



Przegląd materiałów i powłok stosowanych w produkcji naczyń do gotowania

A. Płachcińska^a, T. Tański^b

^a Studentka Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny
email: ola.plachcinska@gmail.com

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Technologii Procesów Materiałowych, Zarządzania i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie
email: tomasz.tanski@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono charakterystykę materiałów oraz powłok stosowanych w produkcji naczyń do gotowania, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu własności mechanicznych oraz składu chemicznego na ich własności użytkowe.

Abstract: This paper presents the characteristics of the materials and coatings used in the manufacture of pots and pans with particular regard to the effect of mechanical properties and chemical composition of their useful properties.

Słowa kluczowe: stal nierdzewna, stal węglowa, żeliwo, stopy aluminium, miedź, powłoka PTFE, powłoka ceramiczna

1. WPROWADZENIE

Kuchnia jest swego rodzaju warsztatem, w którym powstają kulinarne dzieła sztuki. Kucharz podobnie jak rzemieślnik potrzebuje odpowiednich narzędzi, za pomocą których wykonuje swoje dzieła. Cechy użytkowe akcesoriów kuchennych mają ścisły związek z własnościami materiałów, z których są wykonane, rodzajem powłoki oraz konstrukcją wyrobu. Materiały, z których wykonane są naczynia do gotowania są dedykowane do konkretnego rodzaju potraw, dlatego też profesjonalny kucharz powinien posiadać zestaw garnków oraz patelni wykonanych z różnych materiałów. W praktyce najczęściej wykorzystuje się: stale nierdzewne, stale węglowe, żeliwa, stopy aluminium oraz miedź. Jako powłoki ochronne na te wyroby stosuje się przede wszystkim ceramikę lub teflon.

Warunkiem stosowania danego materiału na wyroby w przemyśle spożywczym jest spełnienie określonych wymagań, które są zawarte w Rozporządzeniu WE nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004. Podstawowe kryterium zakłada, że materiały lub wyroby przeznaczone do bezpośredniego lub pośredniego kontaktu z żywnością muszą być wystarczająco obojętne, aby nie powodować przenikania do żywności substancji

w ilościach, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka oraz powodować niemożliwe do przyjęcia zmiany w składzie takiej żywności lub pogorszenie jej cech organoleptycznych [1]. Oprócz przepisów UE wymagania odnośnie takich materiałów są sprecyzowane w normach krajowych. Istnieją także zlecenia projektowe, np. EHEDG (Europejskiej Grupy Projektowej Urządzeń Higienicznych), które powołują się na zapisy zawarte w normach: EN 1672-2 i EN ISO 14159. Zalecenia EHEDG zawierają zasady jakie należy przestrzegać, aby zaprojektowany wyrób cechował się wysoką higienicznością wykonania. Zalecenia EHEDG wskazują na zastosowanie materiałów o odpowiedniej chropowatości powierzchni, jako czynnika determinującego czystość i higieniczność powierzchni elementów mających kontakt z żywnością. Powierzchnia musi być także wolna od wżerów, fałd i szczelin. Zalecenia projektowe podają wskazówki odnośnie zasad projektowania np. dotyczące łączenia elementów w sposób zapewniający łatwość czyszczenia, brak zalegania żywności itd. [2]. Dokumentem potwierdzającym możliwość zastosowania określonego wyrobu w przemyśle spożywczym jest atest higieniczny oraz świadectwo jakości zdrowotnej. Wydawaniem takich atestów i świadectw w Polsce ustawowo zajmuje się Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego (NIZP) – Państwowy Zakład Higieny (PZH).

W artykule przedstawiono charakterystykę materiałów stosowanych na naczynia do gotowania, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu własności mechanicznych oraz składu chemicznego na ich własności użytkowe.

2. PRZEGLĄD MATERIAŁÓW WSTOSOWANYCH DO PRODUKCJI NACZYŃ DO GOTOWANIA

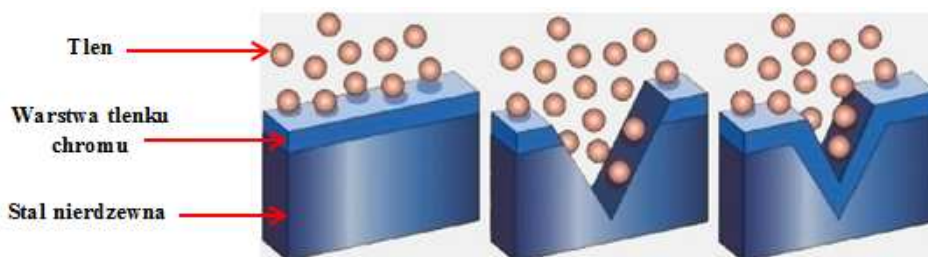
2.1. Stale nierdzewne

Produkty poddawane procesowi gotowania mogą mieć odczyn od kwaśnego po zasadowy. Mogą również znajdować się w różnym stanie skupienia, z tego względu niezwykle ważnym kryterium stawianym naczyniom kuchennym jest odporność korozyjna. Materiał z którego wykonane jest naczynie do gotowania powinien wykazywać wysoką odporność korozyjną w różnych środowiskach, powinien także cechować się odpornością na działanie chemicznych środków czyszczących. Wysoka odporność korozyjna materiału oznacza, że nie wchodzi on w reakcje z produktami znajdującymi się na jego powierzchni.

