ТЕФЛОН ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА И ТОКСИЧНО ДЕЙСТВИЕ

Веселина Михалева

Резюме: Тефлон е търговското наименование на синтетичният материал политетрафлуоретилен. Той притежава уникални свойства, и има редица приложения, като едно от най-разпространените е използването му като покритие на незалепващи съдове за готвене. Въпреки че тефлонът не е токсичен, направени изследвания показват, че при определени температури от тефлоновите съдове се отделят опасни частици и газове, които са токсични вторични продукти. Според изследванията, газовете отделени от съдовете за готвене са комплексна смес, която се изменя с измененито на температурата. Не са правени изследвания за това дали отделените газове се натрупват в готвената храна, но някои от компонентите в тях са с високо токсично въздействие върху хората.

Ключови думи: политетрафлуоретилен, Тефлон, токсичност

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Тефлон е търговското наименование на високополезен синтетичен материал – политетрафлуоретилен. Той е открит случайно през 1938 г. от младият 27-годишен учен Рой Плънкет, който бил химик в Дю Понт. Плънкет работил в сферата на охладителните агенти. Много химикали използвани като охладителни агенти преди 30те били опасно експлозивни. Дю Понт и Дженерал Моторс разработили нов тип невъзпламеняващ се охладителен агент – форма на Фреон и го нарекли refrigerant 114, чието техническо наименование е тетрафлуордихлоретан. Плънкет се надявал да направи подобен охладител чрез реакция на хлороводород с компонент наречен тетрафлуоретилен, който бил слабо познато вещество. Той затворил газа в метални флакони с изпускателни вентили. Поставил ги в сух лед за да охлади и втечни тетрафлуоретиленовият газ. Неговият експеримент с охладителя изисквал от Плънкет и асистентите му да изпускат тетрафлуоретиленовия газ от флаконите в сгорещена камера. На сутринта на 6ти април 1938 г. Плънкет открил, че не може да извади газа от флакона. Той и неговите асистенти с изненада установили, че през нощта газът се е превърнал в бял, ронлив, люспест прах. Това бил полимерът политетрафлуоретилен, който по-късно - през 1945 г. е регистриран като търговска марка „Тефлон“ от ДюПонт.

Тефлон не се е произвеждал масово за търговски цели почти 10 години след откриването на материала. Дотогава той имал сравнително ограничено приложение в промишлеността. В началото на 50-те години на миналия век един френският инженер Марк Грегоар, научил за Тефлон и измислил начин да го използва в рибарските си такъми, за да не се оплитат. А на жена му й дошло наум, че може да се приложи и при тенджерите и тиганите. Съпругът й покрил с Тефлон един от тиганите, с които тя

пържила и успехът бил невероятен. След няколко години той вече продавал годишно над 1 милион тигани и тави, покрити с Тефлон под създадената от него марка „Тефал“.

Тефлонът е химически неутрален към всички материали, а в началото неговата супер хлъзгавост създавала проблеми при технологията за направата на готварски съдове. Трудно е да залепиш материал, по който всичко се хлъзга. Затова тефлонът се набраздява по различни начини, например чрез пясък под налягане, след което се залепва.

Тефлонът намира широко приложение в съвременния бит. Масово се използва за направата на тенджери и тигани, в текстилната промишленост, както и в редица високотехнологични уреди и дори в космическата индустрия. Намира приложение и в медицината, под формата на съдови импланти и протези. Но основната му функция е, че не позволява залепването и загарянето, поради което се оказва почти незаменим за направата на съдове и прибори за готвене, както и на ютии. Записан е в Книгата на рекордите Гинес като най-хлъзгавия материал на Земята. За разработката на материала компанията Дю Понт получава през 1990 г. „Национален медал за технология” от президента на САЩ Джордж Буш-старши. Откривателят на тефлона - химикът Рой Плънкет, който умира през 1994 г., многократно е награждаван.

II. ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА И ТОКСИЧНО ДЕЙСТВИЕ

Политетрафлуоретиленът е полимеризирана форма на химичното съединение тетрафлуоретилен, който е безцветен газ, без мирис и е извънредно лесно запалим. Полимеризацията е химичен процес, при който молекулите се обединяват в дълги вериги. Основните елементи за синтеза на мономера са флуор, флуороводород и хлороформ, които са свързани чрез пиролиза. Съхранява се под формата на течност при ниски температура и налягане. Другата основна съставка е вода. При полимеризационният процес се използват много малки количества от други химикали като инициатори.

Политетрафлуоретиленът може да бъде произведен по няколко начина, в зависимост от специфичните характеристики, изискващи се за крайния продукт. Има два основни метода за производство. Единият е преустановяване на

полимеризацията. При този метод тетрафлуоретиленът се полимеризира във вода, в резултат на което се получават гранули от политетрафлуоретилен. Другият метод е чрез дисперсия. При него политетрафлуоретиленът се получава под формата на млечна паста, която може да се преработи до фин прах.

Тефлонът притежава уникални свойства, поради което намира различни приложения. Не се запалва или възпламенява, има много висока точка на топене (327°C) и е стабилен при много ниски температури. Не се забелязва крехкост дори в среда от течен хелий (-269°C). При нагряване до 37°C изделията от политетрафлуоретилен запазват формата си, но здравината намалява значително. Горната граница за устойчивост се приема около 260°C при сравнително ниски механични усилия. Особено свойство притежава при температурна промяна от 19°C до 23°C. При този температурен интервал се осъществява промяна в кристалната структура на материала - от трициклична преминава в хексагонална. Това е свързано с увеличение на обема с около 1%, както и със значително увеличение на коефициента на линейно разширение, но процесът е обратим. Политетрафлуоретиленът има слаба електрическа проводимост, което го прави добър електроизолатор, притежава нисък коефициент на топлопроводимост и може да се счита като топлоизолационен материал. Също така е много гладък и хлъзгав.

Препоръчително е остатъците от политетрафлуоретиленови частици да бъдат заравяни, а не изгаряни, защото при изгарянето им при високи температури се отделя флуороводород и други токсични вещества.

Въпреки, че политетрафлуоретиленът не е токсичен, при неговото производство се отделят токсични вторични продукти, включително флуороводород и въглероден диоксид. Лекари са документирали специфично заболяване наречено треска от полимерни изпарения (polymer fume fever), което се проявява при вдишване на тези вторични продукти от производството.

Учени от ДюПонт са направили списък на характерните симптоми при това заболяване – напрегнатост в гърдите, физическо неразположение, учестено дишане, главоболие, кашлица, втрисане, температура между 37,8ºC и 40ºC и възпалено гърло, които са базирани върху изследвания на регистринани оплаквания на заболели работници. При домашно излагане на тези газове, заболяването от полимерни изпарения (polymer fume fever) може лесно да се обърка с обикновен грип.

Изследвания показват, че газовете, които се отделят от незалепващите тигани, са комплексна смес, която се променя при различните температури, но не са провеждани изследвания дали се натрупват компоненти от тази смес в храната. При определена температура в газа се активизират един или повече доминиращи химикала, а останалите ги копират. Учените многократно са изучавали смъртността при плъховете и птиците, изложени на газовите смеси, но потенциалното въздействие върху здравето в дългосрочен период не е изследвано.

Токсичните частици и газове, отделени като изпарения от Тефлон и температурите, при които са засечени за първи път, са показани по-долу заедно с информация за токсичността, измерена преди всичко при изследвания с високи дози при експозиция на животни, което е единственият източник на информация за повечето химикали:

240°C – Ултрафини частици: Тефлон продуцира много малки (ултрафини) частички. Те причиняват сериозни белодробни увреждания при плъхове след 10 минутна експозиция. Подълготрайна експозиция причинява смърт.

Газовете, емитирани от Тефлон при по-високи температури, се адсорбират върху частиците, които поради малкия си размер могат да се натрупват дълбоко в долния дихателен тракт.

