не должно оставаться следов фоторезиста.

- ОПОЛАСКИВАНИЕ

Проявленную пленку ополаскивают в чистом о-ксилоле) и затем в изопропиловом спирте.

- ЗАДУБЛИВАНИЕ

Проявленную пленку фоторезиста задубливают при температуре 120 °С в течение 30 мин.

- ТРАВЛЕНИЕ

Травитель и время травления подбирается экспериментально для каждого конкретного материала.

- СНЯТИЕ ФОТОРЕЗИСТА

Для снятия сильно задубленных пленок негативных фоторезистов используется жидкость "Форсан-2". Если задубливание пленки негативного фоторезиста не проводилось, то можно использовать для снятия нагретый о-ксилол в соответствии техникой 4-х ванн.

*Примечание:* Отдельные стадии фотолитографии могут варьироваться в зависимости от конкретных технологических условий.

### **III. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ФОТОРЕЗИСТА ФПН-20-ИЗО. ТЕХНИКА ВЗРЫВНОЙ (ОБРАЩЕННОЙ) ЛИТОГРАФИИ:**

Принципиальное различие прямой и обращенной литографии заключается в способе формирования рисунка токопроводящего металлического слоя.

В прямой литографии подложка первоначально покрывается слоем металла, а затем на металлический слой наносится пленка фоторезиста. После процессов экспонирования, проявления и травления металлический слой удаляется с незащищенных фоторезистом участков. В технологии обращенной литографии на подложку сначала наносится пленка фоторезиста. После процессов экспонирования и проявления в пленке фоторезиста вскрываются участки, где предполагается осуществить металлизацию подложки. Затем вся поверхность, включая поверхность пленки фоторезиста и вскрытые участки подложки, покрываются металлом. На следующей стадии пленка фоторезиста удаляется с подложки с помощью подходящего растворителя вместе с осажденным на пленку металлом (происходит взрыв пленки металла). Металлический слой сохраняется только на подложке во вскрытых окнах, оставляя желаемый рисунок металлизации. Характерным признаком обращенной литографии является отсутствие стадии травления.

Стандартные позитивные фоторезисты невозможно использовать в обращенной литографии из-за положительного наклона профиля стенок резиста, что обусловлено объемным оптическим эффектом. Ультрафиолетовое излучение при прохождении через пленку поглощается, в результате верхние слои пленки получают более высокую дозу энергии, чем нижние. Вследствие этого верхние слои пленки будут быстрее растворяться в проявителе, профиль резиста становится пологим, уширенным вверху и уменьшенным внизу у основания. Обычно этот положительный наклон составляет 75 - 85 °С в зависимости от условий процесса и характеристик оборудования для экспонирования. При нанесении слой металла осаждается на боковых стенках пленки фоторезиста, что делает затруднительным или невозможным последующее удаление пленки фоторезиста растворением.

Фоторезист ФПН-20-ИЗО обеспечивает отрицательный наклон профиля стенки.

Достигается это с помощью обращения скрытого позитивного изображения. Основные стадии обращения изображения подробно описаны на нашем сайте:

<http://frast.ru/obrlitograf.html#izo>

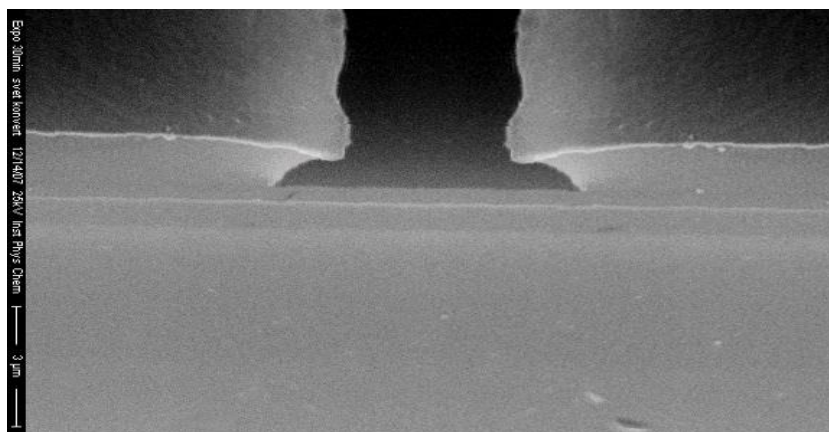


Рис. 7 Фотография пары линий ФПН-20-ИЗО в поперечном сечении, полученная на электронном микроскопе. Хорошо виден отрицательный наклон линий.