Do produkcji akcesoriów kuchennych takich jak garnki, patelnie, sztućce itd. stosuje się stal nierdzewną typu 18/0, 18/8 lub 18/10 (18/10 – 18%Cr i 10%Ni). Wyroby wykonane z tego rodzaju stali cechuje wysoka odporność korozyjna w różnych środowiskach, która determinowana jest poprzez skład chemiczny. Odporność na korozję stali nierdzewne uzyskują dzięki niewidocznej warstwie ochronnej tlenków chromu, która tworzy się w stopach przy zawartości minimum 10,5% chromu. Nawet jeśli warstwa zostanie mechanicznie uszkodzona, dojdzie do jej odbudowania w obecności tlenu i własności antykorozyjne stali pozostaną niezmiennione – rysunek 1.

Oprócz chemicznej bierności oraz nietoksyczności stale odporne na korozję posiadają wiele korzystnych własności, które sprawiają, że są one wykorzystywane do produkcji akcesoriów kuchennych. Stale odporne na korozję cechuje dobra obrabialność, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie gładkiej powierzchni. Im mniejsza chropowatość powierzchni tym jest ona bardziej higieniczna ze względu na zmniejszone ryzyko powstawania osadów. Taka powierzchnia jest również łatwiejsza w konserwacji oraz posiada wysokie walory estetyczne. Stale nierdzewne charakteryzują się także wysokimi własnościami mechanicznymi. Posiadają wysoką odporność

na obciążenia udarowe, zużycie ściernie oraz wysoką wytrzymałość zmęczeniową. W zależności od struktury stale mogą wykazywać własności ferromagnetyczne lub paramagnetyczne. Gotowanie na płytach indukcyjnych będzie możliwe jedynie w przypadku zastosowania naczyń wykonanych z materiałów ferromagnetycznych. Stale chromowo-niklowe typu 18/8 i 18/10 wykazują strukturę austenityczną w związku z czym są niemagnetyczne. Natomiast stale nierdzewne bez dodatku niklu o stężeniu 18%Cr wykazują strukturę ferrytyczną i są magnetyczne (18/0) [4].



Rysunek 1. Schemat mechanizmu odbudowy ochronnej warstwy pasywnej stali nierdzewnych o zawartości minimum 10,5% chromu (opracowano na podstawie [3])

Figure 1. Schematic reconstruction of the mechanism of the protective passive layer of stainless steels containing a minimum of 10.5% chromium (based on [3])

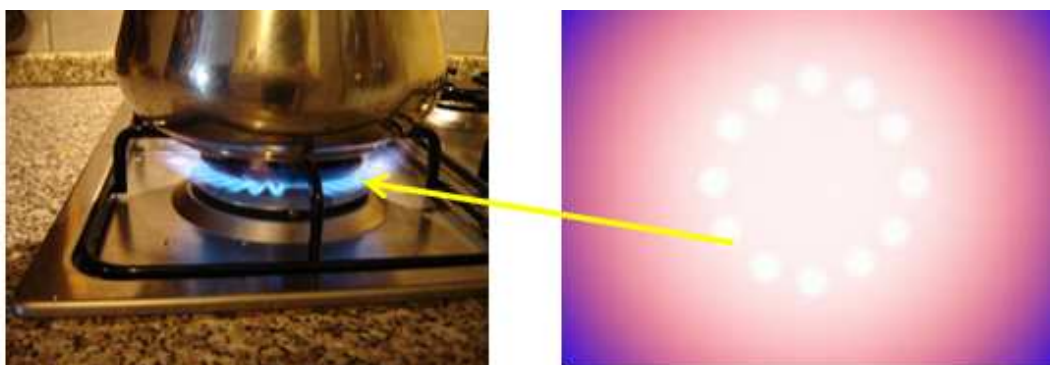
Stale odporne na korozję mogą pracować w szerokim zakresie temperatur jaki występuje podczas przygotowania jedzenia, są odporne na gwałtowne zmiany temperatury – szoki termiczne. Ich wadą jest niska przewodność cieplna, co skutkuje jej nierównomierną dystrybucją wewnątrz naczynia – tablica 1.

