



Kuchenka mikrofalowa – czy może być niebezpieczna?

Katarzyna Cieślak

Instytut Fizyki UJ

Nikt nie lubi, żeby mu zabraniano czegoś bez uzasadnienia. O wiele łatwiej jest przestrzegać zakazów, jeśli rozumie się niebezpieczeństwa grożące w razie ich przekroczenia. Przypomniałam sobie o tym, czytając listę warunków bezpieczeństwa podczas obsługi kuchenki mikrofalowej. Ale czy popularna mikrofalówka może być niebezpieczna?

Promieniowaniem mikrofalowym nazywa się zakres fal elektromagnetycznych o długości od około 1 mm do 1 m. Technika wytwarzania mikrofal bardzo silnie rozwinęła się w czasie II wojny światowej, kiedy zaczęto wykorzystywać je w systemach radarowych. Odkrycia „gotowania za pomocą mikrofal” dokonał przypadkowo amerykański inżynier Percy Le Baron Spencer w 1945 roku, kiedy to stojąc na wprost magnetronu – urządzenia wytwarzającego mikrofałe – zauważył, że czekoladowy baton w jego kieszeni zaczął się topić [1, 2]. Pierwsze mikrofalówki były bardzo niepraktyczne, duże i drogie. Jednak w miarę upływu czasu technologia gotowania przy użyciu mikrofal stawała się coraz łatwiejsza w obsłudze i dzisiaj są to powszechnie stosowane urządzenia kuchenne.

Współczesna kuchenka mikrofalowa składa się z komory o metalowych ścianach, połączonej metalową rurą z magnetronem – rurą próżniową emitującą spójną wiązkę mikrofal, zasilaną za pomocą wysokonapięciowego źródła prądu stałego. Drzwi kuchenki pokryte są metalową siatką o drobnych oczkach, a wewnątrz znajduje się obrotowy stolik, na którym umieszcza się jedzenie. Spróbujmy najpierw wytłumaczyć sobie obecność metalowych ścian i siatki na drzwiach kuchenki, a następnie wyjaśnić, dlaczego podgrzewane jedzenie powinno się obracać. W tym celu musimy się dowiedzieć, co się dzieje, gdy mikrofałe padają na powierzchnię metaliczną oraz na podgrzewany produkt spożywczy.

Pole elektryczne mikrofal, padając na powierzchnię metaliczną, przyspiesza znajdujące się w metalu swobodne elektrony – mikrofałe są w ten sposób absorbowane, ale przyspieszane elektrony stają się źródłem nowych mikrofal – następuje odbicie mikrofal od powierzchni metalu. Takie odbicie następuje nie tylko od ciągłej powierzchni metalicznej. Można w tym celu użyć również siatki metalowej, pamiętając o tym, aby wielkość otworów była dużo mniejsza od długości fali używanych mikrofal. Standardowo w mikrofalówkach wykorzystuje się promieniowanie o częstotliwości 2,45 GHz, co odpowiada długości fali 12,2 cm, tak więc mikrofałe odbijają się doskonale zarówno od wewnętrznych ścianek komory, jak

i od pokrytych siatką drzwiczek. Po odbiciu od ścian mikrofałe interferują ze sobą, tworząc trójwymiarową falę stojącą wewnątrz komory. Zastanówmy się teraz nad tym, dlaczego w zasadach bezpieczeństwa zabrania się wkładania do mikrofalówki metalowych ostro zakończonych przedmiotów. Otóż przyspieszane przez mikrofałe ładunki elektryczne, docierające do ostro zakończonych krawędzi, mogą wytworzyć iskrę, która może wzniecić pożar, padając na fragment łatwopalnego papierowego lub plastikowego opakowania. Należy również pamiętać, że podczas absorpcji mikrofal w materiale o dużej oporności, takich jak cienkie paski metalu, może dojść do wydzielania się dużej ilości ciepła. To dlatego właśnie niebezpiecznie jest używać naczyń zdobionych metalowymi dekoracjami. Ze względu na odbicie mikrofal od powierzchni metalu nie należy też owijać jedzenia w folię aluminiową. Można natomiast podgrzewać jedzenie w płaskich, otwartych metalowych naczyniach.