### Основные стадии

Технология применения фоторезиста ФПН-20-ИЗО включает восемь следующих основных стадий:

Таблица 49. Основные стадии техники взрывной литографии на фоторезисте ФПН-20-ИЗО

№	НАИМЕНОВАНИЕ СТАДИИ	УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ	ПРИМЕЧАНИЯ
1	Нанесение	3000 об/мин, 40 сек	комнатная температура
2	Сушка	95 °С, 30 мин, конвекционный термошкаф или горячая плита 110 °С, 50 сек	
3	Экспонирование	40-90 мдж/см <sup>2</sup>	подбирается экспериментально
4	Обращение изображения	115-125 °С, 30 мин, конвекционный шкаф	подбирается экспериментально, возможно использование горячей плиты 120 °С, 2 мин
5	Сплошное экспонирование	200-300 мдж/см <sup>2</sup>	экспонируется вся пленка без маски
6	Проявление	45-70 сек	Универсальный буферный проявитель УПБ-1Б (1:3).
7	Нанесение металла	максимально допустимая температура 125°С	необходимо введение дополнительной термообработки пленки после проявления при температуре 125 °С
8	Удаление фоторезиста, взрыв	50-60 °С, 15-30 мин	СПР-01Ф

Список публикаций о применении фоторезиста ФПН-20-ИЗО:

1. Н.И.Батырев, Е.А. Климанов, В.П.Лисейкин, Д.И. Надров, М.В. Сиднев "Изготовление индиевых микроконтактов с помощью фоторезиста ФПН-20-ИЗО в БИС считывания фотосигнала". Прикладная физика №6, 2012
2. А.В.Желанов, В.Е.Удальцов, А.В.Падорин "Исследование контактной системы Ti/Al/Ni/Au для диодных структур на основе нитрида галлия", Вестник новгородского государственного университета, №60, 2010
3. Д.Е.Кручинин, Е.П.Фарафонтова "Фотолитографические технологии в производстве оптических деталей", Учебное пособие уральского федерального университета, Институт материаловедения и металлургии, 2014

#### IV. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПРОЯВИТЕЛЯ БУФЕРНОГО УПФ-1Б

Проявитель УПФ-1Б является концентратом. Рабочий раствор проявителя УПФ-1Б готовится для конкретной марки фоторезиста путем разбавления дистиллированной или деионизованной водой в соотношении, указанном в таблице номер?

Таблица 50. Степень разбавления проявителя УПФ-1Б.

№	МАРКА ФОТОРЕЗИСТА	ОБЪЕМ ВОДЫ НА 1 Л ПРОЯВИТЕЛЯ, В Л
1	ФП-383	4
2	ФП-05Ф/10Ф/15Ф/20Ф	3
3	ФП-25	4
4	ФП-4-04 мА и В	3
5	ФП-9120	5
6	ФП-9120 экстра	3
7	ФП-617	5
8	ФП-РН-7С	3
9	ФП-РН-7Сэ	4
10	ФП-051К и Т	3
11	ФП-27-18БС	3
12	ФП-051Ш	3
13	Серия ФП-3500	3
14	Серия ФП-2500	3

15	Аэрозольный фоторезист	3
16	Серия AZ-1500	3
17	Серия AZ-4500	3
18	Серия S 1800	3
19	SPR220	3
20	MCPR is 124	3

Таблица 51. Примерное количество пластин, которые можно проявить в одном литре рабочего раствора проявителя УПФ-1Б

Марка фоторезиста	Количество пластин, шт.	
	Диаметр пластины, мм	
	76	100
ФП-383	400	250
ФП-25	60	35
ФП-10Ф	400	250
ФП-15Ф	260	160
ФП-9120-1	400	250
ФП-9120 экстра	400	250

