



Produkcja puszek aluminiowych do napojów gazowanych

E. Giza^a, J. Koczuba^a, A. Kotarska^a, J. Konieczny^b, J. Wiśniewska^c

^a Studentki Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych

email: ewelina.giza1666@gmail.com, asia.koczuba@gmail.com, olakotarska@op.pl

^b Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych

email: jaroslaw.konieczny@polsl.pl

^c Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Technologii Procesów Materiałowych, Zarządzania i Technik Komputerowych w Materiałoznawstwie

email: justyna.wisniewska@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono szczegółowy proces wytwarzania puszek aluminiowych do napojów gazowanych na drodze zróżnicowanej obróbki plastycznej oraz zagadnienia związane z ich recyklingiem i wtórnym wykorzystaniem.

Abstract: This article presents particular process of producing aluminum cans used for carbonated drinks by using various forming processes. It also presents issues connected with recycling process, ecology and secondary use of cans.

Słowa kluczowe: aluminium, wytwarzanie puszek aluminiowych, obróbka plastyczna, recykling

1. WSTĘP

Historia puszek metalowych wywodzi się z USA. Po zakończeniu prohibicji w roku 1933, znany niemiecki piwowar rozlał testowo złocisty płyn do puszek z blachy wyprodukowanych przez firmę American Can Co. Przy pojemności 0,33 l puszka ważyła ok. 100 g, czyli niemal pięciokrotnie więcej niż w dzisiejszych czasach. Już dwa lata później pierwsze piwo trafiło na sklepowe półki. Do tej pory puszki służyły głównie do przechowywania mięsa i warzyw jako rezerwy dla wojska. Od 1933 roku prowadzono intensywne badania mające na celu wytworzenie specjalnej powłoki na powierzchni metalu. Powłoka ta miała zapobiec reakcji chemicznej między napojem a metalem przy jednoczesnym zachowaniu obojętności względem smaku, zapachu i innych własności napoju. Ponadto ważnym aspektem była możliwość stosowania danego materiału w środowisku napojów zawierających dwutlenek węgla. Puszki z blachy stalowej nie były idealne. Poza stosunkowo dużą wagą, aż do 1964 roku w celu otwarcia puszki używano noża lub innego ostrego narzędzia, co znacznie

utrudniało korzystanie z tego nowatorskiego rozwiązania. Potrzeba było 33 lat by nastąpił przełom. W 1959 roku Eral Cleon Fraze uzyskał w Urzędzie Patentowym USA patent nr 3.349.949 określający wzór puszkii jaki znany jest obecnie. Zawierał on takie elementy jak kluczyk (nazwany zawleczką) oraz charakterystyczne nacięcie na wieczku umożliwiające bezproblemowe otwarcie puszkii. Od 1964 roku zaczęto sprzedawać puszkii w obecnie znanym standardzie. Pierwsze napoje niegazowane wykorzystujące patent wyprodukowane zostały przez Royal Crown Cola [21÷23].

Początkowo puszkii wykonane były ze zwykłych stalowych blach, a jednym ze wstępnych prób ich rozwoju było wyprodukowanie ich z blachy ocynkowanej. W celu znalezienia najlepszego materiału metalowego do przechowywania napojów prowadzono ciągłe badania i szukano innowacji. Po 25 latach, w 1958 r. opracowano przełomową puszkę aluminiową. Jest ona stosowana po dzień dzisiejszy ze względu na szereg zalet, takich jak na przykład niewielka jej masa. Dzisiejsza puszkii waży niespełna 20 g, a dla porównania butelka około 300÷450 g. Inną zaletą puszek aluminiowych w porównaniu do butelek szklanych i plastikowych jest fakt, że nie przepuszcza ona światła, które ma niekorzystny wpływ na różnego rodzaju napoje [21,23].

2. ALUMINIUM

Aluminium, czyli techniczny glin, jest to lekki kowalny metal o srebrzystobiałej barwie. Zajmuje trzecie miejsce pod względem zawartości w skorupie ziemskiej. Jest on dobrym przewodnikiem ciepła jak i elektryczności. Wykazuje dużą odporność na korozję. Wystawiony na powietrze pokrywa się cienką warstewką tlenku Al_2O_3 , która chroni materiał przed korozją atmosferyczną, działaniem wody, licznych kwasów organicznych, stężonego kwasu azotowego, a także siarkowodoru. Kwasy redukujące HF, HCl, woda morska, pary i jony rtęci powodują przyspieszenie korozji (tab. 1). Aluminium reaguje bezpośrednio z tlenem, fluorowcami, a powyżej temperatury $700^\circ C$ z węglem, azotem i siarką [1,9,10].

