

Dla mniejszych detali

Przygotowanie powierzchni detali pod powłoki malarskie metodą obróbki pojemnikowej

Przygotowanie powierzchni pod powłoki malarskie to zespół różnorodnych zabiegów prowadzących do poprawy przyczepności i trwałości tych powłok. Trwałość powłok malarskich naniesionych na różnorodne powierzchnie zależy bowiem w zasadniczym stopniu od odpowiedniego przygotowania tych powierzchni. Przyjmuje się, że około 50-70% wad powłok malarskich wynika ze złego przygotowania powierzchni. Dotyczy to zarówno dużych konstrukcji, jak i znacznie mniejszych przedmiotów o zróżnicowanej wielkości i masie.

L iteratura firmowa, szczególnie producentów farb i lakierów, czy normy dotyczące obróbki powierzchni pod powłoki malarskie (PN-EN ISO 8501-1) wymieniają następujące stosowane najczęściej metody: czyszczenie szczotkami lub szlifierkami (St), obróbka strumieniowo-ścierna (Sa), czyszczenie ogniowe (Fl) i trawienie (Be). Z wymienionych metod obróbka strumieniowo-ścierna traktowana jest jako podstawowa metoda przygotowania powierzchni pod powłoki malarskie. Dotyczy to szczególnie wyrobów stalowych i żeliwnych [1]. Wymagania w stosunku do powierzchni wyrobów stalowych oczyszczanych metodą strumieniowo-ścierną są szczegółowo opisane w normach ISO 8501, 8502, 8503 i 8504. Przyjmuje się, że powierzchnie tych wyrobów powinny być oczyszczone w stopniu Sa 2½ lub Sa 3.

Powierzchnie pokrywane powłokami ochronnymi powinny być czyste do „białego” metalu, posiadać odpowiednią chropowatość, a ponadto powinny być pozbawione wypływek oraz ostrych krawędzi. Uzyskanie takich wymagań, szczególnie w przypadku małych i bardzo małych detali, metodami obróbki strumieniowo-ścierniej jest bardzo trudne, a często wręcz niewykonalne.

Z niezrozumiałych powodów brak jest w dostępnej literaturze analizy problematyki przygotowania powierzchni detali pod powłoki malarskie metodami obróbki roto-wibracyjnej w pojemnikach, nazywanej też obróbką pojemnikową. Jest to przecież powszechnie

stosowana metoda obróbki, szczególnie detali o masie jednostkowej od kilku do 250 g. Ta powszechność dotyczy również polskiego przemysłu. Niniejsze opracowanie powinno w pewnym stopniu wypełnić tę lukę.

Zadania procesu obróbki pojemnikowej

Obróbka roto-wibracyjna w pojemnikach to coraz częściej stosowana metoda obróbki gładkościowej różnorodnych przedmiotów, szczególnie produkowanych masowo [2-3].

W czasie trwania obróbki pojemnikowej mają miejsce następujące procesy istotne dla przygotowania powierzchni pod powłoki malarskie:

- usuwanie warstw powierzchniowych (tlenkowych, tłuszczu itp.),
- usuwanie zadziorów, stępienie i zaokrąglenie ostrych krawędzi (przy czym zadziory i zalewki odlewów o grubości powyżej 0,4 mm powinny być usunięte przed obróbką pojemnikową przy użyciu ściernic lub ściernych pasów bezkońcowych),
- wygładzanie ściernie powierzchni przedmiotów i nadanie jej oczekiwanej gładkości.

Udział procentowy każdego z tych procesów w konkretnej obróbce zależy od rodzaju przedmiotu, sposobu jego wytworzenia, materiału z którego został wytworzony oraz stanu jego powierzchni przed obróbką.

Parametry procesu obróbki powinny za-

bezpieczyć otrzymanie powierzchni detalu, która jest odpowiednia do nanoszenia powłok malarskich. Odpowiednia powierzchnia to taka, która:

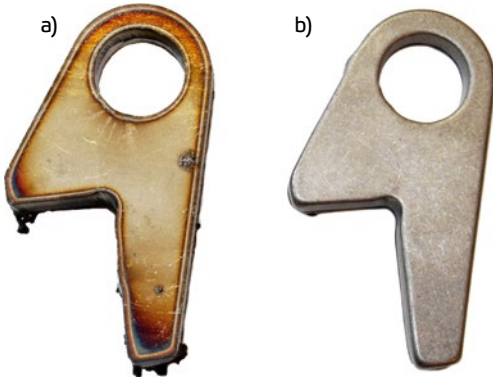
- jest wolna od powierzchniowych zanieczyszczeń takich jak rdza, zgorzelina, wilgoć, oleje, smary itp.,
- pozbawiona jest zadziorów i ostrych krawędzi,
- posiada odpowiednią chropowatość.

