

Рагонът – радиацията, за която не знаем

Борис Бозов, Никола Цанков

Опасностите, които крие рагонът

За пръв път се обръща внимание на влиянието на рагона върху човешкото здраве, когато през 1896 г. научно изследване на учени от няколко американски организации установява изключително висок риск за развиване на белодробен тумор сред група миньори непушачи, работещи в ураниевни мини. Поради липсата на вентилация нивото на рагона във въздуха било значително над допустимото. В сравнение с обикновените непушачи при тези миньори вероятността за развиване на болестта била по-голяма от 9 до 12 пъти.

При радиоактивното разпадане на газообразния рагон - Rn^{222} (3,8 дни период на полуразпадане) се образува верига от нови радиоактивни продукти в твърдо агрегатно състояние – полоний 214,218, бисмут 214 и олово 214, които са кратко живущи дъщерни продукти на рагона (с периоди на полуразпадане под 30 мин.). Тези елементи се разнасят из въздуха и прилепват към микроскопични прахообразни частици (аерозоли), които, бдейки вдишани, се задържат и въздействат върху бронхиалния епител в белите дробове. Редица научни изследвания установяват, че 98 % от вътрешното облъчване са в резултат именно от вдишването на тези производни ра-

Днешното всекидневие крие много опасности, някои незначителни други, криещи риск за здравето ни. Надали някой обаче се е замислял, че слабото радиационно облъчване е едно от тях.

диоактивни частици, а едва 2 % се дължат на самия рагон 222.

Доказано е, че в световен мащаб рагонът причинява от 14 000 – 30 000 жертви всяка година. В някои страни е обърнато

изключително внимание на влиянието му и се търсят усилено средства за неговото премахване от домовете на хората. „Американската Агенция за опазване на околната среда“ (ЕПА) констатира, че рагонът е виновник за смъртта на повече от 20 000 души всяка година на територията на страната. „Здравеопазване Канада“ констатира, че вината за смъртта на 1600 души годишно се дължи именно на високото съдържание на отровния газ.

Произход и движение на рагона

За да разберем произхода на рагона, къде, как се образува и как се движи, трябва да обърнем внимание на първоизточника му – естествения уран. Той е разпространен по цялата земна кора, като неговото съдържание се оценява средно около 3 г на тон земна маса. Уранът е тежък, силно токсичен, радиоактивен метал с блясък и се съдържа в метаморфните, магмените и седиментните скали.

Рагонът 222 обаче е радиоактивен инертен газ, по-тежък от въздуха, който не

притежава цвят, мирис или вкус. Образува се при алфа-разпадането на атомните ядра на радий 226, който, от своя страна, е дъщерен продукт на уран-радиевото семейство с родоначалник уран 238. Следователно колкото по-големи са залежите на уран в даден регион, толкова по-голяма е и вероятността радонът да се превърне в проблем за местните жители.

Бидейки газ, той притежава много по-голяма мобилност от урана и радия, които са фиксирани в твърдите скали и почви. За разлика от тях радонът може да се движи сравнително свободно през земните масиви. Скоростта му зависи от редица фактори, сред които най-вече наличието на вода в почвата и нейния строеж. Радонът се движи по-бавно във водна среда, отколкото във въздух. Следователно вероятността радиоактивният елемент да достигне и да се натрупа в опасни количества е по-голяма за сградите, разположени в региони със суха почва, където масивът е пясъчлив

или чакълест. Такива са например Варовици, пясъчници и доломити.

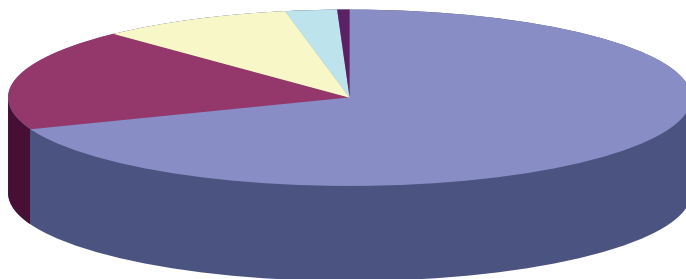
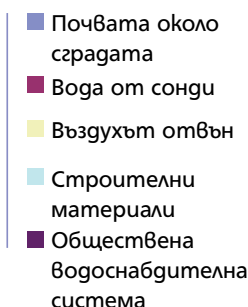
От една страна, пътят до подземните етажи на постройките е по-кратък от този до земната повърхност. От друга, пониското атмосферно налягане в закритите



Специален уред, поставен в най-долното помещение на сградата, отчита количеството радон във въздуха



Система от тръби в основите, свързани с вентилатор, изхвърля придошлия от почвата въздух директно в атмосферата



Съотношение между източниците на радон в строителните материали

помещения улеснява придвижването на радона. Обикновено в сградите едва 1 % от въздуха е изходен от почвата, но при наличието на пукнатини и процепи в основите процентът може да достигне много по-големи стойности. Редовното проветряване и добрата вентилация се оказват изключително ефективни в подобни случаи.

