

PERSONAL MONITORING FILM (PMF)

ПЛЕНКА ДЛЯ ЛИЧНОЙ ДОЗИМЕТРИИ

FOMA PMF – это комплект двух пленок, предназначенных для личной дозиметрии гамма-излучения, рентгеновского излучения и электронов:

FOMA DF10 далее «DF10» – это высокочувствительная пленка на синей полиэтилентерефталатной основе, покрытой эмульсией с обеих сторон

FOMA DF2 далее «DF2» – это низкочувствительная (аварийная) пленка.

Пленка производится в размере 3 x 4 см (согласно ИСО 3665). Одна упаковка содержит 150 шт комплектов фильмов DF10 + DF 2, упакованных во влагонепроницаемых и светонепроницаемых упаковках.

Пленка помещается в дозиметрические кассеты и в зависимости от способа обработки позволяет измерять личные эквиваленты дозы фотонного излучения в диапазоне энергии 15 keV - 6 MeV в пределах 0,1 mSv – 2 Sv.

Освещение темной комнаты

Учитывая высокую чувствительность пленки, необходимо обрабатывать ее при косвенном красном освещении (фильтры Agfa R1 или R4), лампочка 25 Вт, мин. расстояние 75 см от пленки.

Обработка

Для обработки дозиметрической пленки FOMA PMF рекомендуется использовать порошковые рентгеновские проявители FOMA DP с регенератором FOMA DP-R и быстродействующим фиксажем FOMAFIX P с регенератором. Между проявлением и фиксированием рекомендуется включить слегка кислый останавливающий раствор.

Пленка обрабатывается при температуре 19–21 °C, время проявления зависит от концентрации проявителя, его температуры и интенсивности обмена раствора. Оно должно быть установлено экспериментально – обычно колеблется между 5 – 7 минутами.

Упаковка

Пленка производится в размере 3x4 см (согласно с ИСО 3665). Одна упаковка содержит 150 шт влагонепроницаемых пакетов из ПВХ.

Хранение

Рекомендуется хранить пленку при температуре до 25°C, относительной влажности макс. 60 %, помимо воздействия ионизирующего излучения и агрессивных газов. Если разница в температуре хранения и температуре использования превышает 15°C, надо акклиматизировать пленку как минимум 3 часа.

Дозиметрические характеристики пленки и их оптимизация

Основной дозиметрической характеристикой является зависимость оптической плотности пленки от дозы ионизирующего излучения, которая в отличие от видимого света уже у минимальных величин доз линейная. При использовании пленки в личной дозиметрии ионизирующего излучения согласно международным рекомендациям ICRP 60 и ICRP 75 уместно, чтобы минимальная измеримая величина дозы была около 0,1 mSv. С пленкой «DF10» таких величин можно достичь выбором пригодных условий проявления экспериментальным путем таким образом, что комплект дозиметрической пленки облучится гамма-излучателем (Cs-137 или Co-60) кермой в воздухе в диапазоне от 0,1 mGy до 40 mGy и эта пленка проявится вместе с необлученной пленкой (вуаль или же фон) в данном устройстве в течение различных промежутков времени (около 5 - 7 мин.). Оптимальное время проявления устанавливается так, чтобы у высокочувствительной пленки «DF10» оптическая плотность фона (вуали) увеличенная на 4 σ фона отвечала керме в воздухе ниже чем 0,1 mGy (отсчитано из калибровочной кривой для гамма-излучения).

На рисунке Но. 1 указана калибровочная кривая, т.е. зависимость оптической плотности от дозы ионизирующего излучения у пленки «DF10» и гамма-облучение Cs-137 при оптимальной обработке, проведенной в Общегосударственной службе личной дозиметрии («CSOD, s.r.o.», Чешская республика).



Минимальная измерительная доза составляет 0,08 mSv ($\pm 30\%$) и при величинах с 0,2 mSv ошибочность измерения лучше чем $\pm 15\%$, поэтому рекомендации ICRP 60 и ICRP 75 соблюдены с большим резервом (ошибочность -33% – +50% в области годового лимита дозирования). На рисунке Но. 2 указана соответствующая зависимость для рентгеновского излучения с энергией 49 keV (около 70 kV + 0,5 мм Cu).