Tablica 1. Przewodność cieplna materiałów stosowanych do produkcji naczyń do gotowania [5]

Table 1. Thermal conductivity of the materials used in the manufacture of pots and pans [5]

Materiał	Przewodność cieplna, W/m*K
Miedź	401
Aluminium	273
Żeliwo	80
Stal węglowa	51
Stal nierdzewna	15

Podczas gotowania ciepło kumuluje się na dnie naczynia dlatego należy często kontrolować stan potrawy znajdującej się w jego wnętrzu, gdyż istnieje duże ryzyko jej przypalenia. W celu identyfikacji przewodności cieplnej stali nierdzewnej przeprowadzono badanie [5] polegające na nagraniu arkusza blachy wykonanego ze stali chromowo-niklowej typu 18/10 przy zastosowaniu palnika gazowego. Monitorowano temperaturę w poszczególnych miejscach. Zaobserwowano, że obszar znajdujący się bezpośrednio nad palnikiem wykazywał znacznie wyższą temperaturę niżeli strefy niebędące bezpośrednio wystawione na jego oddziaływanie – rysunek 2. Silna, punktowa koncentracja ciepła w obszarze znajdującym się bezpośrednio nad palnikiem świadczy o niskiej zdolności do przewodzenia ciepła przez tą stal. Pozostała część arkusza nagrzewała się znacznie wolniej. Problem ten można zmniejszyć stosując grubsze blachy na dno garnka (mniejsze różnice temperatury powierzchni dna garnka).



Rysunek 2. Strefy temperaturowe arkusza blachy po podgrzaniu palnikiem gazowym. Kolor biały – temperatura najwyższa, kolor niebieski – temperatura najniższa, kolor różowy – temperatura pośrednia (opracowano na podstawie [5])

Figure 2. Steel sheets temperature zones after heating. White color – the highest temperature, blue color – the lowest temperature, pink color – intermediate temperature (based on [5])

2.2. Stale węglowe

Do produkcji garnków i patelni wykorzystuje się również stale węglowe. W składzie chemicznym tego typu stali nie ma wystarczającej ilości chromu (min. 10,5%), dla zapewnienia wysokiej odporności korozyjnej, dlatego naczynia ze stali węglowej posiadają powłoki ochronne w celu zwiększenia ich odporności na korozję. Najczęściej stosowane są powłoki ceramiczne. Ceramika jako materiał obojętny nie wchodzi w reakcję chemiczną z produktami znajdującymi się na jej powierzchni. Dzięki zastosowaniu powłoki ochronnej ewentualne produkty korozji stali węglowej nie przedostają się do potraw. W przypadku gdy dochodzi do mechanicznego uszkodzenia bariery stal-ceramika, jony metalu mogą swobodnie migrować do potrawy. Ryzyko wystąpienia tego rodzaju uszkodzeń jest stosunkowo małe gdyż ceramika charakteryzuje się wysoką odpornością na ścieranie. Naczynia ze stali węglowej mogą być również pokrywane emalią, która spełnia rolę ochronną podobnie jak ceramika. Powłoki emaliowane charakteryzują się niższymi własnościami trybologicznymi niżeli powłoki ceramiczne. Są narażone na łuszczenie i pękanie, ponieważ wykazują znaczną twardość i kruchość. Wadą powłok wykonanych z emalii jest również słaba przyczepność do podłoża. Niewątpliwą zaletą naczyń z powłoką ceramiczną są wysokie walory estetyczne, ze względu na możliwość utworzenia różnorodnych, kolorowych wzorów na ich powierzchni – rysunek 3.



Rysunek 3. Przykład zastosowania emalii jako powłoki ochronnej garnka ze stali węglowej [6]

Figure 3. An example of the application of the enamel as a protective coating of carbon steel pots [6]

Nazwa stal węglowa pochodzi od jednego z jej głównych składników stopowych tj. węgla. Pozostałe pierwiastki znajdujące się w tych stalach pochodzą z przerobu hutniczego (mangan, krzem, aluminium) lub są zanieczyszczeniami (siarka, fosfor). Do produkcji akcesoriów kuchennych zaleca się stosowanie stali średniowęglowej (maks. 0,7%C) ze względu na możliwość ich swobodnego kształtowania w wyniku obróbki plastycznej. Stale średniowęglowe posiadają zespół własności mechanicznych umożliwiających ich zastosowania na tego typu wyroby. Wytrzymałość na rozciąganie R_m wynosi ok. 600 MPa, przy wydłużeniu wynoszącym ok. 20% [7]. Stale węglowe charakteryzują się większą przewodnością cieplną niżeli stale nierdzewne, dlatego istnieje mniejsze ryzyko przypalenia potrawy podczas gotowania w garnku wykonanym z tego typu stali [5]. Znaczącą zaletą stali węglowej jest także jej cena, która jest o wiele wyższa niżeli stali nierdzewnej.