360°C – Тетрафлуоретилен: Националната токсикологична програма обсъжда тетрафлуоретилена да бъде „логично предвиден" човешки канцероген, защото се знае че причинява рак при лабораторни животни, но не е извършено съответно изследване при хората. При плъховете, вдишаният тетрафлуоретилен причинява тумори на бъбреци, на черен дроб, на кръвоносни съдове в черния дроб и една от формите на левкемия (mononuclear). Мишки, вдишали тетрафлуоретилен, развиват тумори на черния дроб и тумори, които се развиват в кръвоносните съдове в черния дроб или белите кръвни клетки.

360°C – Хексафлуоропропен: Въздушната експозиция на флуорокарбонатите като хексафлуоропропен при хората води до раздразнение на очите, носа и гърлото; сърцебиене, неравноме-

рен сърдечен ритъм, главоболие, световъртеж, натрупване на течност в белия дроб (белодробен оток) и вероятно смърт. Дълготрайната експозиция при хора се асоциира с намалена двигателна способност, отслабване на паметта и трудности при научаване на нови неща. При мишки и плъхове, вдишването на хексафлуоропропан причинява поражения на бъбреците, намален брой на лимфоцитите (имунни клетки) и повишено уриниране. Също причинява повишаване броя на хромозомните аномалии в яйчниците на хамстерите и сериозни дефекти върху мъжката репродуктивна система на лабораторни животни.

360°C – Трифлуороцетна киселина: Много малко изследвания са наблюдавали токсичността на трифлуороцетната киселина, но това което е открито е, че ограничава растежа на клетките, формиращи костите при ембрион на плъх (osteoblast), а също и на хрущялните клетки (chondrocytes). Наблюдавани са и дефекти на нервните пътища при зародиш на плъх при високи концентрации. Други проучвания показват, че HCFC-123 (хидрофлуоркарбон) се разпада до трифлуороцетна киселина и причинява уголемяване на черния дроб и намалява нивата на глюкоза, триглицериди и холестерол във възрастните животни. Но не е съвсем ясно дали тези ефекти се дължат на HCFC-123 или на метаболизма. Изследване върху маймуни е открило, че концентрацията на трифлуороцетна киселина в зародишите е от 2 до 6 пъти по висока от тази в кръвта на майката при последователно дозиране с хидрофлуоркарбон (HCFC-123).

Продължителното влияние върху околната среда на трифлуороцетната киселина е изключително постоянно и токсично за растенията. Трифлуороцетната киселина също е продукт за разлагането на много хидрохлорфлуоркарбони (HCFCs) и хидрофлуоркарбони (HFCs) до хлорфлуоркарбони (CFCs), които са потенциални озон-деструктури, използвани в хладилните системи, аерозоли и други продукти. Неотдавна (2001) учени предположили, че високите нива на трифлуороцетна киселина в околната среда могат да се дължат на сгорещен Тефлон и други флуорополимери, поради това че измерените нива в околната среда са по-високи от предсказаните, базирани върху самостоятелния разпад на HCFCs (хидрохлорфлуоркарбони) и HFCs (хидрофлуоркарбони).

360°C - Дифлуороцетна киселина: Много малко се знае за токсичността на дифлуороцетната киселина, въпреки че има сведения за токсичен ефект върху бъбреците на плъхове.

360°C - Монофлуороцетна киселина: Монофлуороцетната киселина е изключително токсична. Дори в малки дози (от 0,7 до 2,1 mg/kg) може да предизвика смърт. Първите симптоми са гадене, повръщане, вкочаненост, изтръпване, неспокойство, мускулни спазми, ниско кръвно налягане и замъглено зрение. Ако облъчването е достатъчно високо, може да се наблюдава неравномерен сърдечен ритъм (вентикуларна фибрилация), сърдечни пристъпи и тежки конвулсии, водещи до дихателна недостатъчност. Монофлуороцетната киселина бързо се разпада до флуороацетат. Натриев флуороацетат се е използвал като мощен убиец на гризачи (родентицид). В тялото той се разпада до натрий и флуороацетат, който е отговорен за токсичността. Натриевият флуороацетат убива гризачи и други животни, подтискайки обмяната на трикарбоксилната киселина, която трансформира енергията създадена от храната за нуждите на тялото. Натриевият флуороацетат също причинява сърдечна и дихателна недостатъчност, отслабване на централната нервна система и поражение на тестисите, включително намаляване на продуктивността на спермата.