Tylko czysta powierzchnia detali i odpowiednio wysoka jej chropowatość zabezpieczają uzyskanie trwałych powłok malarskich (rys. 1).

Rys. 1a przedstawia przedmiot stalowy po wypaleniu laserem, charakteryzujący się nalotem na powierzchni, ostrymi krawędziami, odpryskami po wypaleniu – w takim stanie nie nadaje się do malowania;

Rys. 1b przedstawia ten sam detal po obróbce wibrościerniej prowadzonej na mokro przy użyciu kształtek ceramicznych i odpowiedniego roztworu wspomagającego – czysta powierzchnia z załamanymi krawędziami o wymaganej chropowatości – idealnie nadająca się do malowania.

Chropowatość powierzchni definiowana jako maksymalna amplituda nierówności, czyli tzw. mikrowierzchołków i mikrowgłębień ma znaczący wpływ na przyczepność powłok ochronnych. Przyjmuje się, że wartość wysokości nierówności powierzchni detalu przed malowaniem nie powinna przekraczać 40 µm (parametr Rt) i nie powinna być



Rys. 1. Przedmiot stalowy: a) przed obróbką wibrościerną, b) po obróbce wibrościernej.



Rys. 2. Odlew żaluzowy z widocznymi zadziorami i ostrymi krawędziami przed obróbką.

większa od $\frac{1}{3}$ grubości powłoki malarskiej. Gdy chropowatość powierzchni jest większa należy odpowiednio zwiększyć grubość pokrycia lakierowego celem dobrego pokrycia mikrowierzchołków. W przypadku gdy mikrowierzchołki pokryte są zbyt cienką powłoką, może mieć miejsce przyspieszenia korozji. Dość istotnym problemem jest też uzyskanie jednakowej chropowatości na całej malowanej powierzchni.

Oczyszczanie warstw powierzchniowych jest procesem obróbki ścierniej o dość zróżnicowanym charakterze. Na to zróżnicowanie duży wpływ ma rodzaj obrabianego materiału. Najczęściej mikroskrawaniu za pomocą obróbki pojemnikowej poddawane są przedmioty wykonane ze stopów nieżelaznych, stali, staliw, tworzyw sztucznych i drewna. Dobrym tego przykładem jest obróbka odlewów cynkalowych (stopy ZnAl pospolicie nazywane żaluzami) (rys. 2).

Ciśnieniowe odlewy z cynkali, pomimo na ogół gładkich powierzchni, nie nadają się w stanie surowym do nakładania powłok malarskich. Powierzchnie odlewów mają zarówno makrodefekty (pory, rozwarstwienia, pęknięcia i blizny), jak i mikrodefekty spowodowane głównie przez segregację składników stopu ZnAl w warstwie wierzchniej. Są one efektem różnic temperatury materiału wlewowego i formy metalowej. Oprócz tego, w warstwie przypowierzchniowej odlewów znajdują się utlenione tłuszcze i grafit koloidalny, stosowane jako środki antyadhezyjne do smarowania form. Są też obecne naloty będące tlenkami metali tworzących stop. Obecność defektów i zanieczyszczeń w warstwie przypowierzchniowej wpływa ujemnie na trwałość nałożonych powłok malarskich. Wpływa też negatywnie na estetykę tych powłok.

Grubość warstwy przypowierzchniowej dla większości odlewów cynkalowych nie przekracza na ogół $15 \mu\text{m}$ [4]. Pod tą warstwą

znajduje się czysty i nieporowaty metal, mający strukturę mikrokryształiczną. Grubość tej warstwy nie przekracza na ogół $300 \mu\text{m}$. Pod tą warstwą stop staje się porowaty a jego struktura gruboziarnista. Dobre przygotowanie detali żaluzowych pod powłoki malarskie ma miejsce wówczas, gdy zeskrawana jest tylko warstwa przypowierzchniowa, a warstwie mikrokryształicznej nada się odpowiednią chropowatość. Usunięcie całej warstwy mikrokryształicznej doprowadzić może do odsłonięcia warstwy porów i szczelin między grubokryształicznymi kryształami stopu, w które wnikną płyny obróbkowe. Może to być przyczyną powstawania korozji pod powłoką ochronną.