2.3. Żeliwo

Żeliwo jest jednym z materiałów od dawna wykorzystywanych do produkcji garnków i patelni. Garnki i patelnie wykonane z żeliwa nagrzewają się wolno, z drugiej strony jednak świetnie zatrzymują ciepło gdyż materiał ten charakteryzuje się dużą pojemnością cieplną. Własność ta okazuje się przydatna przy przygotowywaniu potraw, które wymagają wolnego gotowania i bezpośredniego serwowania na stół w garnku lub w patelni. Żeliwo charakteryzuje się także dobrą przewodnością cieplną, dzięki czemu możliwa jest stosunkowo równomierna dystrybucja ciepła wewnątrz naczynia. Garnki i patelnie wykonane z żeliwa dostępne są w wersji surowej, emaliowanej lub są pokryte teflonem. Naczynia wykonane z surowego żeliwa wymagają odpowiedniego przygotowania powierzchni przed ich pierwszym użyciem ze względu na ich stosunkowo dużą chropowatość powierzchni (ok. 0,25-0,8 mm) [8]. Przygotowanie żeliwnych naczyń kuchennych do użytku polega na nasmarowaniu powierzchni garnka lub patelni niewielką ilością oleju i podgrzaniu naczynia wewnątrz piekarnika. Nagrzane naczynie należy odstawić aby ostygło, a następnie wytrzeć nadmiar oleju. Podczas tego procesu, nierówności powierzchni zostają wypełnione, staje się ona jednolita i gładka. W wyniku tego zabiegu ryzyko przywierania potraw zmniejsza się. Aby nie wysuszyć materiału podczas pozbywania się warstwy tłuszczu, patelnię należy wyczyścić, używając do tego czystej wody. Nie zaleca się stosowania chemicznych środków czyszczących, dlatego iż powodują one nadmierne odtłuszczenie powierzchni żeliwnego naczynia. Surowe żeliwo charakteryzuje się bardzo niską odpornością korozyjną, z tego względu naczynie bezpośrednio po umyciu należy wytrzeć do sucha. Wadą garnków i patelni wykonanych z tego materiału jest fakt, że wchodzi on w reakcje z różnymi substancjami. Kwasowe produkty żywnościowe (np. cytryna lub pomidor) mogą doprowadzić do dekoloryzacji i przesiąkania potraw metalicznym posmakiem. Patelnia może stracić kolor z powodu kontaktu ze słonymi i kwasowymi produktami żywnościowymi [9]. Z żeliwa najczęściej wykonuje się patelnie, woki oraz brytfanny – rysunek 4.

W celu poprawy jakości powierzchni oraz zwiększenia odporności korozyjnej naczynia żeliwne podobnie jak w przypadku naczyń ze stali węglowej mogą być pokrywane teflonem lub emalią. Umożliwia to czyszczenie naczyń przy pomocy chemicznych środków czyszczących bez ryzyka uszkodzenia powierzchni. Emalia stanowi warstwę szklistą, która charakteryzuje się wysoką odpornością na ścieranie. Badania potwierdziły, że zaleca się przygotowanie potraw dla alergików w naczyniach pokrytych emalią lub ceramiką, ze względu na ich obojętny odczyn, a także ze względu na to że nie wchodzi one w reakcje chemiczne z potrawą. Wadą emalii jest to, iż jest ona wrażliwa na gwałtowne zmiany temperatury w skutek czego dochodzi do przerwania ciągłości powłoki [9]. Zaletą naczyń

wykonanych z żeliwa jest to, że mogą być wykorzystywane do gotowania na kuchenkach indukcyjnych. Jest to możliwe dzięki ferromagnetycznym właściwościom żeliwa.



Rysunek 4. Przykład naczyń wykonanych z żeliwa [9]

Figure. 4. Examples of cookware made of cast iron [9]

2.4. Aluminium i jego stopy

Aluminium charakteryzuje się bardzo dobrą przewodnością cieplną – ok. $273 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, co zapewnia szybkie i równomierne rozprowadzanie ciepła. Własność ta czyni garnki i patelnie wykonane ze stopów aluminium idealnymi naczyniami do przygotowywania potraw, które łatwo się przypalają np. na bazie mąki i/lub mleka. Ryzyko przywierania potraw do naczynia jest niewielkie, ponieważ potrawa jest podgrzewana z kilku stron, a regulacja temperatury jest łatwa i szybka, co również zapobiega przypaleniom. Dzięki dużej przewodności cieplnej aluminium szybko się nagrzewa, co pozwala na znaczną oszczędność energii.