A w jaki sposób mikrofałe oddziałują z produktami spożywczymi? Zależy to w dużym stopniu od zawartości i rozmieszczenia wody w podgrzewanym produkcie. Mechanizm podgrzewania za pomocą mikrofal polega bowiem na absorpcji mikrofal przez molekuly wody. Polarne cząsteczki wody w zewnętrznym polu elektrycznym ustawiają się w taki sposób, aby ich moment dipolowy był zgodny z kierunkiem pola. Jeśli pole elektryczne będzie się cyklicznie zmieniać, molekuly będą się starały nadążyć za zmianami kierunku pola, zderzając się przy tym z sąsiednimi cząsteczkami. Podczas tych zderzeń część energii elektromagnetycznej zamienia się na ciepło, prowadząc do zwiększenia temperatury. Mikrofałe o częstotliwości 2,45 GHz bardzo dobrze penetrują produkty o rozmiarach ograniczonych wielkością komory kuchenki mikrofalowej, zapewniając równomierną absorpcję energii. Specyfika gotowania w mikrofalówce polega na tym, że jedzenie podgrzewane jest równomiernie w całej objętości. To dlatego na powierzchni pieczonego kurczaka nie tworzy się apetyczna skórka. Traci się oczywiście w ten sposób na smaku, ale również unika się toksycznych związków chemicznych, powstających podczas tradycyjnych metod smażenia. Mechanizm absorpcji energii mikrofal przez cząsteczki wody wyjaśnia, dlaczego pozbawione wody ceramiczne, szklane lub plastikowe naczynia, używane do podgrzewania jedzenia, nie nagrzewają się w trakcie gotowania w mikrofalówce w takim samym stopniu jak samo jedzenie. Wyjaśnia to także specyfikę rozmrażania produktów spożywczych za pomocą kuchenki mikrofalowej. Molekuly wody „uwięzione” w sieci krystalicznej lodu nie mają takiej swobody ruchu jak ciekła woda i w związku z tym nagrzewają się dużo wolniej. Po rozmrożeniu ciecz absorbuje mikrofałe dużo bardziej efektywnie. W trakcie rozmrażania magnetron włącza się i wyłącza cyklicznie. Przerwy w emisji mikrofal są konieczne, aby pozwolić na równomierne rozprzowanie ciepła z miejsc, gdzie nastąpiło już rozmrożenie do pozostałej części potrawy.

Jedną z podstawowych zasad bezpieczeństwa podczas użytkowania kuchni mikrofalowej jest zakaz włączania pustej kuchenki. Wynika on z tego, iż w przypadku gdy nie ma w komorze żadnego ośrodka mogącego absorbować mikrofałę, po wielokrotnych odbiciach od ścianek mogą one trafić z powrotem do magnetronu, co prowadzi do jego zniszczenia.

Nie odpowiedzieliśmy sobie jeszcze na pytanie dotyczące obracającego się stolika, na którym umieszcza się potrawy. Przypomnijmy sobie, że wewnątrz komory kuchenki tworzy się fala stojąca. Gdyby podgrzewany produkt nie poruszał się, układ węzłów i strzałek fali stojącej określałby miejsca, gdzie jedzenie ulegałoby podgrzewaniu w mniejszym lub większym stopniu. Najprostszym rozwiązaniem prowadzącym do równomiernego ogrzewania jest obracanie potrawy.