Powierzchnie metali nieżelaznych stanowią na ogół złe podłoże dla większości powłok malarskich ze względu na trudności uzyskania dobrej przyczepności powłoki. Malowane przedmioty z metali nieżelaznych wymagają starannego przygotowania powierzchni oraz doboru odpowiednich wyrobów lakierowych. Odpowiednio wysoka chropowatość powierzchni detali z metali kolorowych powinna być wspomagana obróbką chemiczną, jak np. fosforanowanie, chromianowanie lub eloksolowanie. Obróbki chemiczne umożliwiają powstanie powłoki konwersyjnej zwiększającej odporność korozyjną metalu i polepszającej przyczepność powłok malarskich.

Stan powierzchni detali stalowych kierowanych przed malowaniem do obróbki pojemnikowej uzależniony jest od takich czynników jak:

- metody przetwórstwa metalu (np. walcowanie na zimno, na gorąco, odlewanie, odkuwanie itp.) oraz takich operacji, jak np. obróbka cieplna, spawanie, operacja toczenia, frezowania, wiercenia czy wykrawania na prasie itp.,
- sposób przechowywania (magazyny suche, na wolnym powietrzu itp.).

W związku z tym na powierzchni detali stalowych mogą poza wypływkami i ostrymi krawędziami występować takie zanieczyszczenia, jak: rdza, zgorzelina, wilgoć, oleje i smary, zendra z procesu spawania, sole nieorganiczne i organiczne, kwasy i alkalia, kurz, pył (rys. 3).

Proces obróbki powierzchniowej powinien zlikwidować wypływkę i ostre krawędzie oraz zapewnić usunięcie tych zanieczyszczeń do czystego metalu i nadanie jego powierzchni odpowiednio wysokiej porowatości (rys. 4).

Malowanie tworzyw sztucznych jest bardzo złożonym procesem i stwarza wiele problemów. Najistotniejszą właściwością decydującą o podatności tworzywa do malowania jest jego napięcie powierzchniowe [5]. Niskie napięcie powierzchniowe i niepolarna budowa tworzywa powodują, że uzyskanie dobrej adhezji wymaga stosowania specjalnych zabiegów. Obróbka powierzchni poprawia zwilżalność podłoża



Rys. 3. Przedmiot stalowy po wycinaniu z widoczną zgorzeliną, ostrymi krawędziami i pozostałościami środków smarnych.



Rys. 4. Przedmiot stalowy po obróbce wibrościernej – przygotowany do malowania.

i adhezję poprzez wzrost napięcia powierzchniowego, nadanie polarności i usunięcie substancji przeciwdziałających. Obecność nawet znikomych ilości środków przeciwdziałających, np. silikonowych, używanych przy formowaniu elementów tworzywowych do oddzielenia gotowych elementów od formy, w poważnym stopniu osłabia przyczepność powłok lakierowych. Ponadto wyroby z tworzyw sztucznych, po wyjęciu z form, mają wypłytki oraz zbyt gładką powierzchnię, aby nanoszona na nią warstwa lakieru lub farby miała dobrą przyczepność do podłoża. Niezbędna jest więc obróbka mająca na celu usunięcie wypływek, warstwy zewnętrznej wyrobu w tym substancji antyadhezyjnej i nadanie powierzchni odpowiedniej chropowatości.

Przedmioty z drewna po operacji cięcia lub obróbki skrawaniem (toczenie, frazowanie, wiercenie) zawierają na swojej powierzchni różnej wielkości drzazgi, fragmenty włókien drzewnych, trociny i pył drzewny. Nanoszenie powłoki malarskiej na powierzchnię przedmiotów z drewna musi być więc poprzedzone obróbką pojemnikową, która oczyści tę powierzchnię z tych fragmentów włókien drzewnych.

