

По данным РАМН, ежегодно в России заболевают раком молочной железы около 50 тыс. женщин. Из них 3000 в Москве, 2000 — в Санкт-Петербурге, 45000 — в регионах. В развитых странах мира именно **маммография** (а не флюорография) является массовым профилактическим обследованием. При регулярном проведении маммографии удельный вес ранних, излечимых, форм опухоли увеличивается с 20 % почти до 80 %.

Сегодня большинство современных маммографов оснащено штативами, способными выполнить снимок молочной железы при вертикальном расположении пациентки. Та часть штатива, которую можно назвать С-дугой, может вращаться вокруг оси. Сама С-дуга может двигаться по вертикали (в зависимости от роста пациентки). Некоторые специалисты отвергают вертикальное позиционирование пациентки в пользу горизонтального. Теория утверждает, что грудная мышца движется при вертикальном положении пациентки, а это приводит к нечеткости изображения. Эта проблема решается в обычных маммографах уменьшением времени экспозиции или усилением компрессии.

При маммографии используется низкоэнергетический диапазон рентгеновского излучения, при этом **анодное напряжение** изменяется в диапазоне от 15 до 40 кВ. В этом диапазоне при минимальной дозе, получаемой пациенткой, достигается максимальное отличие в рентгеновском изображении патологических и нормальных тканей. На получение качественного изображения влияют пульсация анодного изображения, материал анода и фильтра, размер фокуса.

Современное **рентгеновское питающее устройство (РПУ)** для маммографии обеспечивает шаг изменения напряжения — 1 кВ в диапазоне 15–40 кВ и произведения тока на время экспозиции до 600 мАс при длительности экспозиции от 0,01 до 6 сек.

В последнее время получили распространение **высокочастотные питающие устройства (частота инвер-**

## ОБЗОР РЫНКА РЕНТГЕНОВСКОЙ ТЕХНИКИ. МАММОГРАФЫ

**И.В. КРЫМИН,**  
коммерческий директор ОАО «Севкаврентген»

**тора 100 кГц**), что обеспечивает практически полное отсутствие пульсаций анодного напряжения и, соответственно, уменьшает количество рассеянного излучения.

В маммографии применяются **микрофокусные трубки (0,1 и 0,3 мм)** с вращающимся анодом. Минимальная теплостойкость анода не должна быть ниже 300 тепловых единиц (кНУ). Рентгеновская трубка находится внутри излучателя с бериллиевым окном. Для **дополнительной фильтрации** рентгеновского излучения применяют молибденовые (Mo), алюминиевые (Al) и родиевые (Rh) фильтры. Фильтры срезают низкоэнергетическую часть спектра, которая не участвует в образовании рентгеновского изображения на пленке. Для уменьшения доли рассеянного излучения в формировании изображения используют растр.

На сегодняшний день распространены такие **сочетания материала анода и фильтра**: молибден/молибден, вольфрам/молибден, вольфрам/родий, молибден/родий, родий/родий. При маммографии молочная железа сильно сжимается компрессионными лопатками. При компрессионной толщине молочной железы от 2,5 до 4,5 см оптимально использовать сочетание молибден/молибден, вольфрам/молибден. В последнем случае доза при обследовании меньше и рентгеновская трубка работает в облегченном термальном режиме. Сочетание молибден/родий и родий/родий целесообразно использовать при компрессионной толщине молочной железы от 4,5 до 6 см.

Все современные производители предлагают устройства **автоматической экспонометрии (АЭ)**, которые способны прекратить экспозицию при

достижении определенной дозы. В качестве рентгеновского датчика в таких системах используют **полупроводниковый детектор (ППД)** или **набор фотодиодов**. Существуют два метода проведения съемки с экспонометром. В первом рентгенолог выбирает кВ для обследования, а экспонометр контролирует количество мАс. Во втором случае происходит предварительная экспозиция, и экспонометр выбирает кВ и мАс для автоматического обследования. Самые сложные системы контроля экспозиции могут автоматически подобрать подходящий фильтр.

На **качество изображения** при маммографии влияют следующие геометрические факторы: размер фокального пятна, расстояние фокус/пленка и расстояние объект/пленка. Чем меньше фокус, тем мельче минимально различимый объект. Чем больше расстояние фокус/пленка, тем четче изображение, но увеличение этого расстояния требует увеличения силы тока. Обычно диапазон этого параметра составляет от 30 до 80 см. Чем меньше расстояние объект/пленка, тем лучше изображение. Увеличение расстояния объект/пленка используют для получения увеличенных изображений молочной железы, что иногда освобождает от необходимости делать биопсию.

**Маммографическая пленка** отличается мелкозернистой эмульсией, фоточувствительной в зеленой области спектра. Для обработки пленки рекомендованы проявочные машины.

В России выпускался и до сих пор используется маммограф «**Электроника**» производства **ПО «Светлана»** (Санкт-Петербург). С современной точки зрения, он не выдерживает никакой критики и давно снят с производства, но в свое время этот аппарат

сыграл важную роль в становлении отечественной системы профилактики РМЖ. В нем использована остроумная система вакуумного прижима пленки к кассете, специальная отечественная маммографическая рентгеновская трубка с вращающимся молибденовым анодом.