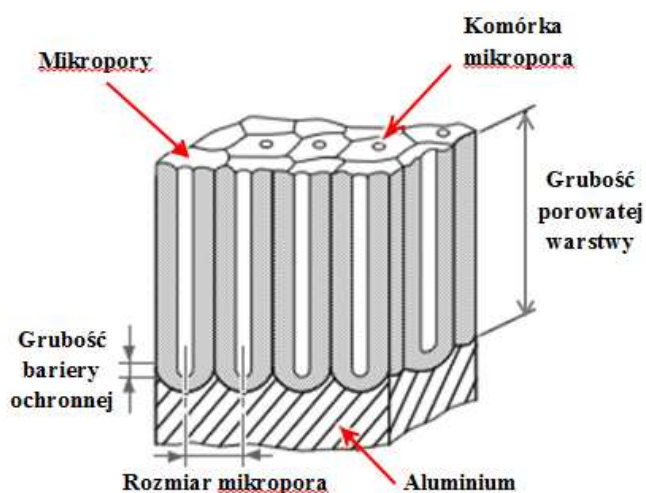
Aluminium cechuje również mała gęstość, która dla czystego aluminium wynosi 2720 kg/m^3 . Dla porównania gęstość stali nierdzewnej wynosi ok. 7830 kg/m^3 . Garnki nie są wytwarzane jedynie z czystego aluminium, lecz z jego stopu – siluminu. Jest to odlewniczy stop aluminium z dodatkiem krzemu w ilości co najmniej 5%, oraz innymi (o mniejszym udziale procentowym) dodatkami takimi jak miedź, magnez, mangan i nikiel. Stop ten charakteryzuje się dobrą lejnością, małym skurczem, dobrą odpornością na pęknięcie oraz dobrą odpornością korozyjną (poza środowiskiem kwaśnym) [10]. W porównaniu do stali nierdzewnej, stopy aluminium są stosunkowo miękkie – charakteryzują się niską odpornością na ścieranie. Dlatego z garnkami i patelniami z aluminium i jego stopów należy się obchodzić delikatnie i podczas gotowania w nich stosować wyłącznie akcesoria kuchenne wykonane z miękkich tworzyw lub drewna.

W celu zwiększenia twardości powierzchni oraz odporności korozyjnej naczynia stosuje się proces anodowania aluminium. Proces ten polega na wytworzeniu na powierzchni aluminium powłoki tlenkowej Al_2O_3 . Wytworzenie grubej ochronnej powłoki jest możliwe w specjalnie kierowanym procesie korozji w środowiskach utleniających, zarówno kwaśnych jak i alkalicznych. Warstwa tlenku wytworzona na aluminium bądź jego stopach metodami elektrolitycznymi charakteryzuje się wysoką twardością, dużą odpornością na ścieranie, idealną przyczepnością uniemożliwiającą oderwanie od podłoża, oraz dużą inertnością chemiczną zapewniającą ochronę metalu przed słabo agresywnymi środowiskami [11,12]. Proces anodowania składa się z kilku podprocesów:

- mechaniczne oczyszczenie powierzchni,
- odtłuszczenie,
- polerowanie elektrochemiczne lub trawienie,

- anodowanie,
- barwienie (opcjonalnie),
- uszczelnianie.

Proces prowadzi się przeważnie przy użyciu prądu stałego 12÷20 V. Anodą w tym procesie jest obrabiany przedmiot, a elektrolitem roztwór kwasu siarkowego (ewentualnie chromowego lub szczawowego). Wytworzona warstwa tlenku jest prawie bezbarwna, ma grubość 5÷30 μm , charakteryzuje się porowatą strukturą. Porowatość powłoki umożliwia jej barwienie, najczęściej przy wykorzystaniu barwników organicznych. Dla właściwej ochrony aluminium przeprowadza się proces uszczelniania porowatej warstwy tlenku we wrzącej wodzie lub pasywatorze, np. 10% wodnym roztworze $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ [11,12]. Powierzchnia aluminium po procesie anodowania została schematycznie przedstawiona na rysunku 5.



Rysunek 5. Schematyczne przedstawienie powierzchni aluminium po procesie anodowania (opracowano na podstawie [13])

Figure 5. Schematic representation of the aluminum surface after anodizing process (based on [13])

Warstwa tlenku wytworzona w procesie anodowania jest wrażliwa na działanie kwasów, dlatego może ona ulec degradacji pod wpływem kwasowych produktów, takich jak sos pomidorowy czy sos pomarańczowy przechowywanych w garnku lub na patelni przez dłuższy czas. Garnki i patelnie z aluminium pokrywa się również ceramiką. Naczynia aluminiowe bez powłoki ochronnej wchodzi w reakcję z różnymi czynnikami przez co łatwo tracą kolor, a jony metalu przedostają się do potrawy. Przeprowadzono badania które wykazały, że aluminium stanowi zagrożenie dla ludzkiego zdrowia. Jony aluminium obecne w ciele człowieka mogą powodować urazy neurologiczne. Zmiany wywołane przez aluminium leżą u genezy choroby Alzheimera, dlatego bardzo ważne jest stosowanie powłok ochronnych na naczynia wykonane z tego materiału.