*Безопасность:* Проявитель УПФ-1Б — по пожароопасности и гигиеническим характеристикам является аналогом "стандартного" проявителя (раствора KOH)

## V. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СНИМАТЕЛЯ СПР-01Ф

### *Процедура четырех ванн*

Стадия снятия пленки фоторезиста является исключительно важной. При снятии пленок в растворе снимателя часто образуется полимерная взвесь. Эта полимерная взвесь дает визуально незаметный осадок на подложке, которую очень трудно удалить. Прежде всего, это касается случаев использования в качестве снимателя щелочного раствора, который является плохим растворителем для пленок фоторезистов.

Пренебрежение этим фактором резко уменьшает выход годных изделий.

Методика снятия пленки фоторезиста должна **гарантировать** полное удаление следов полимерной взвеси.

Как правило, используют так называемую четырех ванную процедуру:

В первую и вторую ванны наливается сниматель СПР-01Ф. В первой ванне удаляется основной объем пленки фоторезиста. Во второй ванне удаляются с подложки все следы фоторезиста. Когда первая ванна насыщается взвесью снятых пленок фоторезистов, ванну ополаскивают, в нее заливается свежий раствор снимателя СПР-01Ф, ванны N1 и N2 меняются местами.

В третью ванну наливается изопропиловый спирт класса электронной чистоты. В четвертую ванну наливается деионизованная вода.

Подложка ополаскивается в изопропиловом спирте в третьей ванне, далее подложка ополаскивается деионизованной водой в четвертой ванне и сушится.

Условия безопасной работы со снимателем СПР-01Ф аналогичны условиям работы с органическими растворителями.

Сниматель СПР-01Ф с можно использовать:

- Со всеми отечественными позитивными фоторезистами ФП-383, ФП-25, ФП-4-04 (А,В,С), ФПН-20-ИЗО, ФП-201, ФП-10Ф.ФП-20Ф, ФП-9120, серия ФП-2500, серия 3500 и другими.
- Со всеми импортными позитивными фоторезистами серии S1800 (всех модификаций) SPR-220 (различных толщин), серии SPR-3000, SPR-955 (различных толщин), серии AZ-1500, серии AZ-4500, HiPR 6500 и другими.

В таблице 46 приведены экспериментальные данные по эффективности пленок фоторезистов снимателем СПР-01Ф

Таблица 52. Эффективность снятия пленок фоторезистов снимателем СПР-01Ф

Марка фоторезиста	Температура задубливания, 0С	Время задубливания, мин.	Температура снимателя, 0С	Время снятия, мин	Результат
ФП-27-18БС	120	20	100	10-12	Снятие чистое
ФП-9120	120	10	100	4-5	Снятие чистое
ФП-9120	140	100	120	1,5-2,0	Снятие чистое
S 1813	110	10	100	8-10	Снятие чистое
S 1818	140	10	100	10-12	Снятие чистое
ФП-383	150	30	105	10	Пленка не снялась
ФП-383	140	100	120	1,5	Снятие чистое
ФП-383	130	7	100	3-5	Снятие чистое
ФП-383	120	30	105	5	Снятие чистое
AZnlof	120	20	26	15	Снятие чистое
ФП-4-04Т	120	20	27	1-1,5	Снятие чистое

ФП-4-04Т	150	15	До кипения	10	Пленка не снялась
ФП-25	130	30	110	5	Снятие чистое
ФП-25	140	30	110	10	Пленка не снялась
ФП-20Ф	150	30	110	10	Снятие чистое

## VI. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СНИМАТЕЛЯ СР-13Ф

Сниматель СР-13Ф является универсальным. Он пригоден не только для снятия пленок стандартных позитивных фоторезистов, но также и для снятия пленок фоторезистов для дальнего ультрафиолета и электроннорезистов.

Техника его применения ничем не отличается от описанной выше процедуры четырех ванн для снимателя СПР-01Ф. Однако могут несколько отличаться температурные режимы и временные интервалы, которые подбираются экспериментально для каждого фоторезиста.