Proces obróbki powierzchni w wygładzarkach pojemnikowych

Proces obróbki wygładzającej w wygładzarkach pojemnikowych jest szczegółowo opisany również w opracowaniach książkowych [2,6-7]. Ten rodzaj obróbki powierzchni przedmiotów wytwarzanych masowo umożliwił wyeliminowanie pracy ręcznej oraz intensyfikację procesów obróbki poprzez ich mechanizację czy automatyzację.

Ogromną zaletą obróbki w wygładzarkach pojemnikowych jest możliwość uzyskania homogenicznej struktury powierzchni obrabianych detali, która powinna być czysta, wolna od ostrych krawędzi i naroży. Odpowiednio przygotowana powierzchnia ma zapewniać dokładne i mocne przyleganie farby lub lakieru. Ma wyeliminować pękanie i łuszczenie się warstw malarskich, szczególnie na krawędziach i w innych trudno dostępnych miejscach. Jako fenomen można uznać to, że taki stan powierzchni obróbka w luźnych kształtkach gwarantuje dla wszystkich przedmiotów obrabianych w danym procesie. Proces ten jest niezależny od pory roku, dnia tygodnia, pracownika itp. Postępując zgodnie z wcześniej ustalonymi warunkami technologicznymi, pozwala uzyskać 100% detali prawidłowo

przygotowanych do dalszego pokrycia malarskiego.

Z punktu widzenia przygotowania powierzchni detali pod powłoki malarskie istotne są następujące czynniki mające wpływ na przebieg procesu obróbki powierzchni:

- rodzaj wygładzarki i parametry jej pracy,
- media stosowane do obróbki i ich charakterystyka.

Przy wyborze parametrów procesu obróbki należy uwzględnić fakt, że w analizowanym przypadku jest to proces, który można określić jako obróbka roto-wibracyjna zgrubna. Z tego powodu z wyboru urządzeń należy w zasadzie wyłączyć wygładzarki rotacyjne, czyli popularne bębny polerskie. Stosowane są one coraz rzadziej i w zasadzie tylko do obróbek wykańczających. W większości tego typu urządzeń nie ma bowiem możliwości ciągłego zraszania wsadu i ciągłego odprowadzania produktów ścierania. Utrudniony jest dostęp do obserwacji detali podczas obróbki, a tym samym niemożliwa jest wzrokowa ocena procesu. Jest to bardzo ważne np. podczas obróbki odlewów cynkalowych. Do obróbek detali pod powłoki malarskie stosowane są głównie wygładzarki wibracyjne, a dla drobnych i najdrobniejszych detali o masie kilkunastu gramów wygładzarki rotacyjno-kaskadowe nazywane inaczej odśrodkowymi.

W wygładzarkach wibracyjnych ważnym czynnikiem mającym zasadniczy wpływ na

intensywność procesu obróbki jest możliwość regulacji amplitudy drgań pojemnika roboczego, a także możliwość zmiany prędkości ruchu wsadu roboczego wygładzarki (obrabiane detale z kształtkami), a w przypadku wygładzarek rotacyjno-kaskadowych regulacji prędkości obrotowej stożkowego dna wygładzarki.

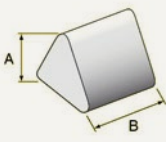
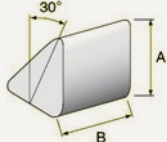
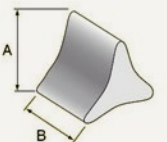
Wśród czynników związanych z mediami, a mających wpływ na efekty procesu obróbki pojemnikowej należy wymienić:

- rodzaj kształtek ściernych (ceramiczne, żywiczne),
- zdolność skrawna kształtek ściernych,
- wielkość i geometrię kształtek ściernych,
- rodzaj płynów wspomagających obróbkę i wielkość ich dozowania w jednostce czasu,
- proporcje składników wsadu roboczego (kształtek i detali poddawanych obróbce).

Kształtki ceramiczne to podstawowe narzędzia zalecane do obróbki detali stalowych przygotowywanych do nakładania powłok malarskich. Powinny one posiadać odpowiednio wysoką zdolność ścierną. W tabl. 1 zamieszczono podstawowy wykaz kształtek ceramicznych zalecanych do obróbki detali stalowych pod powłoki malarskie.

Do tej obróbki detali stalowych należy stosować kształtki ceramiczne, które odznaczają się wysoką zdolnością ścierną. Są to kształtki oznaczone w tabl. 1 symbolami AA (najwyższa skrawność), A, B i BD (najmniejsza skrawność).