На рисунках Но. 3 и 4 указаны калибровочные кривые для аварийной пленки «DF2» для гамма-излучения или же рентгеновского излучения с максимальным действием (49 keV), а именно для условий проявления, установленных для высокочувствительных пленок «DF10» в качестве оптимальных. Из рис. 1 и рис. 3 очевидно, что объемы доз гамма-излучения навязывают друг на друга с большим резервом, верхний предел измерения является выше чем 1 Gy. Сокращением времени проявления на 50 % можно с пленкой «DF2» измерять дозы величиной минимально 2 Gy, однако при повышении нижнего предела измерительных доз.

Влиянием энергетической зависимости пленок, которая для пленки «FOMA» указана на рис. Но. 5, для рентгеновского излучения с энергией 49 keV (около 70 kV + 0,5 мм Cu) является чувствительность пленки «DF10» приблизительно в 17 раз выше, что заметно при сравнении рис. Но.1 и 2 (или же рис. Но. 3 и 4). По этой причине у пленочной дозиметрии необходимо проводить компенсацию энергетической зависимости одним из публикуемых методов. Метод фильтрационного анализа предоставляет в целом энергетическом диапазоне 15 keV – 6 MeV очень хорошие результаты, что приведено на рис. Но. 5.

Фединг, т.е. потеря оптической плотности с временем после излучения, у пленки «DF10» не превышает 10 % за 3 месяца при условии, что температура среды не выше 30 °C и влажность не превышает 60 %. Компенсацию фединга можно провести правильно выбранной длительностью облучения калибровочной пленки.

Все калибровочные кривые и характеристика энергетической зависимости, (рис. Но. 1 - 5), были измерены Общегосударственной службой личной дозиметрии (CSOD s.r.o., Чешская Республика) в оптимальных условиях обработки.

Приведенные калибровочные кривые служат для основной информации о ходе зависимости оптической плотности от дозы излучения и о возможностях практического применения пленки. Так как на окончательные результаты может влиять способ обработки пленки а также техника измерения оптических плотностей, рекомендуется проверить калибровку в условиях, соответствующих практическому применению пленки.

Примечание: Классификация согласно прежнему стандарту ISO 1757:1996 (этот стандарт был отменен 10-ого мая 2011 г.) сейчас соответствует новому стандарту ISO 1757-3-W-2

Рис. 1 Зависимость оптической плотности от дозы гамма-излучения для плёнки «FOMA DF10»

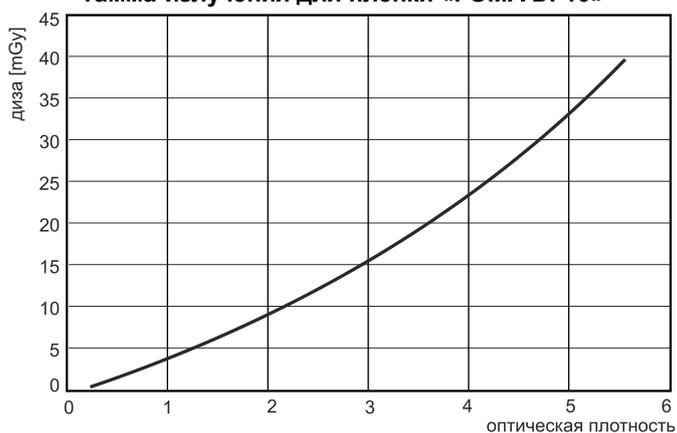


Рис. 2 Зависимость оптической плотности от дозы излучения X (49 keV) для плёнки «FOMA DF10»

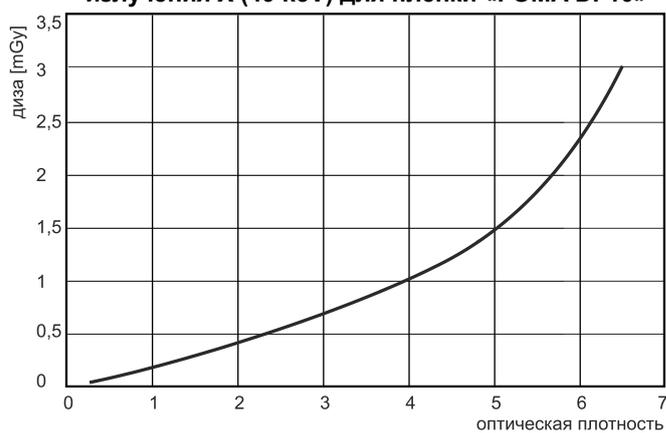


Рис. 3 Зависимость оптической плотности от дозы гамма-излучения для плёнки «FOMA DF2»