2.5. Miedź

Cechą charakterystyczną miedzi jest bardzo duża przewodność cieplna, największa spośród materiałów stosowanych w produkcji naczyń do gotowania. Przewodność cieplna miedzi wynosi 401 $\text{W/m}\cdot\text{K}$, jest ona prawie 26 krotnie większa niżeli stali nierdzewnej. Podobnie jak

w przypadku garnków aluminiowych, garnki miedziane idealnie nadają się do przyrządzania potraw, które łatwo się przypalają. Zastosowanie naczyń miedzianych pozwala na oszczędność energii zużywanej podczas gotowania, a tym samym skraca czas przygotowywania potraw. Miedź posiada właściwości antybakteryjne, dlatego naczynia wykonane z tego materiału cechują się dużą higienicznością. Miedź charakteryzuje się również wysoką odpornością na korozję [14].

Miedź jest materiałem o niskiej odporności na ścieranie, dlatego wewnętrzna strona garnków i patelni mająca kontakt z potrawą pokrywana jest cienką powłoką ze stali nierdzewnej. Przeciwdziała to przedostawaniu się miedzi do żywności, a także ułatwia czyszczenie naczyń. Naczynia miedziane są bardzo rzadko stosowane ze względu na ich wysoką cenę. Ma to związek z wysoką ceną tego surowca, która wynika z trudności oraz energochłonności procesu jego pozyskiwania z rudy oraz wysokim popytem na ten materiał w przemyśle elektronicznym oraz budownictwie [14]. Przykładowe naczynia do gotowania wykonane z wykorzystaniem miedzi zostały przedstawione na rysunku 6.

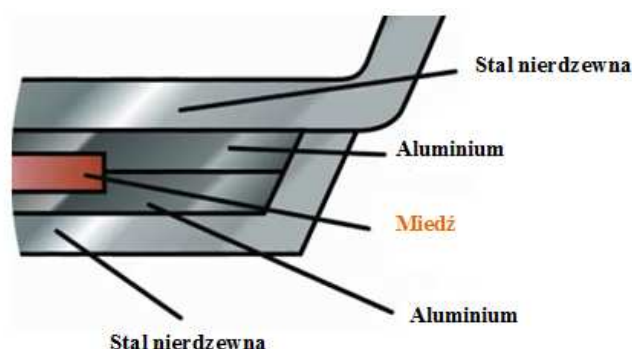


Rysunek. 6. Przykład miedzianych naczyń do gotowania [15]

Figure 6. Examples of cookware made of copper [15]

2.6. Naczynia o budowie wielowarstwowej

Coraz większym zainteresowaniem cieszą się garnki o budowie wielowarstwowej. Ich rosnąca popularność ma związek z korzystnymi właściwościami, które stanowią wypadkową właściwości materiałów składowych. Konstrukcja tego typu naczyń stanowi połączenie stali nierdzewnej z miedzią lub aluminium. Stal nierdzewna jest jednym z najbardziej wytrzymałych i odpornych na uderzenia oraz korozję materiałem, dlatego też stanowi idealną bazę do produkcji garnków i patelni. Jej wadą jest jednakże słabe przewodzenie ciepła, przez co skupia się ono na dnie naczynia powodując przypalenia potraw. Można temu zaradzić poprzez umieszczenie metalu dobrze przewodzącego ciepło (aluminium i/lub miedź) pomiędzy warstwami stali nierdzewnej – rysunek 7. Stosowane są również rozwiązania, w których oprócz aluminium lub miedzi łączone są dwa typy stali nierdzewnej np. stal 18/10 ze stalą 18/0. Rozwiązanie tego typu jest stosowane ze względu na ferromagnetyczne właściwości stali 18/0, które umożliwiają stosowanie naczyń do gotowania wykonanych z tej stali na płytach indukcyjnych. Tego typu rozwiązania są stosowane najczęściej w odniesieniu do dna garnka, gdyż jest to strefa która decyduje o przepływie energii cieplnej ze źródła ciepła do składników znajdujących się w naczyniu. Produkowane są również garnki, które całościowo stanowią konstrukcję wielowarstwową [9,16]. Dużą zaletą naczyń tego typu jest możliwość ich mycia za pomocą chemicznych środków czyszczących.