Tablica 1. Ceramiczne kształtki ściernie zalecane do obróbki detali stalowych pod powłoki malarskie.

Oznaczenie skrawności kształtek	Graniastosłup G  A × B w mm	Graniastosłup pochyły GP  A × B w mm	Gwiazda 3-ramienna ST  A × B w mm
AA	10 × 10 15 × 15 20 × 20	10 × 10 15 × 15 20 × 20	
A	15 × 15 20 × 20 25 × 25 30 × 30 40 × 40	15 × 15 20 × 20 25 × 25 30 × 30	15 × 7 15 × 15 30 × 15 30 × 25
B	15 × 15 20 × 20 25 × 25 30 × 30 40 × 40	15 × 15 20 × 20 25 × 25 30 × 30	15 × 7 15 × 15 30 × 15 30 × 25
BD	15 × 15 20 × 20 25 × 25 30 × 30 40 × 40	15 × 15 20 × 20 25 × 25 30 × 30	15 × 7 15 × 15 30 × 15 30 × 25



Rys. 5. Kształtki ceramiczne do obróbki detali stalowych pod powłoki malarskie.



Rys. 6. Kształtki żywiczne do obróbki detali z metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych pod powłoki malarskie: AXC (granatowe), AX (brązowe), AXP (zielone), AXK (niebieskie).

Do obróbki w wygładzarce wibracyjnej należy też stosować duże kształtki gwarantujące odpowiednio duże naciski na obrabiane detale. Wybór wielkości i geometrii kształtek uzależniony jest od kształtu obrabianych detali [8]. Na rys. 5 zamieszczono zestaw typowych kształtek ceramicznych stosowanych do obróbki detali stalowych pod powłoki malarskie.

Kształtki żywiczne to podstawowe narzędzia do obróbki detali z metali nieżelaznych oraz tworzyw sztucznych. Zestawienie zalecanych do tej obróbki kształtek żywicznych zamieszczono w tabl. 2, a ich zdjęcia przedstawiono na rys. 6.

Kształtki o charakterystyce AXC posiadają najwyższą zdolność skrawną i takie kształtki powinny być stosowane wszędzie tam, gdzie zachodzi konieczność usunięcia największego naddatku z obrabianych detali. Detale obrabiane przy użyciu takich kształtek uzyskują powierzchnie o największej chropowatości. Jest to powierzchnia odpowiednia do nanoszenia najgrubszych powłok malarskich.

W przypadkach, gdy nie jest niezbędne tak intensywne usuwanie naddatku, stosować można kształtki o mniejszej zdolności skrawnej, czyli kształtki o charakterystyce AX, czy najmniejszej zdolności skrawnej z wymienionych, czyli AXP. W niektórych przypadkach,

np. klamki znalowe, detale wstępnie przygotowywane są za pomocą narzędzi ściernych nasypowych, usuwane są linie podziału i większe wady powierzchniowe. Nadawana jest wtedy wstępna chropowatość powierzchni. Następnie w wygładzarce pojemnikowej przy pomocy kształtek o niskiej skrawności zaokrąglane są tylko krawędzie.

Należy uwzględnić fakt, że wybierając do procesu obróbki kształtki żywiczne, czy też ceramiczne o najwyższej zdolności skrawnej, należy się liczyć z dużym ich zużyciem w jednostce czasu. Istnieje potwierdzona praktyką produkcyjną zasada, że wzrostowi skrawności kształtek towarzyszy zawsze wzrost ich zużywalności. Kształtki o najmniejszej zużywalności to więc kształtki o małej skrawności. Należy więc przyjąć, że dążenie do uzyskania powierzchni detali o odpowiednio wysokiej chropowatości wymagane pod powłoki malarskie wiąże się ze stosowaniem kształtek o dużej zużywalności.

Podobnie jak w przypadku kształtek ceramicznych istotna jest również wielkość i geometria kształtek. Muszą być one dostosowane do rozmiarów i kształtu obrabianych detali.