Falę stojącą w mikrofalówce można wykorzystać do zmierzenia prędkości światła w bardzo pomysłowym eksperymencie [3] z użyciem cukierków piankowych (ang. *marshmallows*). Równomiernie ułożone cukierki umieszcza się na tacy nieobracającej się wewnątrz komory mikrofalówki. Podgrzane cukierki topią się w miejscach, gdzie znajdują się strzałki fali stojącej. Mierząc odległości pomiędzy strzałkami, można znaleźć długość fali mikrofały, a więc również ich prędkość (znając dokładną częstotliwość, podaną przez producenta kuchenki).

Na koniec chciałabym poruszyć jeszcze jeden ciekawy temat związany z podgrzewaniem cieczy w mikrofalówce. Oczywiście jest, że niedopuszczalne jest podgrzewanie żywności w skorupkach lub zamkniętych pojemnikach zawierających ciecz. Wzrost ciśnienia wewnątrz pojemnika może bowiem doprowadzić do wybuchu. Niebezpieczne może być jednak podgrzewanie czystej wody nawet w otwartym pojemniku, a to ze względu na zjawisko przegrzania. Proces wrzenia rozpoczyna się od powstawania tzw. jąder nukleacji – małych bąbelków pary wodnej, pojawiających się w miejscach defektów lub w miejscach bardziej nagrzanych na ściankach naczynia. Jako jądra nukleacji mogą również służyć rozpuszczone w cieczy substancje, takie jak przyprawy lub rozpuszczone w cieczy gazy. Jeśli brak jest jąder nukleacji, ciecz nie zaczyna wrzeć mimo osiągnięcia temperatury wrzenia. W przypadku podgrzewania cieczy w gładkim naczyniu, takim jak szklanka, może nastąpić przegrzanie, a wówczas wystarczy niewielkie zaburzenie, takie jak włożenie łyżeczki, stuknięcie o ściankę lub wsypanie cukru, aby nastąpiło gwałtowne zagotowanie i wybuch cieczy. Aby tego uniknąć, zaleca się pozostawienie w kuchence podgrzewanej cieczy na jakiś czas po wyłączeniu w celu wychłodzenia oraz umieszczanie razem z cieczą łyżeczki lub innego (niezakreślonego ostro) przedmiotu, na którym łatwiej mogą się formować jądra nukleacji. Po wyciągnięciu naczynia z cieczą nie należy pochylać się nad nią podczas wsypania przypraw lub umieszczania w niej jakichkolwiek przedmiotów (woreczek z herbatą, łyżka).

Dla ostrzeżenia warto zobaczyć film nakręcony przez Louisa A. Bloomfielda, znajdujący się na stronie: http://howthingswork.virginia.edu/microwave_ovens.html.

A teraz, drogi Czytelniku – zachęcam do zapoznania się z zasadami bezpieczeństwa użytkowania Twojej kuchenki mikrofalowej! Czy wszystkie zakazy wydają się uzasadnione?

[1] www.ideafinder.com/history/inventions/story068.htm

[2] www.gallawa.com/microtech/history.html

[3] www.bowlesphysics.com/marsh.htm

Godne polecenia:

www.lsbu.ac.uk/water/microwave.html

www.colorado.edu/physics/2000/microwaves

Kulinarne ostrzeżenie Redakcji:

Moja mama robiła kiedyś wspaniały deser: gruszki z wiśniami zanurzone w szodonie waniliowym, z lodami waniliowymi, przykryte kołderką z piany z białek i zapieczone w piekarniku. Pyszota: z wierzchu gorąca warstwa sztywnej pianki, w środku zimne owoce z pysznościami. Izolująca warstwa piany doskonale ochraniała w piekarniku zimne wnętrze.

Takiego deseru oczywiście nie można przygotować w mikrofalówce. W tym wypadku mikrofałe, które szczególnie „lubią” drobiny wody, atakują wnętrza deseru, które się rozciapuje, a pianka (białko) nie ścina się. Deser oczywiście jest jadalny, przypomina jednak ciepłą „zupę nic” z owocami. Nie polecamy.

Z.G-M