

Obiektywy z domieszką substancji radioaktywnych

Filip Sala

2 listopada 2011

1 Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie powstało w celu usystematyzowania i ujednoczenia informacji na temat obiektywów zawierających substancje radioaktywne. Podana lista obiektywów jest jedynie kompilacją materiałów znalezionych w sieci. Dane pochodzą z różnych źródeł, których wiarygodność trudno zweryfikować. Różne osoby stosują różne metody oraz urządzenia do pomiaru promieniowania jak również mają różne kryteria oceny. Porównanie tych danych jest często dość trudne, a nierzadko niemożliwe. Opracowanie to ma zatem charakter poglądowy. Podane wartości oraz ocenę radioaktywności należy traktować raczej jako oszacowanie niż jako ścisły pomiar.

2 Skąd pochodzi promieniowanie w obiektywach

Jednym ze źródeł promieniowania w obiektywach są soczewki domieszkowane izotopem toru (Th), bądź też jego tlenkiem. Domieszkowanie dawało możliwość uzyskania wysokiego współczynnika załamania przy jednoczesnym zachowaniu dyspersji na niskim poziomie. Wysoki współczynnik załamania soczewek można by uzyskać również wykorzystując szkło o zwiększonym współczynniku załamania jednak to rozwiązanie wiązałoby się ze zwiększeniem dyspersji, co byłoby bardzo niekorzystne. Najbardziej znanymi przykładami obiektywów, w których wykorzystano tor są Takumar 50mm f1.4 oraz Takumar 55mm f2. Kolejnym źródłem promieniowania, może być izotop lantanu (La) pochodzący ze źle oczyszczonych materiałów wykorzystanych do konstrukcji soczewek. Najczęściej jednak poziom promieniowania jest niewielki z uwagi na znikomą ilość materiału promieniotwórczego.

3 Promieniowanie a bezpieczeństwo

Materiałem wykorzystywanym w domieszkowaniu był głównie tor-232 rozpadający się na drodze tzw. rozpadu alfa (emisja jąder helu ${}^4_2\text{He}$). Promieniowanie to może zostać zatrzymane przez kilka kartek papieru zatem nie stanowi większego zagrożenia dla zdrowia. Większość promieniowania pochłaniana jest przez sam obiektyw. W kolejnych etapach następuje tzw. rozpad beta (β , emisja elektronów). Taki sam proces zachodzi w przypadku rozpadu izotopu lantanu. Promieniowanie takie może zostać zatrzymane przez kawałek płyty aluminiowej, jest ono nieco bardziej przenikliwe niż promieniowanie alfa (α) jednak nadal większość pochłaniana jest przez obiektyw. Największym problemem jest promie-

niowania gamma (γ) które towarzyszy zawsze rozpadom alfa (α) oraz beta (β). Jest to promieniowanie bardzo przenikliwe i jedno z najgroźniejszych. To właśnie największa ilość promieniowania gamma dociera do nas od promieniującego obiektywu. Wszystko zależy oczywiście od ilości (masy) użytego izotopu. W typowych obiektywach (mało- i średnioformatowych) domieszkowanych torem wartość ta sięga ok. 10% a w przypadku bardziej specyficznych obiektywów (np. do kamer telewizyjnych) do 30%. Ponieważ materiał radioaktywny zatopiony jest wewnątrz szkła zatem jego możliwość wydostania się na zewnątrz jest znikoma. Również uwalnianie się radioaktywnego radonu-220 w wyniku rozpadu toru-232 jest pomijalnie małe (nieporównywalnie więcej radonu gromadzi się w niewietrżonym pomieszczeniu niż uwalnia z obiektywu w wyniku rozpadu). Zgodnie z NUREG-1717 z obiektywu zawierającego tor-232 uwalnia się około 5 atomów/s radonu-220, co jest ilością niewyobrażalnie małą. Nawet potłuczenie obiektywu nie wydaje się stwarzać zagrożenia, jako że większość substancji nadal uwięziona jest w szkłe. W NUREG-1717 rozważany jest także przypadek pożaru z udziałem obiektywów zawierających tor. Również ten przypadek z uwagi na bardzo wysoką temperaturę wrzenia toru uznaje się za niegroźny.