Udział procentowy detali obrabianych w jednostce objętości wsadu roboczego, czyli stosunek objętości detali do objętości kształ-

tek ściernych, posiada bardzo duży wpływ na efekty procesu obróbki. Przyjmuje się, że stosunek objętości kształtek do objętości obrabianych detali powinien się zawierać w przedziale od 3:1 do 6:1 [2]. W analizowanym tutaj przypadku obróbki, gdzie chodzi głównie o usunięcie warstw tlenkowych, zwiększenie chropowatości powierzchni, usunięcie zadziórów i zaokrąglenie ostrych krawędzi detali dopuszczalny jest większy udział przedmiotów w stosunku do ilości kształtek roboczych.

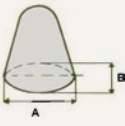
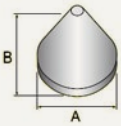
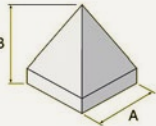
Obróbka powierzchni detali w wygładzarkach pojemnikowych przed naniesieniem na nie powłok malarskich przeprowadzana jest na mokro z udziałem wodnych roztworów płynów wspomagających. Przebieg procesu obróbki uzależniony jest od rodzaju płynu wspomagającego i wielkości jego dozowania. Poszczególni producenci oferują wiele odmian płynów wspomagających, których skład surowcowy spełnia wymogi konkretnego procesu obróbki, np. płyny stosowane do obróbki detali stalowych muszą zawierać m.in. składniki antykorozyjne i odtłuszczające środki powierzchniowo czynne.

Wielkość dozowania płynu jest bardzo ważna, szczególnie w procesach, gdzie następuje usuwanie dużych naddatków z powierzchni detali. Szybkie odprowadzanie z pojemnika wygładzarki produktów ścierania jest warunkiem wysokiej sprawności procesu i czystości detali po obróbce. Ma to miejsce wtedy, kiedy wsad roboczy jest w sposób ciągły zraszany świeżymi porcjami roztworów wspomagających. Brak możliwości ciągłego zraszania wsadu i jednoczesnego odprowadzania produktów ścierania jest główną przyczyną tego, że do obróbki np. odlewów cynkalowych nie znalazły szerszego zastosowania wygładzarki rotacyjno-bębnowe.

Rodzaje detali obrabianych w wygładzarkach pojemnikowych pod powłoki malarskie

W wygładzarkach pojemnikowych poddawane obróbce są różnorodne detale techniczne oraz przedmioty codziennego użytku, które następnie są pokrywane powłokami

Tablica 2. Kształtki ściernie żywiczne zalecane do obróbki detali z metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych pod powłoki malarskie.

Oznaczenie skrawności kształtek	Stożek K	Półparaboloida P	Piramida T
	 A × B	 A × B × C	 A × B
AXC	20 × 20 30 × 30	30 (30 × 18 × 30)	30 (30 × 30) 45 (45 × 45)
AX	30 × 30 40 × 40 50 × 50 60 × 60	30 (30 × 18 × 30) 70 (70 × 40 × 70)	30 (30 × 30) 45 (45 × 45) 60 (60 × 60)
AXK	30 × 30 40 × 40 50 × 50 60 × 60	30 (30 × 18 × 30) 70 (70 × 40 × 70)	30 (30 × 30) 45 (45 × 45) 60 (60 × 60)
AXP	30 × 30 40 × 40		30 (30 × 30) 45 (45 × 45) 60 (60 × 60)

malarskimi. Dominującą pozycję stanowią różnorodne odlewy detali technicznych i przedmiotów codziennego użytku, głównie ze znu, aluminium i stopów magnezu. Wśród odlewów znalazłych są to głównie uchwyty meblowe, klamki drzwiowe, elementy karniszy, galanteria obuwnicza i odzieżowa. Z aluminium i jego różnych stopów wytwarza się klamki okienne i drzwiowe, szyldy, ale głównie różnorodne odlewy techniczne (elektrotechniczne, obudowy urządzeń itp.). Są one standardowo obrabiane przed malowaniem w wygładzarkach pojemnikowych. Możliwość jakie stwarza stosowanie wibrościerniej obróbki pojemnikowej dobrze pokazuje przykład ciśnieniowych odlewów aluminiowych przedstawionych na rys. 7.

Detal przed obróbką zawiera liczne wypłytki, które należy usunąć i ostre krawędzie, które należy zaokrąglić. Powierzchnia odlewu jest niejednorodna i posiada w różnych miejscach różną chropowatość. Wskazują na to dane zamieszczone w tabl. 3.

