PERSONAL MONITORING FILM

FILMY PRO OSOBNÍ DOZIMETRII

Charakteristika materiálu
Foma PMF je komplet dvou filmů určených pro osobní dozimetrii záření gama, rtg a elektronů:

Foma DF10 je vysoce citlivý film oboustranně polévaný na modře probarvenou polyethylentereftalátovou podložku,

Foma DF2 je nízkocitlivý (havarijní) film.

Filmy se vyrábějí v rozměru 3 x 4 cm (dle ISO 3665). Jedno balení obsahuje 150 ks kompletů filmů DF10+DF2 světlotěsně zabalených ve vlhkonepropustném obalu.

Filmy se umísťují do dozimetrických kazet a v závislosti na způsobu zpracování umožňují měřit osobní dávkové ekvivalenty fotonového záření v rozpětí energií 15 keV až 6 MeV v rozsahu 0,1 mSv – 2 Sv.

Osvětlení temné komory
Vzhledem k vysoké citlivosti je nutné filmy zpracovávat se zpracovává při nepřímém bezpečném žlutém nebo diodovém osvětlení o vlnové délce 590 nm a vyšší. Délku osvitu a vzdálenost zpracovávaného materiálu od zdroje osvětlení je třeba odzkoušet.

Zpracování
Pro zpracování dozimetrických filmů Foma lze s výhodou použít kapalné rtg vývojky Foma LP-T a rychloustalovač Fomafix. Mezi vyvoláváním a ustalováním je vhodné zařadit mírně kyselou přerušovací lázeň.

Zpracování filmů se provádí při teplotě 19–21 ˚C, doba vyvolávání závisí na koncentraci vývojky, její teplotě a intenzitě výměny roztoku v okolí filmu a musí být stanovena experimentálně – obvykle se pohybuje mezi 5 až 7 minutami.

Adjustace
Film se vyrábí v rozměru 3x4 cm (dle ISO 3665). Jedno balení obsahuje 150 ks vlhkonepropustných dvoulistových paketů z měkčeného PVC.

Skladování
Filmy je třeba uchovávat při teplotě max. 25 °C a rel. vlhkosti max. 60 %, mimo působení ionizujícího záření a agresivních plynů. Je-li rozdíl mezi teplotou skladování a teplotou použití filmů větší než 15 °C, je nutno před použitím nechat film vytemperovat při cílové teplotě po dobu alespoň 3 hodin.

Dozimetrické charakteristiky filmů a jejich optimalizace
Základní dozimetrickou charakteristikou je závislost optické hustoty filmu na dávce ionizujícího záření, která je na rozdíl od viditelného světla již od nejnižších hodnot dávek lineární. Pro účely využití filmů v osobní dozimetrii ionizujícího záření je v souladu s mezinárodními doporučeními ICRP 60 a ICRP 75 vhodné, aby nejnižší měřitelná hodnota dávky byla cca 0,1 mSv. Toho lze s filmy Foma DF10 dosáhnout vhodnou volbou vyvolávacích podmínek experimentálně tak, že se sada dozimetrických filmů ozáří zářičem gama (Cs-137 neb Co-60) kermou ve vzduchu v rozpětí od 0,1 mGy do cca 40 mGy a tyto filmy se vyvolají společně s filmy neozářenými (závoj, resp. pozadí) v daném zařízení po různou dobu (cca 5 až 7 min.).

Optimální vyvolávací doba se stanoví tak, aby pro vysoce citlivý film DF10 odpovídala optická hustota pozadí (závoje) zvětšená o 4 σ pozadí kermě ve vzduchu nižší než 0,1 mGy (odečtěno z kalibrační křivky pro záření gama).



Na obr.1 je uvedena kalibrační křivka, tj. závislost optické hustoty na dávce ionizujícího záření pro filmy DF10 a záření gama Cs-137 při optimálním zpracování provedeném v Celostátní službě osobní dozimetrie (CSOD, s.r.o., Česká republika).

Nejnižší měřitelná dávka je 0,08 mSv (± 30 %) a od hodnot cca 0,2 mSv je nejistota měření lepší než ± 15 %, takže doporučení ICRP 60 i ICRP 75 jsou splněna s velkou rezervou (nejistota -33 % až +50 % v oblasti ročního limitu dávek). Na obr. 2 je uvedena odpovídající závislost pro záření rtg s energií 49 keV (cca 70 kV + 0,5 mm Cu).