Tablica 1. Własności aluminium [1,9,11]

Table 1. The properties of aluminum [1,9,11]

Własności aluminium	
Liczba atomowa	13
Masa atomowa	$26,981539 \pm 0,0000008u$
Gęstość	$2,7 \text{ g/cm}^3$
Temperatura topnienia	$660,1^\circ C$
Temperatura wrzenia	$2520^\circ C$
Przewodność elektryczna (ok. 65% przewodności miedzi)	$37,67 \text{ MS/m}$
Wytrzymałość na rozciąganie stopów aluminium	$70-700 \text{ N/mm}^2$
Moduł Younga	68 GPa
Współczynnik rozszerzalności liniowej	$22,2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
Wysoka plastyczność	
Łatwe łączenie poprzez nitowanie, lutowanie, skręcanie, spawanie i klejenie	
Wysoka odporność na korozję w wielu środowiskach	

Aluminium i jego stopy stosuje się m.in.: w elektronice i elektrotechnice (na przykład na przewody elektryczne ze względu na wysoką przewodność elektryczną i cieplną), na urządzenia dla przemysłu spożywczego i opakowania produktów spożywczych (pozwala na to wysoka odporność na korozję, nietoksyczność i obojętność chemiczna). Ponadto, materiał ten

jest wykorzystywany w procesach odtleniania stali oraz aluminiowania. Szerokie zastosowanie znajduje do budowy zaawansowanej i specjalistycznej aparatury chemicznej. W stanie sproszkowanym można wykorzystać aluminium na farby ochronne, czy też materiały wybuchowe oraz do wydzielania niektórych metali z ich tlenków ze względu na jego duże powinowactwo do tlenu [1,9,10].

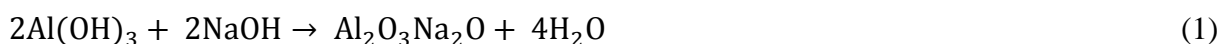
3. WYTWARZANIE ALUMINIUM

Podstawowym surowcem do otrzymywania aluminium jest obecnie boksyt – minerał zawierający do 60% wodorotlenków glinu (hydrargilit, bemit lub diaspor) oraz inne zanieczyszczenia tlenkowe. Jakość boksytu określa się przez analizę składu chemicznego [12,13].

Produkcja aluminium dzieli się na dwa odrębne procesy. Pierwszym z nich jest otrzymanie czystego tlenku glinu, który w następnym etapie na drodze elektrolizy wykorzystywany jest do otrzymania czystego aluminium [12].

Podczas otrzymywania Al_2O_3 należy zadbać o wysoką czystość niezbędną do kolejnego etapu produkcji aluminium. W przypadku wystąpienia dużej ilości zanieczyszczeń osadzą się one wraz z aluminium na elektrodzie ujemnej, obniżając zarazem jakość uzyskanego metalu. Istnieje wiele sposobów otrzymania tlenku aluminium. Najogólniej metody te można podzielić na procesy alkaliczne oraz kwasowe. Metody alkaliczne (np. proces Bayera) wykorzystują oddziaływanie związków alkalicznych takich jak NaOH czy Na_2CO_3 na rudy boksytu. Metody kwasowe natomiast polegają na ługowaniu rudy aluminium roztworami kwasów, np. H_2SO_4 , HCl, HNO_3 , H_2SO_3 . W wyniku tego otrzymuje się sole glinowe i żelazowe, a po oczyszczeniu ich z żelaza poprzez kalcynację i rozkład cieplny, otrzymuje się bezwodny tlenek glinu [2,12].

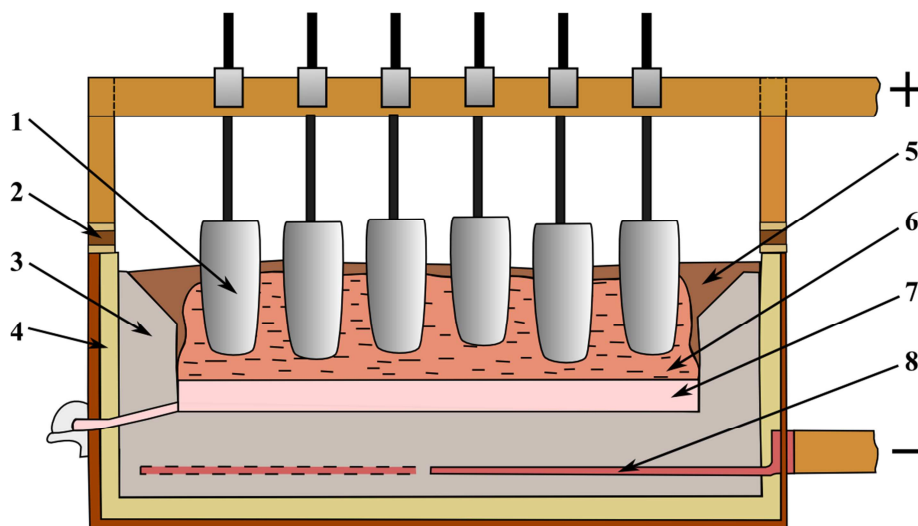
Metoda Bayera jest jednym z popularniejszych sposobów otrzymywania tlenku aluminium. Polega ona na oddziaływaniu roztworem wodorotlenku sodu na rozdrobniony boksyt. Zawarty w surowcu wodorotlenek glinu rozpuszcza się w wodorotlenku sodu tworząc glinian sodowy według reakcji:



Proces rozpuszczania wodorotlenku glinu w wodorotlenku sodu odbywa się w autoklawach pod ciśnieniem kilku atmosfer w podwyższonej temperaturze. Tworzący się w czasie tej reakcji glinian sodowy rozpuszcza się w roztworze, natomiast zanieczyszczenia pozostają w osadzie. Aby oddzielić roztwór od osadu zawartość autoklaw zlewa się do kadzi, w których tworzące zawiesinę zanieczyszczenia po pewnym czasie opadają na dno. W ten sposób łatwo jest oczyścić zgrubnie roztwór. W celu uzyskania lepszego efektu stosuje się filtry pracujące pod ciśnieniem. Z oczyszczonego roztworu strąca się poprzez krystalizację czysty wodorotlenek glinu. W tym celu wprowadza się do roztworu krystaliczny wodorotlenek aluminium, który rozpoczyna proces krystalizacji. Tak uzyskany związek odsącza się i następnie poddaje prażeniu w temperaturze około $1200^\circ C$. W czasie tego procesu następuje odparowanie wody i powstanie czystego tlenku aluminium Al_2O_3 [2,12].

Następnym etapem jest elektroliza Al_2O_3 w celu otrzymania czystego metalu. Jego celem jest dysocjacja tlenku aluminium na jony aluminium i tlenu. Jako elektrolit stosuje się stopiony tlenek aluminium oraz kriolit (fluoroglinian sodu) o wzorze chemicznym $Na_3(AlF_6)$. Minerał ten, podobnie jak tlenek aluminium musi odznaczać się dużą czystością aby otrzymane w procesie aluminium miało jak najwyższą jakość. Główne zanieczyszczenia jakie

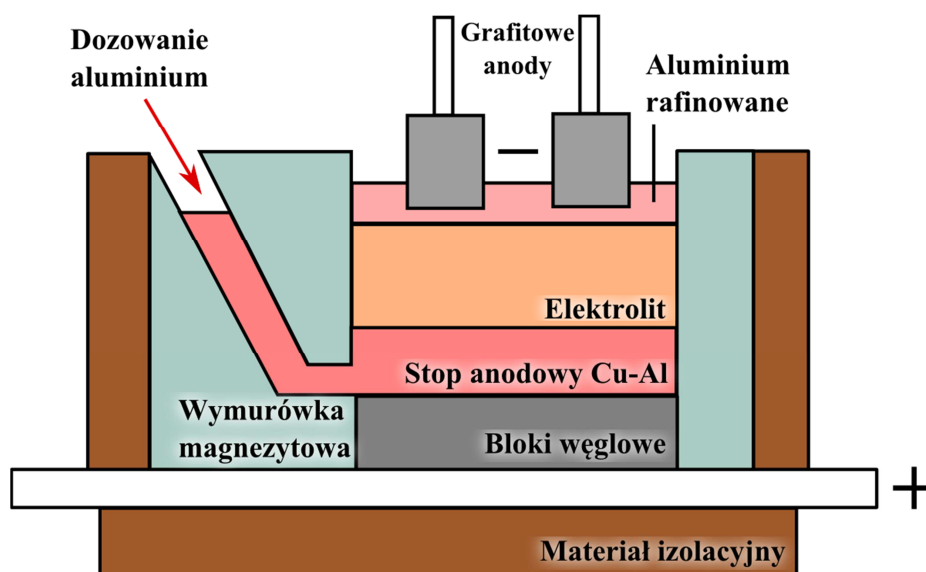
należy wyeliminować to: Fe, Si, S, H₂O. Elektrolizer (rys. 1) zbudowany jest w postaci metalowej wanny wyłożonej materiałem ogniotrwałym. Najczęściej stosowane są w tym celu cegły szamotowe. Na warstwie szamotowej znajduje się warstwa węglowa, która stanowi jednocześnie elektrodę ujemną czyli katodę. Prąd do tej elektrody doprowadzony jest prętami metalowymi wprasowanymi w masę węglową. Nad elektrolizerem znajduje się kilkanaście węglowych elektrod zasilanych prądem przez metalowe pręty (zwykle miedziane lub aluminiowe). Elektrody te stanowią anodę elektrolizera [2,12].