Najważniejszą rzeczą w przypadku wykorzystania obiektywów zawierających lantan bądź tor jest świadomość samego niebezpieczeństwa. Nawet obiektywy zawierające duże ilości materiałów radioaktywnych mogłyby stworzyć zagrożenie jedynie w przypadku praktycznie nieustannego ich wykorzystywania 24h na dobę. Należy pamiętać, że promieniowanie maleje zawsze z kwadratem odległości. Im większa odległość tym mniejsze promieniowanie. Zatem jeżeli w odległości 1cm od obiektywu promieniowanie ma natężenie Y to w odległości 100cm=1m będzie ono wynosiło $Y/10000$. Obiektywy zatem należałoby trzymać jak najdalej od miejsca gdzie przebywamy najdłużej (miejsca gdzie pracujemy, śpimy etc.). Nie należy jednak popadać w paranoję w przypadku zwykłego wykorzystania takich obiektywów. Zgodnie z danymi podanymi w NUREG-1717 fotograf wykorzystujący dość często taki obiektyw otrzyma dawkę rzędu 0.06mSv rocznie, a operator kamery wykorzystujący obiektywy o zawartości toru ok. 30% otrzyma dawkę 0.6mSv przez rok. Jest to bardzo niewielka dawka. W Polsce promieniowanie tła na które składa się promieniowanie kosmiczne, promieniowanie naturalnego radonu-222 etc. (które wszyscy otrzymujemy) wynosi 2.4mSv rocznie. Dopuszczalna dawka dla ogółu ludności natomiast to 1mSv rocznie (powyżej promieniowania tła). Trzeba jednak zaznaczyć, że dopuszczalna dawka dla pracowników (w tym także uczniów, studentów i praktykantów) pracujących ze źródłami promieniotwórczymi wynosi w Polsce 20mSv [9].

Więcej informacji można znaleźć w opracowaniu NUREG-1717 (*Systematic Radiological Assessment of Exemptions for Source and Byproduct Materials*) dostępnym pod adre-

sem: (rozdział 3-285 strona 567)

<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr1717/nureg-1717.pdf>

4 Żółknięcie szkła

Zawarty w szkłe materiał promieniotwórczy najsilniej oddziałuje na elementy obiektywu znajdujące się najbliżej, w tym soczewki, kleje itp. W przypadku niektórych materiałów (np. klejów) promieniowanie powoduje zmianę barwy na żółtą. Stąd też powszechnie znany przypadek żółknięcia szkła w obiektywach Takumar czy Jupiter-9, w których wartość toru jest stosunkowo duża. Proces jest odwracalny, pod wpływem promieniowania UV. Jednym ze sposobów jest wystawienie obiektywu na działanie promieni słonecznych. Należy jednak uważać, aby nie przegrzać szkła, które może pęknąć pod wpływem wysokiej temperatury. Czy szkło jest żółte można ocenić albo patrząc bezpośrednio przez obiektyw na białą kartkę papieru, bądź też obserwować na białej kartce papieru kolor światła przechodzącego przez obiektyw. Nie należy jednak mylić żółtego koloru soczewki z kolorem powłok antyrefleksyjnych, które także mogą być żółte gdy patrzymy na obiektyw pod pewnym kątem. Należy jednocześnie zaznaczyć, że brak zażółcenia soczewek nie jest jednoznaczny z tym, że obiektyw nie promieniuje. Z czasem bowiem do konstrukcji obiektywów zaczęto używać materiałów, które nie zmieniają swojej barwy pod wpływem promieniowania.

5 Jak czytać ”Listę obiektywów”

W następnym rozdziale przedstawiona jest lista obiektywów wraz z danymi na temat ich radioaktywności. Przy każdej informacji podane jest źródło z jakiego pochodzą dane. Wprowadzono następujące oznaczenia:

- *brak* - oznacza, że obiektyw nie wykazuje właściwości promieniotwórczych, bądź wykazana promieniotwórczość mieści się w granicy błędu pomiaru.
- *nieznaczna* - wykazano promieniowanie, jednak jego wartość jest nieznaczna
- *wartość podana w nSv/h* - jest to wartość promieniowania (mocy dawki) podana w nano-siwertach na godzinę. Typowa moc dawki promieniowania tła wynosi około 100nSv/h. Większość mocy dawek podana została bez odjęcia promieniowania tła.
- *radioaktywny* - dane źródło podaje tylko informacje o występowaniu promieniowania jednak nie precyzuje jego wartości.