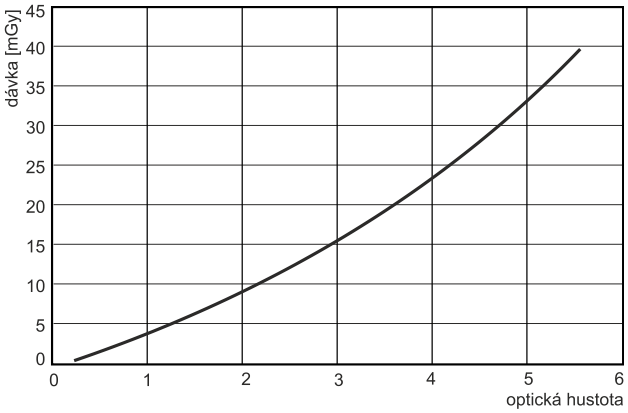
Na obr. 3 a 4 jsou uvedeny kalibrační křivky pro havarijní filmy Foma DF2 pro záření gama, resp. záření rtg s maximální účinností (49 keV), a to pro vyvolávací podmínky stanovené pro vysoce citlivé filmy Foma DF10 jako optimální. Z obr. 1 a obr. 3 je zřejmé, že rozsahy dávek záření gama na sebe navazují s velkou rezervou, horní rozsah měření je vyšší než 1 Gy. Zkrácením vyvolávací doby o 50 % lze s filmy Foma DF2 měřit dávky do hodnoty minimálně 2 Gy, ovšem při zvýšení dolní hranice měřitelných dávek.

Kalibrační křivky uvedené v obrázcích 1–4 představují typický (průměrný) průběh závislosti optické hustoty na dávce záření. Konkrétní hodnoty pro jednotlivé výrobní šarže se mohou v malé míře odlišovat.

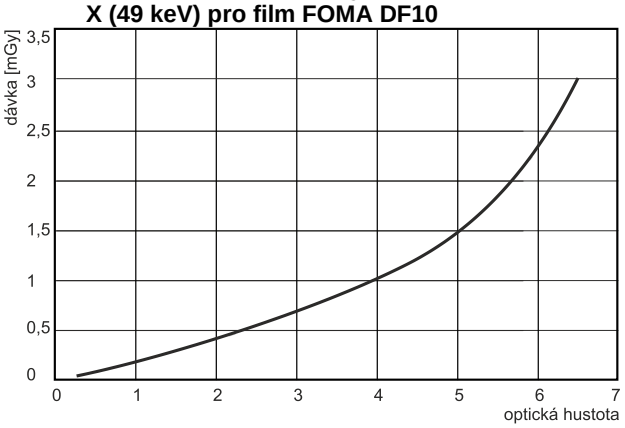
Vlivem energetické závislosti filmů, která je pro filmy Foma uvedena na obr. 5, je pro záření rtg s energií 49 keV (cca 70 kV + 0,5 mm Cu) citlivost filmu DF10 cca 17x vyšší, jak je zřejmé i z porovnání obr. 1 a obr. 2 (resp. obr. 3 a obr. 4). Z těchto důvodů je u filmové dozimetrie nezbytně nutné provádět kompenzaci energetické závislosti některou z publikovaných metod. Metoda filtrační analýzy poskytuje v celém energetickém rozsahu 15 keV – 6 MeV velmi dobré výsledky, jak je také uvedeno na obr. 5.

Fading, tj. úbytek optické hustoty s časem po ozáření, nepřevyšuje u filmů Foma DF10 10% za 3 měsíce, a to za podmínek, že teplota prostředí není vyšší než 30 ˚C a vlhkost nepřevyšuje 60 %. Kompenzaci fadingu lze provést vhodně zvolenou dobou ozáření kalibračních filmů.