Rysunek 1. Schemat elektrolizera do otrzymywania aluminium: 1 – anoda węglowa, 2 – izolacja elektryczna, 3 – izolacja cieplna, 4 – wykładzina węglowa, 5 – skorupa skrzepniętego elektrolitu + Al₂O₃, 6 – stopiony elektrolit, 7 – ciekły glin, 8 – doprowadzenia prądu do katody [14]
 Figure 1. Scheme of electrolyzer for preparation of aluminum: 1 – carbon anode, 2 – electrical insulation, 3 – thermal insulation, 4 – carbon covering, 5 – crust of solidified electrolyte + Al₂O₃, 6 – molten electrolyte, 7 – liquid aluminum, 8 – current supply to the cathode [14]

W czasie procesu elektrolizy, w temperaturze około 950°C, ciekłe aluminium wydziela się na katodzie, natomiast tlen na anodzie. Tym samym materiał elektrody dodatniej utlenia się. Ciężar właściwy stopionego elektrolitu jest mniejszy od stopionego aluminium, więc metal opada na dno i znajduje się całkowicie pod elektrolitem. Ułatwia to jego spuszczenie z elektrolizera bez większej zawartości zanieczyszczeń. Uzyskane po procesie elektrolizy aluminium (tzw. hutnicze) zawiera do 1% zanieczyszczeń które wpływają niekorzystnie na własności metalu [2,12].

W celu oczyszczenia metalu oraz poprawienia jego własności wykonuje się proces rafinacji, na przykład elektrolitycznej. W czasie tego procesu anodą jest stop składający się z około 70% Al i 30% Cu. Jest to dolna warstwa elektrolizera i ma ona gęstość około 3 g/cm³. Miedź w tym stopie dodawana jest w celu zwiększenia gęstości. Środkową warstwę stanowi elektrolit o niższej gęstości niż anoda. Jego typowy skład to: 23% AlF₃, 17% NaF i 60% BaCl₂. Gęstość elektrolitu wynosi około 2,7 g/cm³. Górną, ostatnią warstwą jest czyste aluminium. Proces rafinacji przebiega w temperaturze około 750°C. Budowę elektrolizera przedstawiono na rysunku 2 [15].



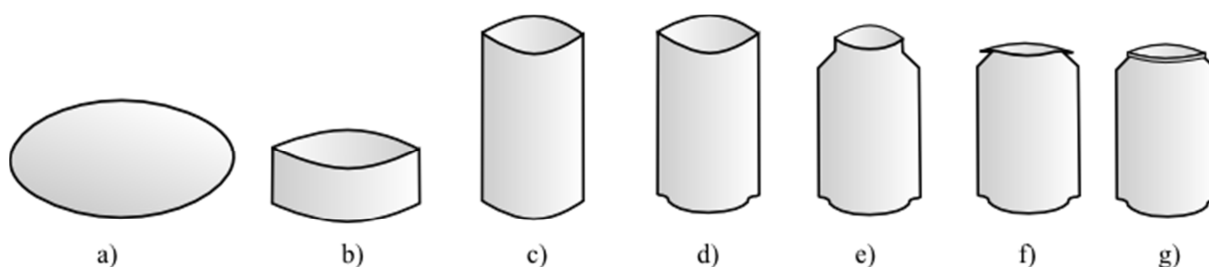
Rysunek 2. Budowa elektrolizera do procesu rafinacji elektrolitycznej [15]

Figure 2. The construction of the electrolyzer for electrolytic refining process [15]

4. PROCES PRODUKCYJNY PUSZEK ALUMINIOWYCH

Prefabrykatem do wytwarzania puszek, wieczka oraz zawleczonej jest blacha aluminiowa o grubości zazwyczaj około 0,2 mm. Otrzymywana ona jest poprzez walcowanie wzdłużne odlanych aluminiowych wlewków. Proces wytwarzania puszek można podzielić na 3 główne etapy: wytworzenie korpusu puszki, wytworzenie wieczka, oraz połączenie powyższych elementów po wypełnieniu puszki napojem [7,8].