## VII. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УСИЛИТЕЛЯ АДГЕЗИИ СИЛ-А-01

- Подложку следует промыть последовательно ацетоном и изопропиловым спиртом, либо очистить технологией RCA (сайт: <http://frast.ru/podl.html>)
- Для удаления абсорбированной воды подложку необходимо прогреть при температуре 120<sup>0</sup>С в течение 10 минут на горячей плите или в конвекционном термощкафе при 120<sup>0</sup>С в течение 30 минут.
- Подложку следует охладить и укрепить на центрифуге. Агент СИЛ-А-01 распределяется на всю площадь подложки капельным или аэрозольным способом. После этого центрифугу привести во вращение при скорости примерно 3000 об/мин в течение 30 сек.
- Затем подложку выдержать на горячей плите при температуре 120<sup>0</sup>С в течение 2 мин или в конвекционном термощкафу при 130<sup>0</sup>С в течение 10 мин. На этой стадии происходит силилирование поверхностных гидроксильных групп окиси кремния с образованием мономолекулярного гидрофобного слоя.
- Перейти к нанесению фоторезиста сразу после охлаждения подложки и далее как обычно.

*Условия хранения.*

Хранить в сухом месте при 10÷20<sup>0</sup>С в плотно закрытой оригинальной упаковке вдали от окислителей, тепла и источника открытого огня. Не хранить под воздействием солнечного света. Не использовать после истечения срока годности - 6 месяцев. Свойства усилителя адгезии СИЛ-А-01 медленно ухудшаются при контакте с воздухом.

*Утилизация.*

Утилизируют усилитель адгезии СИЛ-А-01 вместе с фоторезистом и другими растворителями. Утилизация совместно с домашними отходами недопустима. Не допускать попадания в канализацию.

**Упаковка:** стеклянная бутылка ёмкостью 1 литр

**Документация:** паспорт безопасности на усилитель адгезии СИЛ-А-01

## **VIII. КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПРОДУКТА НХД-16Ф**

Хинондиазид-16Ф является основным светочувствительным компонентом позитивных фоторезистов для офсетной печати.

1. **Приготовление** светочувствительного раствора. Растворить "Хинондиазид-27М" в этилцеллозольве или этилцеллозольвацетате. Концентрация раствора "Хинондиазид-16Ф" составляет примерно 20% (по массе). Приготовленный раствор отфильтровать через бумажный фильтр «синяя лента». Для контрастирования пленки фоторезиста на медной подложке платы целесообразно добавить краситель жирорастворимый Orasol в концентрации примерно 0,2% (по массе).
2. **Нанесение.** Фоторезист можно наносить на поверхность подложки центрифугированием, вытягиванием или аэрозольным распылением. Пленку фоторезиста следует высушить на воздухе в течение 10 минут в помещении с желтым светом. При этом на подложке формируется пленка фоторезиста. Затем пленку необходимо подсушить для удаления остаточного растворителя при температуре 90-95 °С в течение 30 минут.
3. **Экспонирование.** Экспонирование сформированной пленки "Хинондиазида - 16Ф" УФ-лампой излучающей УФ-свет в диапазоне 350-450 нм.
4. **Проявление.** Проявляется пленка "Хинондиазида 27М" в 1% растворе едкого калия (КОН) или в проявителе УПФ-1Б.
5. Последующие стадии травления и снятия пленки фоторезиста на основе "Хинондиазида-16Ф» осуществляются точно так же, как указано в инструкции по применению позитивных фоторезистов

**УСТАНОВКА ДЛЯ МИКРОФИЛЬТРАЦИИ      УФР-16,**  
сайт: <http://frast.ru/ustfiltracii.html>

Установка УФР-16 предназначена для работы с жидкими фоторезистами, разбавителями, проявителями, растворными композициями и с другими сопутствующим фотолитографическим процессам растворами, не взаимодействующими с материалами оборудования.

**Установка обеспечивает:**

1. Высококачественную микрофильтрацию непосредственно в зоне нанесения фоторезиста до 0,2 мкм.
2. Простоту сборки, разборки, удобство и надежность при эксплуатации.