6 Lista obiektywów

Nazwa obiektywu	Radioaktywność (moc dawki)
Yashinon f=5.5cm f1.8	brak [1]
Yashinon-DX 28mm f2.8	210nSv/h [1] radioaktywny[5]
Yashinon-DX 50mm f1.4	brak [1]
Yashinon-DX 50mm f1.7(chromowany pierścień)	brak [1], [2],[5]
Yashinon-DX 50mm f1.7(czarny pierścień)	brak [1], [2],[5]
Yashinon-DX 50mm f2 (chromowana wersja)	brak [1]
Yashinon 55mm f1.2	981nSv/h [1],radioaktywny[5]
Yashinon-DS 50mm f1.4	680nSv/h [1],radioaktywny[5]
Yashinon-DS 28mm f2.8	brak [1]
Yashinon-DS 50mm f1.7	762nSv/h [1], radioaktywny [3] [5]
Yashinon-DS 50mm f1.9	brak [1], brak [2]
Yashinon-DS 50mm f2	brak/nieznacznazna [1]
Yashinon DS-M 28mm f2.8	brak [1]
Yashinon DS-M 50mm f1.4	572nSv/h [1],radioaktywny[5]
Yashinon DS-M 50mm f1.7	798nSv/h [1],radioaktywny[5]
Yashinon DS-M 55mm f1.2	1056nSv/h [1],radioaktywny[5]
Yashinon DS-M 200mm f4	brak [1]
Yashikor 28mm f2.8	brak [1]
Yashica DSB 28mm f2.8	brak [1]
Yashica DSB 50mm f1.9	brak [1]
Yashica ML 50mm f1.4	brak [1]
Yashica ML 50mm f2	brak [1], [5]
Porst MC 28mm H f2.8	brak [1]
RMC Tokina 24mm f2.8	brak [1]
Topcon UV Topcor 50mm f2	283nSv/h [1]
Fujinon EBC 50mm f1.4	12000nSv/h [2]
Fujinon EBC 55mm f1.8	brak [2]
Fujinon EBC 100mm f2.8	brak [2]
Chinon MC 55mm f1.4	brak [2], 7000nSv/h [10]
Mamiya-Sekor SX 55mm f1.4	brak [2]
Mamiya-Sekor SX 55mm f1.8	brak [2]

Nazwa obiektywu	Radioaktywność (moc dawki)
Soligor 50mm f1.8	brak [2]
Vivitar 50mm f1.9	brak [2]
Vivitar 135mm f2.8	brak [2]
Sears (auto) 300mm f5.5	brak [2]
Canon FL 58mm f1.2	radioaktywny [3], (dotyczy AL, SSC AL) [6]
Canon FD 35mm f2	radioaktywny [6](za wyjątkiem FDn, SSC II)
GAF Anscomatic 38mm f2.8	radioaktywny [3]
Kodak Ektanar 38mm f2.8	radioaktywny [3]
Kodak Ektanon 46mm f3.5	radioaktywny [3]
Kodak Ektanon 50mm f3.9	radioaktywny [3]
Super-Takumar 55mm f2	380nSv/h [1], 3500nSv/h [2], radioaktywny [3]
Supermulticoated Takumar 55mm f1.8	3500nSv/h [2]
SMC Takumar 55mm f2	3500nSv/h [2]
SMC Takumar 50mm f1.4	wysoka [2], 10000nSv/h [4]
Super Takumar 35mm f2.0	radioaktywny [3]
Super Takumar 50mm f1.5	radioaktywny [3]
Super Takumar 55mm f2	radioaktywny (patrz wyżej) [3]
Super Takumar 6x7 105mm f2.4	radioaktywny [3]
Super-multi-coated Macro-Takumar	radioaktywny [3]
SMC Takumar 28mm	brak [4]
Angenieux 12-120mm f2.2	nieznaczną [4]
Schneider 7-80mm f1.8	nieznaczną [4]
Schneider 7-56mm	nieznaczną [4]
Canon 7.5-60mm f1.4	radioaktywny [4]
Canon 310XL	nieznaczną [4]
Eumig mini3	nieznaczną [4]
Switars 10mm f1.4	nieznaczną [4]
Switars 25mm f1.4	nieznaczną [4]
Switars 75mm f1.9	nieznaczną [4]
Iscomorphot 8mm f1.5	brak [4]