Produkcja puszek rozpoczyna się od kółka, które przykładowo dla puszki o pojemności 0,33 l ma średnicę 14 cm. Zatem pierwszym etapem po rozwinięciu blachy aluminium jest wycięcie tych elementów (rys. 3a) za pomocą prasy. To samo urządzenie zagina krawędzie kółek (rys. 3b). W wyniku tego procesu powstaje korpus puszki, który w następnych etapach jest rozciągany i formowany do ostatecznego kształtu. Następnie przeprowadza się proces przeciągania aluminiowego elementu przez szereg coraz węższych matryc, dzięki czemu puszka wydłuża się do wymaganych rozmiarów. Podczas tego procesu puszka jest bardzo intensywnie chłodzona oraz smarowana, w celu zniwelowania wysokiej temperatury powstającej na skutek siły tarcia między formowanym elementem a matrycą. Maksymalna temperatura pracy aluminium wynosi około 200°C, więc w czasie obróbki plastycznej konieczne jest stosowanie intensywnego chłodzenia. Schemat puszki po tym procesie przedstawiono na rysunku 3c. Po zastosowaniu dużej ilości substancji smarujących i chłodzących puszki przechodzą proces sześciopiętowego oczyszczania. Pierwsza i druga kąpiel (mieszanki zawierającej między innymi kwas siarkowy H_2SO_4 czy też fluorowodorowy HF) w temperaturze około 60°C mają na celu usunięcie oleju. Kwas usuwa dodatkowo z powierzchni aluminium cienką warstwę pasywną tlenku glinu Al_2O_3 , co skutkuje większym połyskiem puszek. W czterech kolejnych etapach stosuje się dejonizowaną wodę o neutralnym pH w temperaturze około 60°C. Po oczyszczeniu puszki suszy się w specjalnym piecu. Następnie puszki są przewężane na dnie, malowane oraz kształtowana jest szyjka [1,3,7,8].

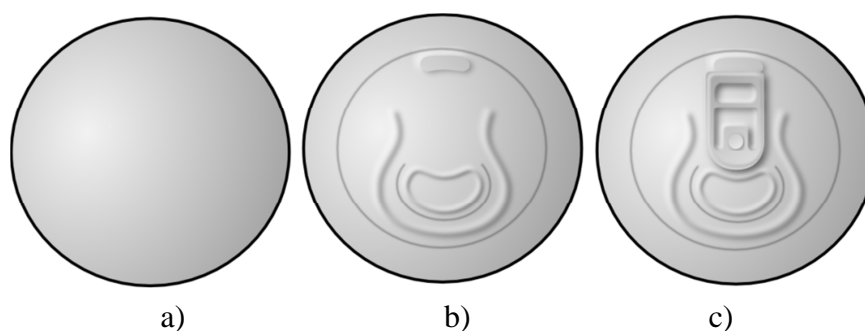


Rysunek 3. Etapy formowania przykładowej puszki aluminiowej [7]
 Figure 3. Steps of forming aluminum cans [7]

Malowanie wykonuje się w procesie sitodruku. Przed rozpoczęciem tego procesu dół puszek powlekany jest specjalnym lakierem, który ma ułatwić przemieszczanie puszek w podajnikach. Dokładność pokrycia sprawdza się poprzez wykorzystanie kamer i oprogramowania służącego do wykrywania najmniejszych nieprawidłowości. Niewidoczne w dziennym świetle pokrycie możliwe jest do sprawdzenia w ultrafiolecie, gdzie powierzchnia pokryta lakierem na wypukłym denku wygląda jak niebieski pierścień. Sitodruk jest metodą pozwalającą na szybkie nałożenie kolorów na dany element z ciągłą powtarzalnością i niezwykle dokładnym odwzorowaniem. Metodą tą można nakładać warstwy na takich materiałach jak folia PCV, papier, tworzywa sztuczne, tkaniny, a także aluminium. Głównym elementem jest wzorec, który po jednej stronie obrotowej stale pokrywany jest farbą, by z drugiej strony mieć styczność z puszką, która także obracając się wokół własnej osi i przylegając do wzorca pobiera farbę i konkretny wzór druku. Podczas produkcji puszek metoda sitodruku ma formę rotacyjną, która umożliwia nałożenie po sobie kilka różnych warstw kolorów. Proces przebiega w niezwykle szybkim tempie, które pozwala na pokrycie warstwą lakieru nawet 1800 puszek na minutę. Przy tak dużej szybkości procesu jedyną metodą sprawdzenia dokładności jest używanie specjalistycznych mierników, tzw. lamp stroboskopowych, które są w stanie zweryfikować cyfrowo jakość elementu wykorzystując efekt stroboskopowy. Lampa używa migającego światła, które padając na obrotowy element wykazuje wrażenie zatrzymania czy nawet zmiany kierunku obrotu. Celowo wykorzystuje się je do obserwacji ruchu ciał szybko poruszających się. Podczas gdy zakład wytwarza prawie 2000 puszek na minutę, jest to jedyna metoda kontroli pomagająca wychwycić błędy w trakcie produkcji. Gdy puszka otrzyma już nadruk następuje pokrycie jej warstwą ochronną, która nie tylko zabezpiecza przed uszkodzeniami mechanicznymi, ale również zapewnia bezpieczne stosowanie puszek dla człowieka. Bardzo istotnym elementem jest kontakt przedmiotu z konsumentem. Lakier musi być obojętny i nieszkodliwy dla organizmu. Wnętrze puszek również jest pokrywane cienką warstwą lakieru akrylowego, którego zadaniem jest oddzielenie aluminium od napoju aby nie miał on metalicznego posmaku. Po całym procesie malowania farba i lakier utwardzane są w procesie suszenia. Następnie wykonywane jest wieloetapowe przewężenie i kształtowanie szyjki puszek. Proces ten przebiega na urządzeniu wykorzystującym ruch obrotowy oraz różnego rodzaju narzędzia formujące aluminium. W pierwszym etapie szyjka zwiężana jest do odpowiedniej średnicy i długości. Schemat puszek po tym etapie przedstawiono na rysunku (rys. 3e). Następnie zagina się brzegi (rys. 3f), a ostatecznie krawędzie zawijają do wewnątrz (rys. 3g). Taka konstrukcja puszek ułatwia klientom picie napojów, oraz nadaje jej bardzo ładny i smukły wygląd. Głównym wymaganie podczas tego procesu jest zniwelowanie jakichkolwiek ostrych brzegów i krawędzi, które mogłyby przeszkadzać czy kaleczyć konsumenta podczas