470°C - Силициев тетрафлуорид (SiF4): Силициевият тетрафлуорид е силно токсичен, корозивен газ. При вдишване, дробовете се покриват със силиконови частици, от които посредством влагата се отделя флуороводород. Вдишването на флуороводород може да причини дразнене в очите и гърлото, кашлица, затруднено дишане, зачервяване на кожата, дължащо се на кислородна недостатъчност, белодробно увреждане и събиране на течности в дроба (белодробен оток). Продължителна експозиция може да причини загуба на тегло, намален брой на червените и белите кръвни клетки (анемия и левкопения), обезцветяване на зъбите и необичайно нарастване на костите (osteosclerosis).

475°C - Перфлуороизобутан (C4F10): Перфлуороизобутанът е силно токсичен и вдишването му може да доведе до белодробен оток. Вписан е в Конвенция за химическите оръжия. Той е около 10 пъти по-токсичен от фосгена – високотоксичен корозивен газ, също вписан като химическо оръжие. Във вода се разпада до

флуороводород. При кратковременна експозиция симптомите при хора включват лош вкус в устата, гадене и отпадналост. Белодробен оток се наблюдава в интервала от 1 до 4 часа след експозиция, което е животозастрашаващо в някои случаи, но при повечето хора отшумява за около 3 дни.

500°C – Карбонил флуорид (COF2): Разлагането на Тефлон (PTFE) е значителен източник на карбонил флуорид във въздуха, който е флуоридната версия на фосгена. Неговите изпарения могат да раздразнят очите, ушите и носа. Други сериозни симптоми от експозиция, включват болки в гръдния кош, затруднено дишане, събиране на течност в белите дробове, отпадналост, увреждане на черния дроб и намалено ниво на глюкоза. Заради разпадането му до флуороводород и въглероден диоксид, причинява много от токсичните ефекти характерни за флуороводорода.

500°C – Флуороводород (HF): Флуороводородът е токсичен корозивен газ и може да причини смърт на всякаква тъкън влязла в контакт с него с изключение на белите дробове. Токсичността на HF се дължи на флуоридния йон. Вдишването на HF може да причини тежко увреждане на белия дроб подобно на белодробен оток и възпаление на бронхите (пневмония). Флуоридният йон (частично зареден) е изключително токсичен. Разпространява се бързо и може да премине през тъканите сравнително лесно. Флуоридните йони спират клетъчното дишане, намалявайки произвеждането на ATP – основната форма на химическа енергия, използвана от тялото. Флуорида атакува клетъчните мембрани, унищожавайки клетките. Флуоридният йон е отрицателно зареден и реагира с положително заредените йони в тялото като калциеви и магнезиеви. Когато флуорида и калция се свържат, образуват „утайка” – животозастрашаващо условие поради това, че може да доведе до ниски стойности на калция (хипокалцемия). Нелекуване на намалените стойности на калция (и магнезия) може да причини неравномерен сърдечен ритъм, водещ до сърдечен удар, мускулни спазми и смърт. Приемането на калций е основното лечение за отравяне с HF.

600°C – Флуорирана трифлуороцетна киселина (CF3COF): Флуорираната трифлуороцетна киселина е токсична, главно поради това, че се разлага до флуороводород и трифлуороцетна киселина. Няколко изследвания, които са наблюдавали токсичността на трифлуороцетна киселина са установили забавено развитие на клетките формиращи костите на ембрион на плъх (osteoblast) и хрущялните клетки (chondrocytes), и дефекти на нервните пътища при зародишите при високи концентрации.