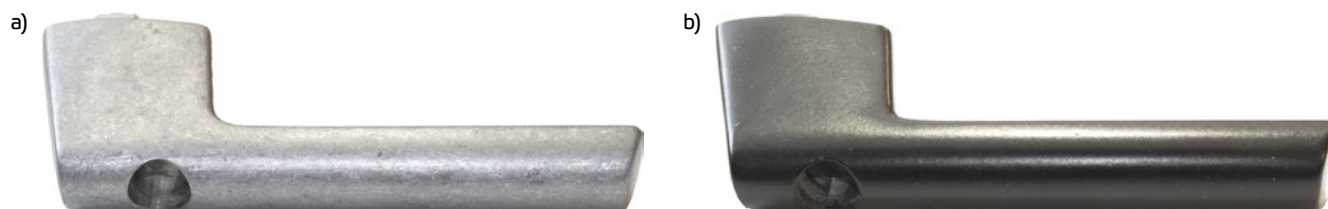
Taka powierzchnia wymaga ujednoczenia i doprowadzenia do większej jednorodności pod względem chropowatości, aby stworzyć warunki do dobrej i jednakowej przyczepności powłoki malarskiej na całej powierzchni odlewu.

Detale poddane obróbce w wygładzarce wibracyjnej przy użyciu kształtek żywicznych poliestrowych o charakterystyce K30 AXK uzyskały powierzchnię, którą można opisać następującymi parametrami chropowatości powierzchni: $R_a = 0,46 - 0,58 \mu\text{m}$, $R_{\text{max}} = 4,75 - 6,17 \mu\text{m}$, $R_z = 3,43 - 4,55 \mu\text{m}$, $R_t = 5,12 - 6,28 \mu\text{m}$

Nastąpiło zatem stosunkowo dobre ujednorodnienie powierzchni pod względem chropowatości. Jest to gwarancja dobrej i jednakowej na całej powierzchni detalu przyczepności powłoki malarskiej.



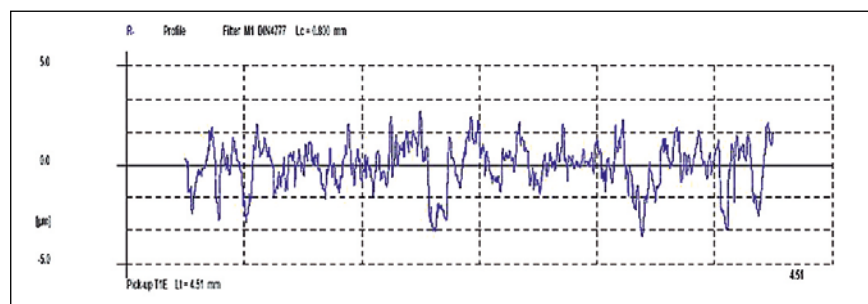
Rys. 7. Odlewy aluminiowe: a) przed obróbką, b) po obróbce, c) po malowaniu.



Rys. 8. Klamka aluminiowa po obróbce wibrościerniej (a) i po malowaniu (b).

Tablica 3. Chropowatość w μm powierzchni w różnych miejscach odlewu aluminiowego przed obróbką wibrościernią.

Parametr	Miejsce 1	Miejsce 2	Miejsce 3	Miejsce 4
R_a	0,18	0,25	0,46	0,68
R_{max}	1,52	2,58	4,66	5,32
R_z	1,26	2,06	4,09	4,98
R_t	1,69	2,90	5,09	6,17



Rys. 9. Profilogram odlewu klamki przedstawionego na rys. 5a: $R_a = 0,90 \mu\text{m}$, $R_{\text{max}} = 5,92$, $R_z = 5,32 \mu\text{m}$, $R_t = 6,33 \mu\text{m}$.

Przykład innego odlewu aluminiowego po obróbce wibracyjnej i po malowaniu przedstawiono na rys. 8. Profilogram powierzchni tego odlewu po obróbce przy użyciu kształtek poliestrowych K30 AXK przedstawiono na rys. 9. Powierzchnia odlewu ma zatem wystarczająco rozwiniętą powierzchnie dla dobrej przyczepności powłoki malarskiej.