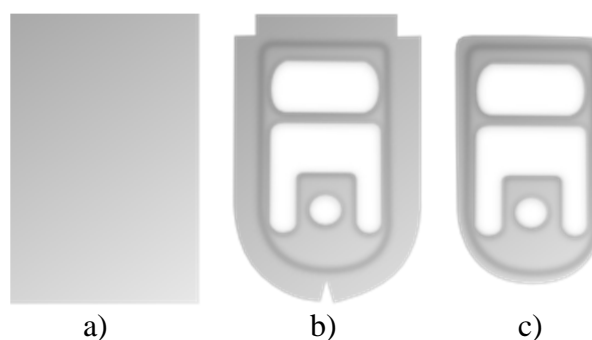
konsumpcji. Wygładzenie tych krawędzi poprzez procesy stępiania i szlifowania jest możliwe, natomiast proces ten jest długotrwały i nie pozwala na uzyskanie satysfakcjonujących rezultatów. Dlatego krawędzie te są zaginane do wewnątrz, co nie tylko daje pewność bezpieczeństwa i jest szybkie w wykonaniu ale dodatkowo nadaje puszcze kolejny element estetyczny [7,8,17].

Wytwarzanie wieczek do puszek rozpoczyna się od wybiccia z blachy aluminiowej kółek o odpowiedniej średnicy, która dla większości wytwarzanych puszek wynosi 7 cm. Następnie, wybite wcześniej kółka trafiają pod prasę, która w bardzo szybkim tempie wytłacza na nich niezbędne do otwarcia puszkii nacięcia i inne wgłębienia. Prasa na tym etapie zagina dodatkowo delikatnie krawędzie wieczka. Na rysunku poniżej przedstawiono schematyczny wygląd wieczka po tym etapie (rys. 4b).



Rysunek 4. Poszczególne etapy powstawania wieczka do puszek aluminiowych
Figure 4. Subsequent stages of formation of aluminum cans lids

Wytworzenie zawlecжки rozpoczyna się od wybiccia z blachy aluminiowej prostokąta o wymiarach 28 mm × 17 mm. W kolejnym etapie element trafia pod prasę, która wycina niezbędne otwory i zagina zewnętrzne krawędzie w celu ich wygładzenia i ułatwienia bezproblemowego otwierania puszkii. Gotową zawleczkę pokazano schematycznie na rysunku poniżej (rys. 5c).



Rysunek 5. Poszczególne etapy powstawania zawlecжки do puszek aluminiowych
Figure 5. Subsequent stages of formation of aluminum cans pins

Połączenie wieczka z zawleczką realizowane jest w procesie jednostronnego nitowania na zimno. Polega to na połączeniu dwóch elementów za pomocą specjalnego trzpienia z tego samego materiału (w tym przypadku aluminiowego). Połączenie następuje przy przyłożeniu odpowiednio dużej siły pozwalającej na odkształcenie materiału i stałe, mocne przytwierdzenie nitu. Nitowanie w przeszłości było powszechnie stosowane w różnego rodzaju konstrukcjach,

ale obecnie wyparte zostało przez techniki zgrzewania, spawania i lutowania. Do połączenia elementów w puszcze aluminiowej, gdzie nie jest wymagana aż tak duża wytrzymałość złącza, metoda ta jest wystarczająca, tania i szybka. Schemat wieczka wraz z przynitowaną zawleczką przedstawiono na rysunku 4c [5,7,8].

Po wlaniu napoju do puszek następuje proces przyłączania wieczka. W pierwszej kolejności jest ono nakładane luźno na puszkę. Następnie prasa z odpowiednią siłą wciska wieczko, tak by zapewnić wymaganą szczelność. Po tym etapie krawędzie wieczka są doginane co zapewnia wysoką jakość połączenia oraz bezpieczeństwo stosowania [7].