Маммограф «Planmed Sophie» (Финляндия)

В 1994–95 гг. была совершена попытка создать новую модель отечественного маммографа **5M2**, но в это время правительство подписало контракт с фирмой «Филипс» и в г. Истра была налажена сборка аппарата «Маммодиагност», ныне **МД-РА**, производства **ТМО НИИЭМ**. За последние годы было собрано около 400 маммографов **МД-РА**, что не могло удовлетворить существующий на эти аппараты спрос.

К 2002 году поставки **МД-РА** стали уменьшаться и **ЗАО «Медицинские технологии»** (г. Москва) наладило сборку маммографов **Маммо-МТ** из импортных комплектующих.

На сегодняшний день лидером по продажам среди импортных маммографов является аппарат «Альфа СТ» производства фирмы «Инструментариум» (Финляндия).

Отметим несколько видов маммографов, присутствующих на российском рынке: **Senograph 700T** («Дженерал Электрик», США) стоимостью **137.600 \$**, **Planmeca Sophie** — **89.000 \$**, **IT Mammo** («ИталРей») — **87.300 \$**, **Melody** («Вилла», Италия).

На начало 2003 г. в ЛПУ России насчитывалось **1 132** маммографа (из них **55%** типа «Электроника», не соответствующих современным технологическим требованиям), что составляет **3,5%** от общего числа рентгенодиагностического оборудования.

Сравнительные характеристики маммографов приведены в таблице.

Использованы материалы В.В. Уварова и зарубежная литература

Таблица 1.1.

Сравнительные характеристики маммографов

Модель	Альфа СТ	Маммо-МТ	МД-РА (Маммо-диагност)	Mammomat 1000	Melody
Производитель	«Инструментариум», Финляндия	ЗАО «Медицинские технологии»	ТМО НИИЭМ, Россия	«Сименс», Германия Россия	«Вилла», Италия
Тип РПУ - диапазон кВ - диапазон мАс - время экспозиции, с	в/частот. 3,6 кВт 20-35 4-600 0,05-6	в/частот. 2,5 кВт 22-35 1,7-480 0,1-5	в/частот. 3,3 кВт 20-49 5-600 0,5-6	в/частот. 22-35 2-600 0,1-4	в/частот. 21-35 2-640 -
Экспонометр - контролируемые параметры - количество сочетаний экран/пленка	ППД время, кВ, компрес. толщ. 42	фотодиоды время, кВ, 9	автомат - -	- - -	автомат - -
Рентгеновская трубка - тип анода - теплоемкость, кНУ - комбинация анод/фильтр - размер фокальных пятен, мм	Мо, вращающ. 300 Мо/Мо, Мо/Rh 0,1 и 0,3	Мо, вращающ. 300 Мо/Мо, Мо/Rh 0,1 и 0,3	Мо, вращающ. 270 Мо/Мо, Мо/Rh 0,1 и 0,3	Мо, вращающ. 162 - 0,1 и 0,3	Мо, вращающ. - - 0,1 и 0,3
Движения штатива - повороты, град - вертикальное, см - фокус/пленка, см	-135/+180 118 60	-165/+185 75 65	-115/+180 - 72	-135/+180 65-135 66	- - -
Растр	5:1, 36 лин/см	5:1, 36 лин/см	5:1	-	-
Устройство увеличения изображения	1,6; 1,8; 2	1,5	-	-	1,5; 2
Габариты, см	224x30x92	196x65x152	199x132x188	-	-
Вес, кг	240	320	545	-	-
Цена, USD	65.000 115.000*	55.700	80.000	-	90.000

\* с устройством для биопсии

Таблица 1.1.

**Сравнительные характеристики маммографов**

Модель	Lorad M-III	Sylvia	Mediman HFG	Senograph 700 T	Planmed Sophie
<b>Производитель</b>	«Лорад», США	«Джилардони», Италия	«Медикор», Венгрия	GE, США	Финляндия
<b>Тип РПУ</b>	3,0 кВ	в/частот.	в/частот.	3,0 кВ	в/частот.
- диапазон кВ	22-34	21-35	5,0 кВт 23-40	–	20-35
- диапазон мАс	–	–	4-720	–	–
- время экспозиции, с	0,1-5	–	–	–	–
<b>Экспониметр</b>	автомат/ полуавт.	автомат	автомат	автомат	автомат
- контролируемые параметры		время, кВ, мА	время, кВ	время, кВ	время, кВ
- количество сочетаний экран/пленка		14			
<b>Рентгеновская трубка</b>					
- тип анода	Мо, вращ.	Мо, вращ.	Мо, вращ.	Мо, вращ.	Мо, вращ.
- теплоемкость, кНУ	300	–	–	–	–
- комбинация анод/фильтр	Мо/Мо	Мо/Rh	Мо/Мо	Мо/Мо, Мо/Rh	Мо/Мо, Мо/Al
- размер фокальных пятен, мм	0,1 и 0,3	0,1 и 0,3	0,1 и 0,3	0,1 и 0,3	0,1 и 0,3
<b>Движения штатива</b>					
- повороты, град	-165/+185	±180	-135/+180	–	-135/+180
- вертикальное, см	–	82	–	–	75-135
- фокус/пленка, см	65	65	60	66	–
<b>Растр</b>	5:1	–	5:1	–	5:1
<b>Устройство увеличения изображения</b>	–	1,5; 2	–	1,5; 1,8	1,8
<b>Габариты, см</b>	192x64x150		275x160x140	870x1940	
<b>Вес, кг</b>	297		310	–	–
<b>Цена, USD</b>	<b>75.000</b>		<b>92.000</b>	<b>137.600</b>	<b>89.000</b>