600°C - Октафлуороциклобутан: Октафлуорциклобутана е флуоросъдържащ газ, който е използван при производството на полупроводници. Продаван е под търговското наименование Зирон 8020 от ДюПонт. Според ДюПонт,

вдишването на големи количества от газа може да причини неравномерно сърцебиене, безсъзнание и смърт. Хора със сърдечни заболявания са много по-уязвими. На лице са само няколко изследвания за токсичността му върху животни. В едно изследване, при плъхове изложени на еднократно вдишване на октафлуороциклобутан, се наблюдава загуба на телесна маса и неправилно дишане. При кучета, вдишали високи концентрации (10-15%) и стимулирани с епинефрин, се наблюдават сърдечни проблеми. Според ДюПонт, тестовете за генетично увреждане при насекоми са „неубедителни”.

600°C - Перфлуоробутан: Като влияещ върху глобалното затопляне перфлуоробутана има дълъг период на полуразпад в по-високите слоеве на атмосферата и около 8000 пъти по-голя-

мо влияние от въглеродния диоксид. Перфлуоробутанът не е толкова силно токсичен като другите газове отделящи се от PTFE, но не е тестван за ефекта му при по-продължителна експозиция.

650°C – Въглероден тетрафлуорид (CF4, тетрафлуорометан): Тетрафлуорометанът е мощен парников газ, който има около 6000 пъти по-високо влияние върху глобалното затопляне от въглеродния диоксид и може да се съхрани в околната среда за 50 000 години. Вдишването на флуорирани въглеводороди като въглероден тетрафлуорид може да причини дразнене на очите, ушите и носа, сърцебиене, неравномерен сърдечен ритъм, главоболие, обърквене, възпаление на белите дробове, треска и понякога кома.

III. КАК ДА ИЗПОЛЗВАМЕ ТЕФЛОН БЕЗОПАСНО

Много от химичните съединения, отделящи се от Тефлон са флуоросъдържащи съединения, които са класифицирани в по-голямата си част като токсични. При температури над 260ºC започва разлагането на политетрафлуоретилен и отделянето на вече описаните химични съединения.

Good Housekeeping Research Institute са направили тестове, чрез приготвяне на различни ястия в различни незалепващи тигани, за да установят за колко време и при какви условия на готвене се достига и/или превишава тази температура. На база на проведените опити, от института са изготвили списък с препоръки за правилно и безопасно използване на незалепващи (тефлонови) тигани:

1. Никога не пренагорещявайте празен тиган. По време на тестовете, всеки един от използваните тефлонови тигани, на силен огън е достигнал температури от над 260ºC за по-малко от 5 минути.

2. Не гответе на силен огън. Голяма част от производителите на Тефлон съветват потребителите да готвят на слаб и средно силен котлон, т.е. да не се превишават 12,000 BTU (British thermal unit – британска калория) на газов котлон или 2,400 вата на електрически.

3. Осигурете добра вентилация в кухнята си. По време на готвене проветрявайте добре, за да се изведат изпаренията.

4. Изберете тежък незалепващ тиган. Леките тигани достигат по-високи температури по-бързо.

5. Избягвайте надраскване или повреждане на тигана. Ако покритието на тигана е наранено или се отлюспва, вероятността да се отделят токсични компоненти от него нараства. За предотвратяне на надраскване използвайте дървени или пластмасови прибори.

Продължителността за използване на тефлонови съдове, при правилна употреба, приблизително е оценена на три до пет години. Някои експерти обаче препоръчват те да се сменят на всеки две години.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. http://www.absoluteastronomy.com/topics/Polytetrafluoroethylene

[2]. http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2897100096.html

[3]. http://www.fluoridealert.org/pesticides/epage.teflon.htm

[4]. http://en.wikipedia.org/wiki/Polytetrafluoroethylene

[5]. http://tuberose.com/Teflon.html

[6]. http://www.madehow.com/Volume-7/Teflon.html

[7]. http://geomax-bg.com/PTFE_MAIN.html

[8]. http://www.fluoropolymer-facts.com/index.html

[9].http://staging.idweaver.com/ECETOC/Documents/JACC%20042.pdf

[10]. http://www.goodhousekeeping.com/product-testing/reviews-tests/kitchen-cooking/nonstick-cookware-safety-facts

За контакти: Веселина Михалева, студент спец „Техника и технологии за опазване на морето и околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна, ул. „Студентска" № 1, e-mail: vp.mihaleva@gmail.com