Po procesie produkcyjnym i wlaniu napoju o niskiej temperaturze do aluminiowego pojemnika skrapla się na nim woda. Jest to efekt niepożądany w czasie transportu, więc puszkę poddawane są procesowi ogrzewania. W pierwszej kolejności puszkę spryskiwane są wodą o temperaturze 35°C przez 12 minut. Po tym czasie puszkę wraz z napojem osiąga temperaturę 25°C. W kolejnym etapie następuje suszenie i pakowanie do kartonów. Ważnym aspektem podczas produkcji jest kontrola jakości, która przeprowadzana jest na kolejnych etapach w celu szybkiego znalezienia wszelkich możliwych niezgodności oraz ich korektę [7].

5. ASPEKTY EKOLOGICZNE I RECYKLING

W obecnych czasach coraz większą uwagę zwraca się na kwestie ekologii i recyklingu. Akcje społeczne i różnego rodzaju propagowanie tych zachowań zwiększa świadomość konsumentów, którzy częściej sięgają po produkty możliwe do wtórnego przetworzenia. Puszki aluminiowe nadają się całkowicie do ponownego wykorzystania i jest to ich ogromna zaleta, gdyż złoża boksytu nie regenerują się, a ich ciągłe wydobywanie prowadzi do nieuchronnego wykorzystania surowca. Odzyskiwanie puszek aluminiowych nie powoduje obniżenia własności materiału, dzięki czemu można go wielokrotnie przetwarzać [21].

Puszki aluminiowe, z których codziennie korzystają miliardy ludzi, mogą być wielokrotnie przetwarzane i formowane. Pozwala to na zminimalizowanie strat powstających podczas produkcji. Proces wtórnego wykorzystania materiału realizowany jest już na samym początku produkcji. Podczas gdy rolka blachy aluminiowej zostaje umieszczona w podajniku, prasa wycina w niej krążki, które już po kilku chwilach w dalszych procesach zmieniają się w gotowe do napełnienia puszkę. Nie ma możliwości by w trakcie wycinania wykorzystać cały dostępny materiał z blachy aluminium. To co nie zostało wykorzystane, zostaje pod wpływem dużej siły sprasowane. Powstałe w ten sposób wielkie bloki aluminium odsyła się do fabryki w celu powtórnego przetopienia i przetworzenia [7,8].

Wyprodukowana puszka zostaje wypełniona napojem gazowanym. Wszystkie elementy zostają połączone tworząc gotowy produkt, który zostaje przewieziony do sklepów oraz maszyn z automatycznymi podajnikami. Szybko schładzane, lekkie aluminiowe puszkę stały się alternatywą dla ciężkich i nieporęcznych szklanych butelek czy też opakowań z tworzywa sztucznego. Poprzez zwiększanie świadomości konsumentów odpady aluminiowe coraz częściej trafiają do specjalnie oznaczonych pojemników. Fundacje takie jak RECAL kształcą najmłodszych poprzez organizowanie akcji społecznych. Droga od zebrania odpadów aluminiowych po wytworzenie nowego elementu jest kilkusetapowa (rys. 6) [21].

Recykling stwarza wiele korzyści. Użycie aluminiowych puszek z odzysku daje możliwość zaoszczędzenia dużej ilości surowców. Stwierdzono, że są to następująco 4 tony boksytu oraz 700 kg ropy naftowej przy wykorzystaniu 1 tony puszek. Recykling pozwala na obniżenie zanieczyszczenia powietrza oraz wody o ponad 95% w stosunku do wytwarzania aluminium z rudy. Kraj, który stawia na recykling, zwiększa swoją niezależność surowcową. Ponadto,

tworzą się tysiące miejsc pracy – nie tylko w przetwórstwie aluminium, ale także w coraz liczniej powstających skupach tych surowców. Najważniejszym jednak elementem prowadzącym do tego rozwiązania jest koszt procesu, który jest zdecydowanie mniejszy, a co z tym idzie – jest bardzo opłacalny, ponieważ branża aluminium jest aktualnie bardzo dobrze prosperująca. Obserwując statystyki dotyczące odzysku puszek aluminiowych na terenie naszego kraju można zaobserwować znaczny jego wzrost. Procent przetwarzanych surowców w 1995 roku wynosił jedynie 2%, statystyki dotyczące roku 2013 mówią o 79%. Ta ilość przekracza wskaźnik średniej europejskiej, który wynosi obecnie 68%. Sukces ten byłby niemożliwy, gdyby nie fundacje, które aktywnie promują recykling. Organizacja konkursów takich jak “Nowe życie puszki”, prowadzenie akcji “Czyste Tatry”, organizowanie “Letniej Szkoły Ekologicznej” lub udział w projekcie “Najbezpieczniej z puszką”, prowadzą do zwiększenia świadomości obywateli, niezależnie od ich wieku [8,20,21].