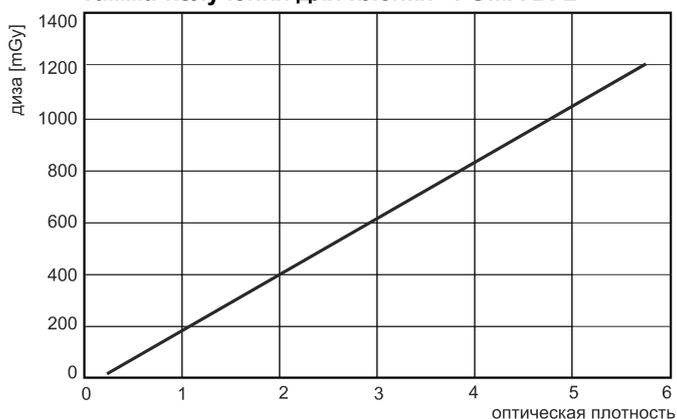


Рис. 4 Зависимость оптической плотности от дозы излучения X (49 keV) для плёнки «FOMA DF2»

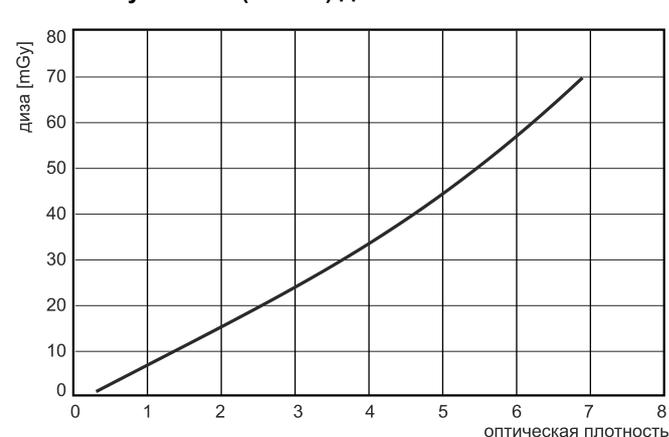
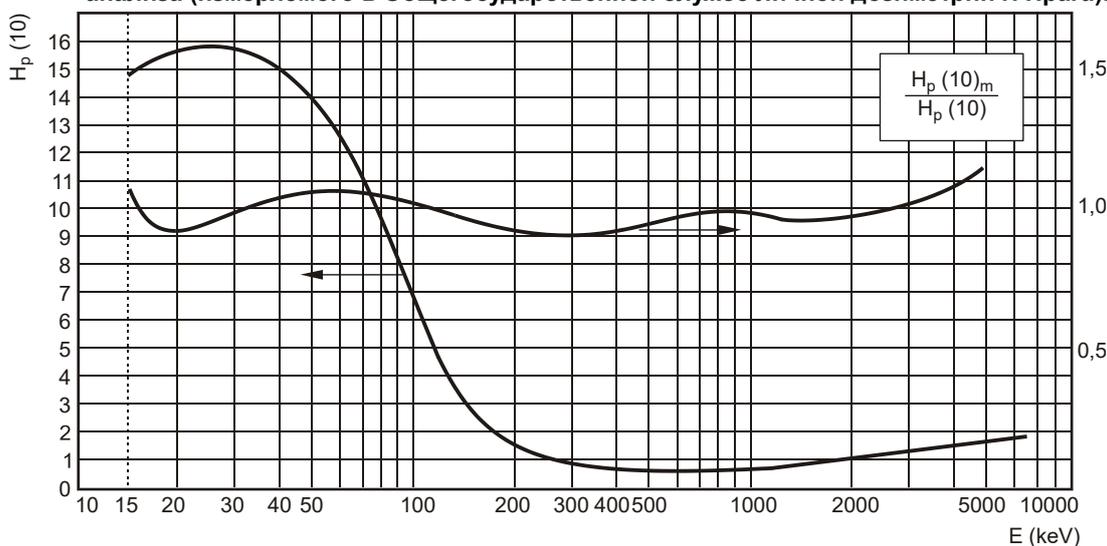


Рис. 5 Энергетическая зависимость плёнки «FOMA DF10» и результаты её компенсации методом фильтрующего анализа (измеряемого в Общегосударственной службе личной дозиметрии г. Прага).



Изделие обозначено маркировкой CE и производится и вводится на рынок согласно системе качества и в соответствии с международными нормами ČSN EN ISO 9001, ČSN EN ISO 13485 (EZÚ Praha).