3. Широкий выбор стандартных капсульных фильтров для работы с растворами различной вязкости.

Установка незаменима при проведении экспериментальных работ, при производстве мелкосерийных или единичных изделий при работе с дорогими импортными материалами. Установка гарантирует минимальные потери при фильтрации и сохранение высокой чистоты материалов.

## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### СООТВЕТСТВИЕ ИМПОРТНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ

*Таблица 53. Отечественные аналоги импортных фоторезистов.*

Фоторезист импортный	Отечественный аналог
AZ-5214	ФП-20-ИЗО
AZ-1505	ФП-2506
AZ-1512HS	ФП-2514
S1805	ФП-3506
S1809	ФП-3511
S1811	ФП-3513
S1813 SP15	ФП-3515
S1815	ФП-3517
S1818 SP16	ФП-3520
S1828	ФП-3535

### СООТВЕТСТВИЕ НОВЫХ И СТАРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НЕГАТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ И ПРОЯВИТЕЛЕЙ

*Таблица 54. Соответствие новых и старых отечественных негативных фоторезистов и проявителей*

Фоторезист новый	Фоторезист старый	Проявитель	Технические условия
ФН-11Сн	ФН-11С	УНФ-01, ПН-1Ф	ТУ 2378-014-29135749-2010
ФН-11СКн	ФН-11СК	УНФ-01, ПН-1Ф	ТУ 2378-014-29135749-2010

ФН-11С-ФД		УНФ-01, ПН-1Ф	Протокол испытаний
ФН-11С-МФ		УНФ-02МФ	Протокол испытаний

### СООТВЕТСТВИЕ ИМПОРТНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОЯВИТЕЛЕЙ

Таблица 55. Отечественные аналоги импортных проявителей.

Проявитель импортный	Проявитель отечественный	Проявляемые импортные фоторезисты
AZ-303	ПГФ-1А	AZ 111 XFS, серия AZ nLof 20XX
AZ-351B	УПФ-1Б	Серия AZ-1500, серия AZ-4500
AZ-326 MIF	П-238-МФ	Серия AZ-6600, AZ ECI 3000
AZ-726 MIF	ПА-238-МФ	Серия AZ-9200, AZ-15nXT, AZ-125nXT
Microposit 351	УПФ-1Б	Серия S1800
Microposit 303A	ПГФ-1А	SP-25G2
Microposit MF-24A	ПА-218-МФ	Серия 1800, SPR3000
Microposit MF-26A	ПА-236-МФ	Серия 1800
Microposit MF-319	ПА-217-МФ	Серия 1800, SPR3000
Microposit MF-CD-26	ПКР-236-МФ	Серия 1800, SPR3000
Developer XP SU-8	ПрФ-131	Microchem SU-8 серии 2000

### СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ПОЗИТИВНЫХ ФОТОРЕЗИСТОВ

Спектры поглощения позитивных фоторезистов на основе нафтохинондиазидов качественно одинаковы в области длин волн 350-450 нм.

На рис. 6 представлен стандартный спектр поглощения позитивных фоторезистов примере фоторезиста ФП-383. Спектр поглощения фоторезиста наложен на спектр излучения ртутной лампы *среднего* давления. Линии излучения ртутных ламп *высокого* и *сверхвысокого* давления несколько уширены, но максимумы сохраняются.

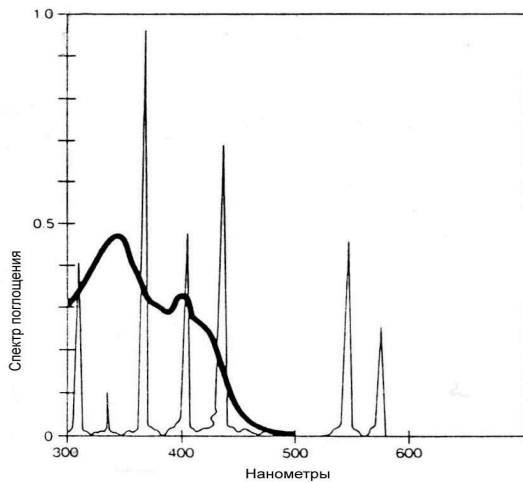


Рис. 8. Спектр поглощения позитивных фоторезистов.

### СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ РТУТНЫХ ЛАМП

В установках экспонирования фоторезистов используются в основном ртутные или ртутно-галогидные шаровые лампы, спектр излучения которых представлен на рис.7. В таблице 51 приведены ориентировочные данные по энергии излучения этих ламп на длинах волн i-линии (365 нм), h- линии (400 нм) и g- линии (436 нм). На рис.8 представлен спектр излучения трубчатых ртутных ламп типа ДРГТ и ДРТИ. Спектры излучения импортных ртутных ламп представлены на рис.9.

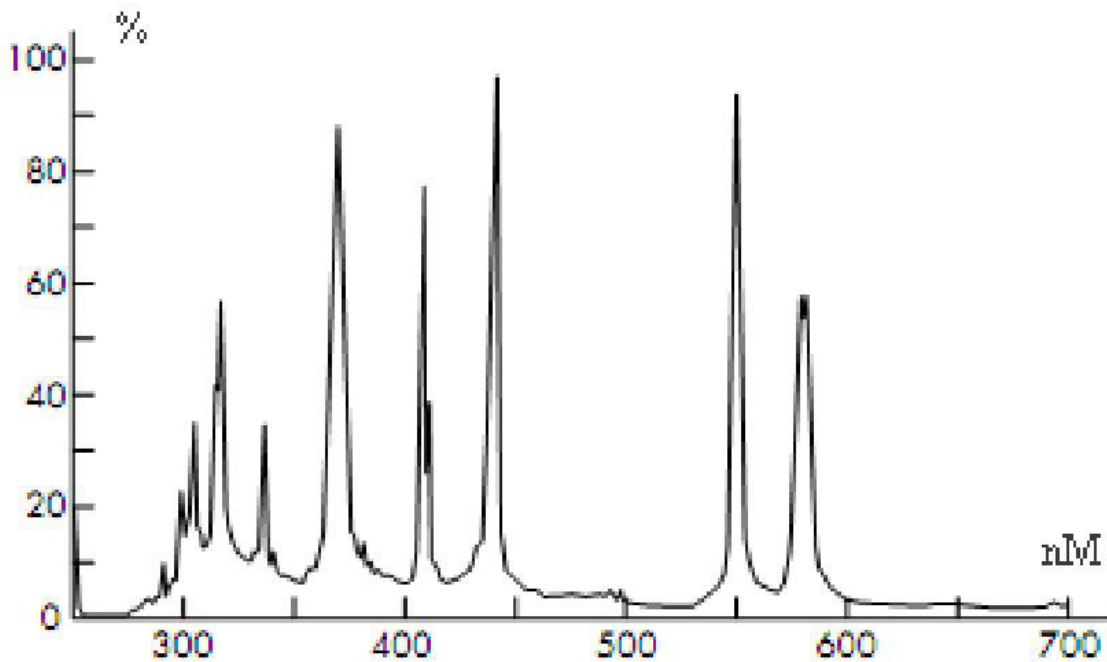


Рис.9. Спектр излучения ртутных шаровых ламп.

Таблица 56. Энергии излучения ртутных шаровых ламп на длинах волн *i*-, *h*- и *g*-линий.

Модель лампы	Диапазон 360÷370 нм	Диапазон 400÷410 нм	Диапазон 430÷440 нм
ДРШ 350-1М (мкВт/см <sup>2</sup> )	135	75	118
ДРШ 500М (мкВт/см <sup>2</sup> )	220	100	160
ДРКс-500М (мкВт/см <sup>2</sup> )	200	85	130
ДРКс-1500М (мкВт/см <sup>2</sup> )	470	230	360