Rysunek 6. Schemat przebiegu recyklingu puszki aluminiowej [20]

Figure 6. Scheme of the recycling process of aluminum cans [20]

6. PODSUMOWANIE

Puszka aluminiowa ze względu na swoje własności jest praktycznym i ekologicznym sposobem magazynowania napojów gazowanych. Dzięki niskiej cenie surowca, szybkiej możliwości schłodzenia, lekkości oraz niezwykle dużej wytrzymałości, konkuruje z pojemnikami z tworzyw sztucznych oraz szkła już od ponad pięćdziesięciu lat. Znaczną przewagę daje jej możliwość całkowitego recyklingu. Do tej pory nie znaleziono lepszego materiału metalowego, który sprawdziłby się w tak dobrze w roli pojemnika do napojów gazowanych.

Każdy producent ma dowolność doboru i projektowania własnego, charakterystycznego kształtu i wielkości puszki. Proces produkcyjny niezależnie od powyższych parametrów, jest bardzo podobny. Podczas wytwarzania puszek aluminiowych wykorzystuje się głównie zabiegi z szeroko pojętej obróbki plastycznej blachy aluminiowej.

W czasie zarządzania przebiegiem procesu firmy zwracają dużą uwagę na sprawdzanie jakości wyrobu na każdym etapie produkcji. Ponadto, zintegrowane systemy zarządzania wskazują na aspekty ekologiczne oraz bezpieczeństwo i higienę pracy. Dzięki temu proces nie wpływa negatywnie na środowisko.

Puszki aluminiowe są niezwykle rozpowszechnione w obecnym świecie i z pewnością trend ten będzie się utrzymywał na przestrzeni kolejnych lat jeśli nie wieków.

LITERATURA

1. L.A. Dobrzański, Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe. Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT, Warszawa, 2006.
2. Z. Orman, M. Woźniak, Metalurgia aluminium, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 1972.
3. S. Erbel, K. Kuczyński, Z. Marciniak, Obróbka plastyczna, PWN, Warszawa, 1986.
4. W. Gorecki, Inżynieria wytwarzania i przetwórstwa płaskich wyrobów metalowych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006.
5. J. Łaguna, K. Łypacewicz, Połączenia śrubowe i nitowe, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1986.
6. PN-EN ISO 9000:2006 Systemy zarządzania jakością – Podstawy i terminologia.
7. National Geographic, Megafabryki: Coca-cola, USA, 2011.
8. Discovery, Jak to jest zrobione: Puszki aluminiowe, Kanada, 2001.
9. J. Pacyna, Metaloznawstwo: wybrane zagadnienia, Wydawnictwa AGH, Kraków, 2005.
10. K. Przybyłowicz, Metale i stopy nieżelazne, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 1997.
11. Strona internetowa: <http://matweb.com/search/.....e0&ckck=1>, [dostęp: 28.03.2015].
12. M. Litwińczyk-Kwaśnica, Aluminium. Metody otrzymywania oraz odzysk z materiałów odpadowych, Gospodarka Surowcami Mineralnymi 3/3 (2008) 179-185.
13. Strona internetowa: <http://home.agh.edu.pl/~pwysz/wyklad-09.pdf>, [dostęp: 28.03.2015].
14. Strona internetowa: http://zasoby1.open.agh.edu.pl/....._03.htm, [dostęp: 28.03.2015].
15. J. Wypartowicz, A. Łędzki, P. Drożdż, R. Stachura, Metalurgia metali nieżelaznych. Wykład 11, http://home.agh.edu.pl/.....W11_ALU.pdf, [dostęp: 28.03.2015].
16. Z. Wusatowski, Podstawy walcowania, Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze, Katowice, 1960.
17. Strona internetowa: <http://www.fano.pl/pl/sitodruk-rotacyjny/>, [dostęp: 28.03.2015].
18. A. Hamrol, W. Mantura, Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, PWN, Warszawa, 2002.
19. B. Soliński, Statystyczna kontrola jakości, <http://www.zarz.agh.edu.pl...ntrola.html>, [dostęp: 28.03.2015].
20. Strona internetowa: <http://odpadyblog.pl/wideo-na-w...-aluminium/> [dostęp: 28.03.2015].
21. M. Kucharski, Recykling metali nieżelaznych, Wydawnictwa AGH, Kraków, 2010.
22. J. Oleksiejuk, Historia puszki, <http://kwasnicki.prawo.uni.wroc...20puszki.pdf>, [dostęp: 28.03.2015].
23. Z. Bonderek, Z. Smorawiński, Recykling lakierowanych aluminiowych odpadów opakowań po napojach, Archiwum Odlewnictwa 4/13 (2004) 25-32.