В някои региони, в зависимост от техния геоложки състав, радонът се разтваря в подпочвените води и се освобождава в атмосферата при контакт с кислород. Това означава, че освен през пукнатини и отвори в полове, стени и основи той може да проникне и чрез водата. Когато тя е добита от кладенци и сонди, където няма контакт с кислород или не престоява достатъчно дълго, радонът няма възможност да се разпадне на радиоактивни частици, преди да достигне вътрешността на сградата. Поради този факт в провинциалните райони, където се използват основно подпочвени води и има големи залежи на уран в земния масив, съществува реален риск отровният газ да попадне в сградите с всяко завъртане на кранчето. Начин за премахване на радиоактивни частици още във водоснабдителната система е изграждането на бързи участъци, където в резултат на интензивното течение водата да се аерира и така те да се разсеят във въздуха.

Водата в реките и резервоарите обикновено има ниско съдържание на радон, защото там той има постоянен контакт с въздуха. Такава е ситуацията в големите градове, които черпят вода от такъв тип източници и обикновено се захранват от големи

градски системи. В такива случаи, дори и да има съдържание на радон, вследствие на дългите изминати разстояния той се разпада много преди водата да бъде използвана.

Поради съдържанието на радий 226 в голяма част от строителните материали, основно тухли и бетон, те също са източник на радон.

Измерване и понижаване концентрацията на радона

Най-голямо количество радон има в североизточните Съединени американски щати, Канада, страните от Близкия изток и Тайван. В тези силно засегнати региони вече съществуват редица кампании, чиято цел е да популяризират проблема и да се заемат със задачата за неговото решение. Всеки, който пожелае, има възможността да узнае какво е нивото на радон в дома му. Само за няколко дни екипи чрез поставяне на специален уред в най-долното помещение на сградата могат да измерят количеството радон във въздуха. Обикновено процедурата трае около 90 дни. В случай, че тестът установи 148 Bq/m^3 или повече, ЕПА препоръчва незабавно вземане на мерки за намаляването на количеството на радона. Една от тях е поставянето на специална полова мазилка, което обаче е доста скъпо и същевременно не особено ефективно. По-удачното решение на проблема е изграждането на система от тръби в основите, които, свързани с вентилатор, изхвърлят придошлия от почвата въздух директно в атмосферата.

За съжаление, в голяма част от света все още не се обръща достатъчно внимание на

опасността, нито съществуват подобни организации. Що се отнася до Европа, наско-ро радонът е признат като реална заплаха за здравето от Комисията по здравеопазва-не на Европейския съюз.

Нашият метод за измерване

Ние използвахме доста примитивен, но пък интересен начин за замерване концен-трацията на радиоактивния елемент в дадено помещение, практикуван в България от доц. д-р Добромир Пресиянов и неговия екип. Те бяха любезни да ни обяснят метода и да ни позволят да се включим в няколко измервания. За целта събрахме десет диска от различни жилища на София.

В началото на опита се отлепя защитно-то покритие на диска, след което се отряз-ва парче от него. Той е съставен от един дебел пласт поликарбонат, в който с тече-ние на времето се е просмукавал радонът. Целта на опита е да се обработи дискът, така че дефектите да станат видими, защото по тяхното количество на квад-ратен сантиметър се определя концен-трацията на радиоактивния елемент. Парченца-та от диска се поставят на метална под-ложка с лицето надолу. За да е достоверен резултатът, е нужно той да е престоял в съответното помещение поне една или две години. По-късно в лабораторни усло-вия повърхността на CD диска се третира с разтвор на калиева основа – КОН, с цел да бъде отстранен пласт от него с дебелина около два-три микрометра, което отнема

приблизително четиридесет и пет мину-ти. След това дискът се измива обилно с вода и се прави измерване на дебелината на премахнатия слой. Мери се с микрометър два пъти по краищата и един път в среда-та за достигане на максимална точност. Данните се записват. Металните плочи на уреда се намазват с електростатичен гел, за да не се губи ток по метала. Парченцата от диска се поставят върху тях, похлупват се и процедурата стартира. Нейната цел е уголемяването на дефектите, причинени от радона, върху поликарбонатния пласт. Вре-мето, необходимо за това, е три часа. Вече обработените дискове се поставят върху скенер, за да се получи многократно увели-чен образ на третираната повърхност. С помощта на програма, която вади негатив на въпросния образ, се преброяват дефекти-те, представляващи миниатюрни точкици за невъоръженото човешко око. Погледнати