Rysunek. 7. Schemat dna garnka o budowie wielowarstwowej
Figure 7. Diagram of multi-layered pot's bottom

3. RODZAJE POWŁOK STOSOWANYCH W PRODUKCJI NACZYŃ DO GOTOWANIA

3.1. PTFE („teflon”)

PTFE został po raz pierwszy zsyntezowany w roku 1938 przez Roya Plunketta. Jego początkowe zastosowanie miało związek z przemysłem zbrojeniowym. W latach 50-tych materiał ten „udostępniono” cywilom – znalazł zastosowanie w przemyśle spożywczym. PTFE (politetrafluoroetylen) powszechnie znany jako „Teflon” – termoplastyczny polimer, który stosowany jest jako powłoka ochronna garnków i patelni. Określenie „Teflon” jest często używane do opisanie powłoki PTFE, ale w rzeczywistości jest to zastrzeżona nazwą firmową – rysunek 8.



Rysunek 8. Oznaczenie wyrobów zawierających Teflon [18]
Figure 8. Symbol used for products containing Teflon [18]

Powłoka PTFE stanowi nieprzywierającą warstwę, chroniącą garnki i patelnie przed przypaleniem (współczynnik tarcia wynosi 0,05 do 0,10). Wadą PTFE jest niska odporność na ścieranie, dlatego z naczyniami pokrytymi tego rodzaju powłoką należy się obchodzić delikatnie i podczas gotowania w nich stosować wyłącznie akcesoria kuchenne wykonane z miękkich tworzyw lub drewna. Twardość teflonu wynosi ok 58 HRC [17,18].

Politetrafluoroetylen topi się w temperaturze 327°C, w temperaturze ok. 260 °C przechodzi z fazy krystalicznej do fazy ciekłokrystalicznej, w której staje się przezroczysty i stosunkowo

miękki – ale nie płynny. Ze względu na to naczynia kuchenne z powłoką PTFE mogą być użytkowane w temperaturze do 250°C. Powyżej tej temperatury powłoka może emitować toksyczne gazy. PTFE charakteryzuje się małą reaktywnością chemiczną, ze względu na stabilność wiązania węgiel-fluor, dzięki temu nie wchodzi w reakcje ze składnikami potraw, ani środkami czyszczącymi [18]. Politetrafluoroetylen jest наносzony na patelnie poprzez rozpylanie, powłoka przywiera do podłoża na zasadzie retencji. Przed nałożeniem teflonu patelnia jest piaskowana aby uzyskać nierówną, chropowatą powierzchnię, co umożliwi odpowiedni stopień wnikania cząstek PTFE w materiał bazowy. Cienką warstwę tworzywa następnie poddaje się spiekaniu [19].

Pomimo wielu zalet powłok teflonowych wynikających z ich unikatowych właściwości, przypuszcza się, że może on być zagrożeniem dla zdrowia. Przypuszczenia na temat niebezpiecznych właściwości teflonu pojawiły się po opublikowaniu wyników wstępnych badań niezależnej Komisji Doradczej ds. Nauki przy amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (EPA – *Environmental Protection Agency*), które miały wykazać, że składnik teflonu – kwas perfluorooktanowy może wywoływać raka u szczurów. Zaobserwowano, że związki należące do grupy PFC wykazują tendencję do odkładania się w tkankach mózgowych, zwłaszcza w podwzgórzcu, i w ten sposób mogą zakłócać pracę hormonów. PFC mogą wpływać negatywnie na układ odpornościowy organizmów i powodować nieprawidłowości rozwojowe. Niektórzy wręcz nazywają teflon „azbestem XXI wieku”. Istnieje wiele opinii na temat szkodliwości teflonu, lecz na dzień dzisiejszy żadne badania mające wykazać, że jest on szkodliwy dla zdrowia człowieka nie zostały dostatecznie potwierdzone.

3.2. Ceramika

Patelnie z powłoką ceramiczną cieszą się rosnącą popularnością ze względu na to, iż wiele osób obawiając się szkodliwego wpływu teflonu na zdrowie wybiera naczynia do gotowania pokryte tego rodzaju powłoką. Ceramika charakteryzuje się obojętnością na działanie chemicznych środków czystości, nie reaguje również z żywnością. Użytkowanie naczyń z tego materiału nie niesie ze sobą żadnych konsekwencji zdrowotnych nawet w przypadku uszkodzenia powłoki, gdyż cechuje ją biotolerancja w organizmie ludzkim. Powłoka ceramiczna podobnie jak teflonowa zapobiega przywieraniu potraw do naczynia, co zmniejsza ryzyko przypalenia potrawy (mała chropowatość). Ceramika charakteryzuje się dużą odpornością na ścieranie, jednakże jest to materiał kruchy dlatego należy chronić go przed uderzeniami. Charakteryzuje się również dużą twardością oraz żarowytrzymałością. Ceramika nie jest odporna na szoki termiczne, dlatego nie należy myć nagrzaną patelnię w zimnej wodzie – należy poczekać aż wystygnie. Powłoki ceramiczne na patelnię nakładana się metodą natryskową [14,20].