Nazwa obiektywu	Radioaktywność (moc dawki)
Kowa 16S	brak [4]
10mm Cinegon on Leicina Special	brak [4]
Angeniuex 8-64mm f1.9 on ZM-4008II	brak [4]
Schneider Xenon 16mm(C-mount)	brak [4]
Fujinon TV-Zoom 14-84mm f1.6(C-mount)	brak [4]
Chinon Super8	brak [4]
Agfa Moviezoom 6	brak [4]
Nikon 8x Super Zoom	brak [4]
Cooke ser II 75mm	radioaktywny [4]
Kodak Ektar 101mm f4.5	radioaktywny [7]
Kodak Ektar 38mm f2.8	radioaktywny [7]
Kodak Ektanar 50mm f2.8	radioaktywny [7]
Kodak Ektanar 90mm f2.8	radioaktywny [7]
Kodak Ektanar, 44mm f2.8	radioaktywny [7]
Kodak Ektanon 46mm f3.5	radioaktywny [7]
Kodak Anastar 44mm f3.5	radioaktywny [7]
Kodak Color Printing Ektar 96mm f4.5	radioaktywny [7]
GAF Anscomatic 38mm f2.8	radioaktywny [7]
Kodak Aero-Ektars (różne modele)	radioaktywny [7]
Kodak Ektanon 50mm f3.9	radioaktywny [7]
Nikkor 35mm f1.4 (wczesny model)	radioaktywny [7]
Minolta MC W. Rokkor-SI 28mm f2.5	radioaktywny (zanieczyszczone szkło)[7]
Minolta MC Rokkor-PG 58mm f1.2	radioaktywny (zanieczyszczone szkło)[7]
Industar-61 52mm f2.8	nieznacznab/brak
Kiev Industar L3	nieznacznab/brak
Jupiter-9 85mm f2	brak[10], niektóre wersje radioaktywne?
Helios-40-2 85mm f1.5	nieznacznab/brak
Zenith MTO 1100mm f10.5	nieznacznab/brak
Zenith Zenitar 16mm f2.8	brak[10]
Kiev Wołna-9 50mm f2.8	brak
Industar 50-2 50mm f3.5	brak[10]
Telezenitar APO 135mm f2.8	brak[10]

Nazwa obiektywu	Radioaktywność (moc dawki)
Pentacon 29mm f2.8	brak[10]
Pentacon 50mm f1.8	brak[10]
Industar-50-2 50mm f3.5	brak[10]
Industar-69 28mm f2.8 (M39)	brak[10]
Mir-24H 35mm f2	brak[10]
Biometar 80mm f2.8	brak[10]
Helios-44 58mm f2	brak[10]
Peleng 8mm f3.5	brak[10]
Arsat 35mm f2.8 (shift)	brak[10]
Pentacon 30mm f3.5	brak[10]
Porst 55mm f1.2	brak[10]
Takumar 135mm f2.5	brak[10]
Panagor 75-205mm f3.5	brak[10]
Mir-1B 37mm f2.8	brak[10]
Yashica 75-230mm f4.5	brak[10]
Rubinar 300mm f4.5	brak[10]
Rubinar 500mm f5.6	brak[10]
Rubinar 500mm f8	brak[10]
MTO-11 1000mm f10	brak[10]
Jupiter-8 50mm f2 (M39)	brak[10]
Jupiter-12 35mm f2.8 (M39)	brak[10]
Telekonwerter TK-2M 2x	brak[10]
Telekonwerter K-1 2x	brak[10]
Telekonwerter Panagor 2x	brak[10]
Panagor Auto Macro Converter	brak[10]
Takumar 35mm f/3.5	brak[10]
Industar 61 Ł/Z MC 50mm f/2.8	brak[10]

Literatura

- [1] <http://yashica.org/254-2-Lens-radioactivity-measurements.html>
- [2] <http://rherron.conforums.com/index.cgi?board=geninfo&&action=display&num=1136859315>
- [3] <http://www.orau.org/ptp/collection/consumer%20products/cameralens.htm>

- [4] <http://www.cinematography.com/forum2004/index.php?showtopic=12652>
- [5] <http://manualfocus.mflenses.com/radioactive-lenses-t9389.html>
- [6] <http://lummukka.com/foto.html>
- [7] http://camerapedia.wikia.com/wiki/Radioactive_Lenses
- [8] NUREG-1717 (Systematic Radiological Assessment of Exemptions for Source and Byproduct Matherials)
- [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego.
- [10] Pomiary własne przy użyciu miernika Terra-P, MKS-05, błąd pomiaru 25% wartości mierzonej.