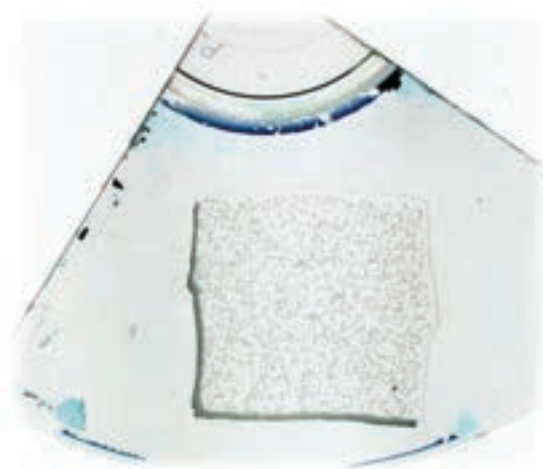
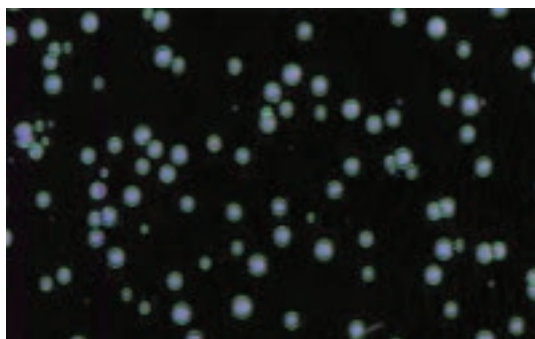
Измерване с микрометър



Парченца от диска, поставени на метална подложка с лицето надолу



Стартиране на процедурата по измерване



С помощта на програма, която вади негатив на образа, се преброяват дефектите, представляващи миниатюрни точки за невъоръженото човешко око

през микроскоп обаче, те наподобяват снежинки. В зависимост от броя им на дадена площ, етажа на жилището, където се е намирал CD дискът, и годините на престой, програмата изчислява количеството радон, като отчита и диапазон на грешката на анализа, който варира в зависимост от дължината на престоя. След обработка на дисковете се оказва, че всички проби са в допустимите граници и никое помещение от изследваните не е проблемно. По българските критерии допустимата концентрация на радон в едно помещение е до 200 Bq/m^3 , като над 100 единици вече се смята за проблемно жилище. У нас има няколко на брой съоръжения за снижаване количеството на радиоактивния газ, като две от тях са проектирани от самия доц. Пресиянов. Констатирано е, че в области, където се извършва уранодобив, поради невъзпрепятствания си контакт с въздуха радонът се разпространява в много големи количества. ■

Този проект, спечелил първо място на Състезанието по природни науки в 164-та гимназия, представен на Научната конференция в Сарагоса, Испания 2010 г., и на Националната конференция по природо-технически науки в Смолян 2011 г., е изготвен от Борис Бозов и Никола Цанков – ученици от дванадесети клас в столичната 164-та гимназия с профилирано изучаване на испански език „Мигел де Сервантес“.

Резултати от изследването		Обем на активност на радона, Bq/m^3
CD-1	(София, Банишора, ет. 2, къща, 6 з.)	$41,6 \pm 9,9$
CD-2	(София, Център, ет. 2, къща, 6 з.)	$24,9 \pm 6,2$
CD-3	(София, Център, ет. 4, кооперация, 2 з.)	$59,8 \pm 21,8$
CD-4	(София, Център, ет. 4, кооперация, 3 з.)	$57,9 \pm 18,1$
CD-5	(София, Оборище, 164.ГПИЕ „Мигел де Сервантес“, ет. 4,4 з.)	$75,0 \pm 17,2$
CD-6	(София, Оборище, 164.ГПИЕ „Мигел де Сервантес“, ет. 4,6 з.)	$66,2 \pm 15,8$
CD-7		Не е обработен
CD-8	(Бухово, къща, партер, 6 з.)	$39,1 \pm 11,2$
CD-9	(Горна баня, ет. 2,4 з.)	$25,7 \pm 11,9$
CD-10	(София, Люлин, ет. 1, блок, 1 з.)	$51,7 \pm 33,9$