4. PODSUMOWANIE

Na rynku dostępny jest szeroki wybór naczyń do gotowania, zarówno pod względem konstrukcyjnym jak i materiałowym. Materiał i powłoka w dużej mierze decydują o właściwościach garnka lub patelni oraz o ich przydatności do przygotowywania konkretnych rodzajów potraw. Istnieje ścisły związek między funkcjonalnością a materiałem, najbardziej korzystne może się okazać posiadanie we własnej kuchni garnków i patelni wykonanych z różnych materiałów.

Najważniejsze kryteria stawiane naczyńiom do gotowania obejmują: przewodność cieplną, odporność korozyjną, odporność na ścieranie, chropowatość powierzchni, własności magnetyczne (w przypadku zastosowania na płytach indukcyjnych), cenę. Nie istnieje materiał, który spełniałby dostatecznie wszystkie wymienione kryteria. Cechą charakterystyczną aluminium i miedzi jest wysoka przewodność cieplna, stali nierdzewnej – odporność korozyjna oraz odporność na ścieranie, żeliwa – pojemność cieplna oraz własności ferromagnetyczne. Połączenie tych własności zapewniają naczynia o budowie warstwowej, niestety jest to rozwiązanie stosunkowo drogie. Korzystnym rozwiązaniem może być zastosowanie powłok ochronnych. Warstwa teflonu lub ceramiki zapewnia ochronę materiału bazowego przed korozją oraz nadmiernym przywieraniem potrawy do powierzchni naczynia. Podczas użytkowania naczyń do gotowania należy zwrócić uwagę na sposób ich czyszczenia, gdyż niektóre materiały są wrażliwe na chemiczne środki czyszczące. Ponadto część materiałów jest podatna na zadrapania, dlatego podczas gotowania w nich należy stosować wyłącznie akcesoria kuchenne wykonane z miękkich tworzyw lub drewna.

Znajomość własności materiałów, z którego wykonane są naczynia do gotowania wspomaga umiejętności kulinarne. Odpowiedni dobór garnka czy patelni umożliwia przygotowanie smacznego oraz zdrowego posiłku.

LITERATURA

1. Rozporządzenie WE nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością.
2. strona internetowa: http://www.ehedg.org/uploads/DOC_08_E_2004.pdf
3. strona internetowa: <http://www.j4stainless.com/bahasa/images/chromiumoxide.jpg>
4. E. Partington, Zastosowanie stali odpornych na korozję w przemyśle spożywczym, Materiały i zastosowania 7 (2008) 1-28. strona internetowa: http://www.stalnierdzewne.pl/sites/default/files/StSt_in_FoodandBeverage_PL_0.pdf
5. strona internetowa: <http://www.cookingforengineers.com/article/120/Common-Materials-of-Cookware>
6. strona internetowa: <http://www.twojeagd.pl/media/catalog/product/cache/1/thumbnail/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/B/0B0305.jpg>
7. B. Seblin, Y. Jahazeeah, S. Sujeebun, K.Y. Wong, Discuss the properties of plain carbon steel, Material Science – MECH 2104, strona internetowa: http://www.uom.ac.mu/faculties/foe/mped/students_corner/notes/enggmaterials/steelbklet.pdf
8. strona internetowa: http://www.engineeringtoolbox.com/surface-roughness-ventilation-ducts-d_209.html
9. strona internetowa: http://www.ikea.com/ms/pl_PL/pdf/20111_pots_and_pans/material_and_surface_PL.pdf
10. J. Pezda, Szacowanie właściwości mechanicznych siluminów na podstawie metody ATND, Zeszyty Naukowe. Mechanika 50 (2001) 71-76.
11. A. Bielański Chemia ogólna, PWN, Warszawa, 1990.
12. G.W. Akimow, Podstawy nauki o korozji i ochrony metali, PWT, Katowice, 1952.
13. strona internetowa: <http://www.misumi-techcentral.com/tt/en/surface/2011/07/087-structure-of-anodizing-layer.html>
14. L.A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT, Warszawa, 2002.
15. strona internetowa: <http://www.garneczki.pl/media/img/products/68e41f79a212ae27f07a6ceb07ff87.jpg>

16. strona internetowa: http://www.berghoff.pl/uploadedFiles/pdf/us_e82395.pdf
17. strona internetowa: <http://www.mindfully.org/Plastic/Teflon/Teflon-HistoryDuPont.htm>
18. strona internetowa: http://www.rjchase.com/ptfe_handbook.pdf
19. strona internetowa: <http://chemistry.about.com/od/polymers/a/How-Teflon-Sticks-To-Nonstick-Pans.htm>
20. strona internetowa: http://www.supremeceramiccookware.com/SC_DR_Mnl_Today Shw_12.12_R1_HiR.pdf