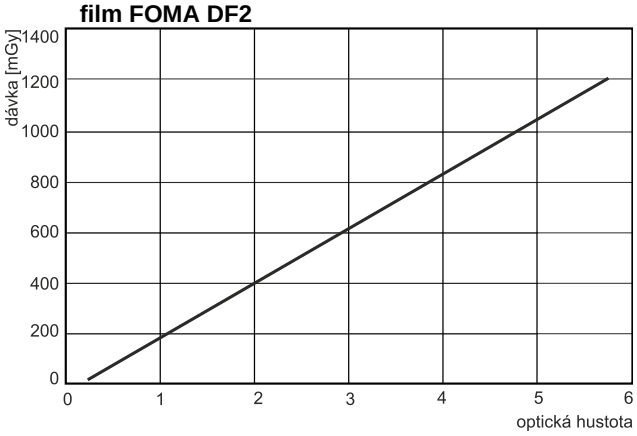
obr. 1 Závislost optické hustoty na dávce záření gama pro film FOMA DF10



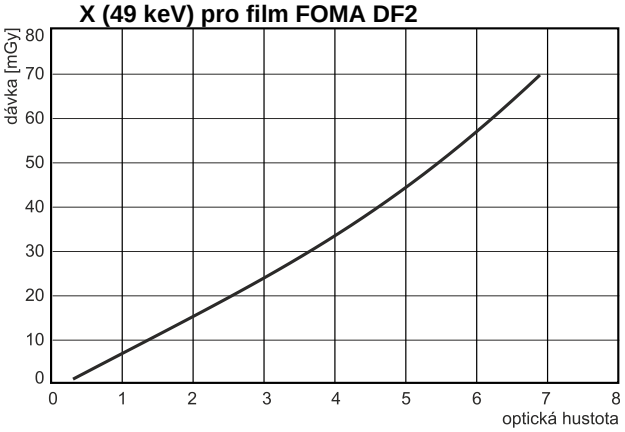
obr. 2 Závislost optické hustoty na dávce záření X (49 keV) pro film FOMA DF10



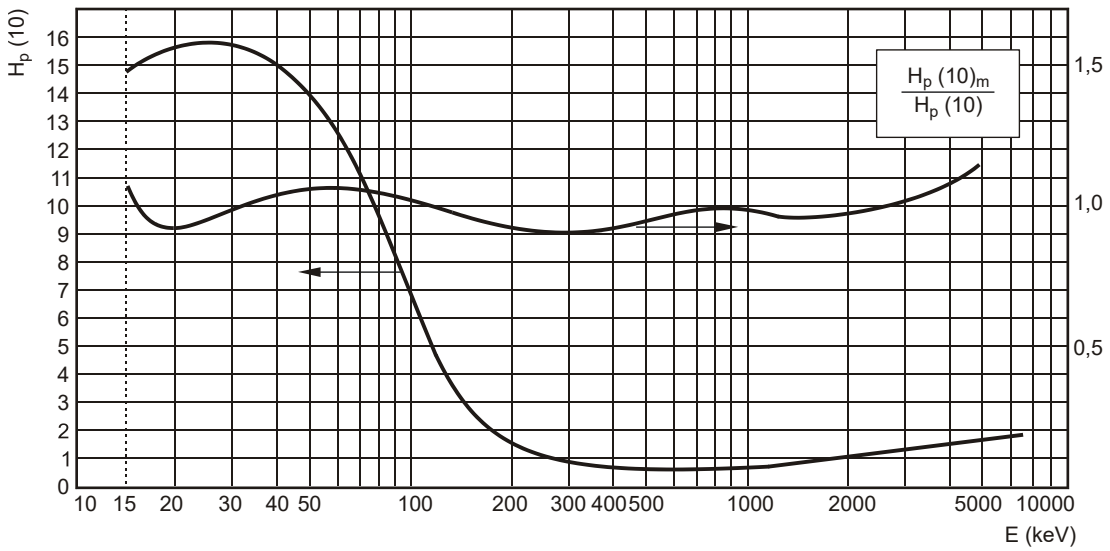
obr. 3 Závislost optické hustoty na dávce záření gama pro film FOMA DF2



obr. 4 Závislost optické hustoty na dávce záření X (49 keV) pro film FOMA DF2



obr. 5 Energetická závislost filmů FOMA DF10 a výsledky její kompenzace metodou filtrační analýzy (měřeno v Celostátní službě osobní dozimetrie Praha).



FOMA
BOHEMIA spol. s r.o.
Jana Krušinky 1737/6
500 02 Hradec Králové
e-mail: tmat@foma.cz
www.foma.cz
tel.: 495 733 124
495 733 111