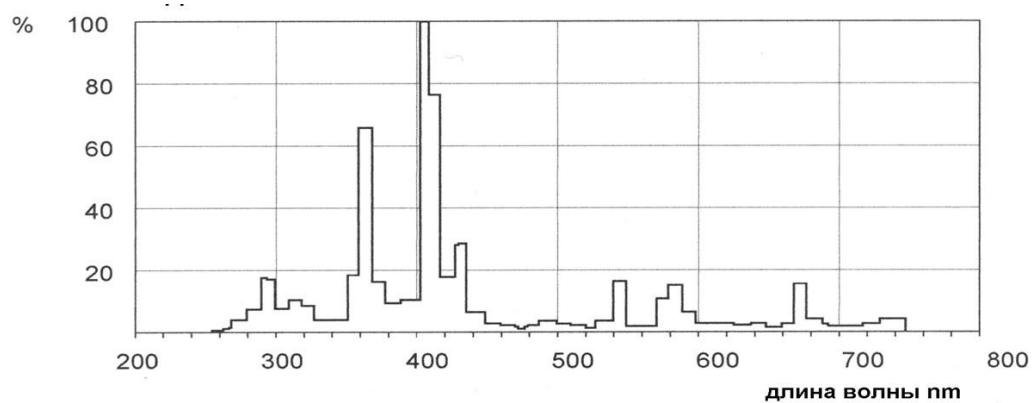


Рис.10. Спектр излучения трубочатых ртутных ламп типа ДРТГТ и ДРТИ.

## Spectramatch Lamps

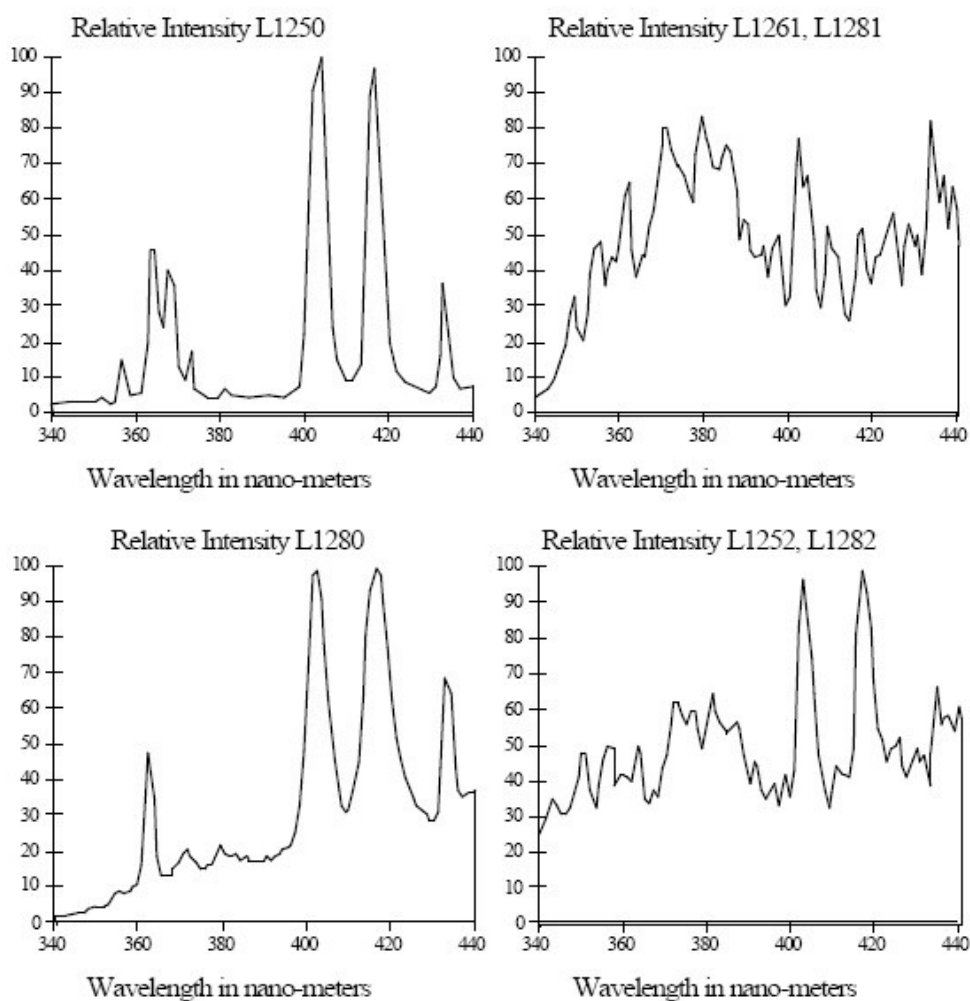


Рис. 11. Спектры излучения импортных ртутных ламп.

## ТРАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Таблица 57. Травление металлов, кремния и окиси кремния <http://frast.ru/travlenie.html>

Материал	Применение	Рекомендуемый фоторезист	Раствор травителя
Алюминий и его сплавы	Логотипы, именные пластины, шкалы	ФН-11СКн	Раствор едкого калия, хлорное железо при концентрации 36÷42 <sup>0</sup> Be
Стекло, травление тонких линий	Точные шкалы, сетки	ФП-383, ФП-25	1HF+5NH <sub>4</sub> F+5H <sub>2</sub> O
Ковар	Фотохимическое травление	ФП-27-18БС, ФП-20Ф, ФП-25, пигментная	Хлорное железо при концентрации 42 <sup>0</sup> Be

		бумага	
Медь и сплавы	Именные пластины, чеканка, валы для глубокой печати	ФП-27-18БС, ФП-20Ф, ФП-25, пигментная бумага	Хлорное железо при концентрации 36-42 <sup>0</sup> Be
Магний	Именные пластины, формные пластины, декорирование	ФП-27-18БС, ФП-383, ФП-25	20% раствор азотной кислоты с добавками ПАВ
Никель и магнитные сплавы никеля	Производство небольших формных пластин	ФП-383, ФП-25, ФП-20Ф	Хлорное железо при концентрации 36-42 <sup>0</sup> Be
Платина	Тонкослойные переключатели, поверхностная работа на ювелирных изделиях	ФП-27-18БС, ФП-20Ф, ФП-25, пигментная бумага	3 части соляной кислоты + 1 часть азотной кислоты (царская водка)
Нержавеющая сталь	Фотопроизводство небольших формных пластин, именные пластины, шкалы, декорирование	ФП-27-18БС, ФП-20Ф, ФП-25,	1NF+1HNO <sub>3</sub>
Сталь	Штампы, производство небольших формных пластин	ФП-27-18БС, ФП-20Ф, ФП-25, пигментная бумага	Хлорное железо при концентрации 36-42 <sup>0</sup> Be
Титан	Фотопроизводство небольших формных пластин	ФП-27-18БС, ФП-25	Плавиновая кислота; аммоний фторид 4-6%
Цинк	Именные пластины, шкалы, фотопроизводство небольших формных пластин; клише	ФП-27-18БС, ФП-25	1HNO <sub>3</sub> +1H <sub>2</sub> O
Серебро	Работа на ювелирных украшениях	ФП-383, ФП-25, ФП-М-09	1NH <sub>4</sub> OH+1H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +4CH <sub>3</sub> OH
Вольфрам	Травление тонких пленок с подложек	ФП-383, ФП-25, ФП-М-09	1NH <sub>4</sub> OH+2H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Кремний	Мезо структуры		HF+HNO <sub>3</sub> +CH <sub>3</sub> COOH + H <sub>2</sub> O
Окись кремния	Производство полупроводниковых структур		NH <sub>4</sub> F+HF+H <sub>2</sub> O

**Технические условия и сертификаты безопасности** представлены на нашем сайте:  
<http://frast.ru/dokument.html>

По вопросам приобретения материалов обращаться в ООО «Фраст-М»

Адрес: г. Москва, 124460, г. Москва, г. Зеленоград.

ул. конструктора Гуськова, д. 3 стр. 6.

Телефон мобильный 8-916-156-46-04

Телефон: +7 (499) 968-5679,

Телефон/факс: +7 (495) 981-6176.

E-mail: [\*\*info@frast.ru\*\*](mailto:info@frast.ru)

Web: [\*\*www.frast.ru\*\*](http://www.frast.ru)