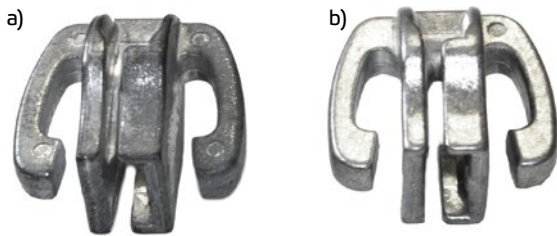
W przypadku drobnych detali o skomplikowanym kształcie, ważne jest, aby kształtki ściernie docierały możliwie wszędzie i zapewniały jednakową przyczepność lakieru. Na rys. 10 pokazane są odlewy znalazłe głównej części zamka błyskawicznego, który będzie poddany lakierowaniu.

Na rys. 10a widoczne są nierówności i niejednorodności na powierzchni odlewu, które ograniczają prawidłowe nałożenie warstwy lakieru na ten element. Po zastosowaniu

obróbki w drobnych kształtkach ściernych w urządzeniu rotacyjno-kaskadowym (rys. 10b) – uzyskało się jednorodną i oczyszczoną powierzchnię z zaokrąglonymi krawędziami, która gwarantuje dobre i trwałe pokrycie lakierem.

W przypadku pojemnikowej obróbki detali stalowych, najważniejsze jest załamanie ostrych krawędzi, odtłuszczenie i oczyszczenie powierzchni, które będą poddane lakierowaniu. W przemyśle motoryzacyjnym bardzo często stosuje się kataforezę, czyli nanoszenie specjalnych lakierów poliuretanowych z wykorzystaniem przepływu prądów nisko i średnio napięciowych.

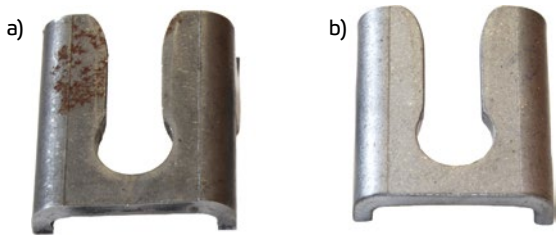
Obróbka pojemnikowa zapewnia idealne przygotowanie powierzchni pod kataforezę. Bardzo istotna jest masowość tej obróbki, dzięki czemu w danym procesie przygotowy-



Rys. 10. Odlewy cynkalowe zamka błyskawicznego: a) stan surowy, b) stan po obróbce pojemnikowej.



Rys. 12. Przedmioty z tworzyw sztucznych pokrywane powłokami malarskimi.



Rys. 11. Detale stalowe: a) bezpośrednio po tłoczeniu, b) po obróbce pojemnikowej.



Rys. 13. Przedmioty z drewna poddawane obróbce pojemnikowej.

wanych jest setki, a czasami tysiące detali jednocześnie. Przedmioty po obróbce pojemnikowej pokrywają się równomiernie lakierem, dzięki czemu powłoka jest bardzo odporna na uszkodzenia i warunki atmosferyczne.

Obróbce pojemnikowej poddawane są różnorodne przedmioty z tworzyw sztucznych przed nakładaniem na ich powierzchnię powłok malarskich (rys. 12). Do ich obróbki stosuje się

kształtki żywiczne poliestrowe o wysokiej skrawności (AXC, AX). Do obróbki obcasów z ABS stosuje się duże kształtki K30 lub K40. Na powierzchni obcasów podczas obróbki pojemnikowej następuje zaokrąglenie ostrych krawędzi (ograniczenie odpryskiwania lakieru), usunięcie warstewki silikonu oraz zwiększenie chropowatości powierzchni tworzywa. Poprawia to przyczepność lakieru, zaś usunięcie tworzywa z miejsc jego wtrysku umożliwia zmniejszenie grubości nakładanego lakieru z 50 do 30 μm [9]. Umocnienie powierzchni obcasów podczas obróbki w kształtkach wpływa dodatkowo korzystnie na zmniejszenie śladów obić podczas użytkowania obuwia. Producenci obcasów potwierdzili, że w przypadku obcasów, które były poddane obróbce wibrościerniej ilość warstw lakieru zmniejszyła się z 4 do 2. Można powiedzieć, że zastosowanie obróbki w wyglądarkach pojemnikowych, spowodowało 50% oszczędności w zużyciu lakieru.

Mniejsze kształtki poliestrowe K20, P30 stosowane są do obróbki tworzywowych uchwytów meblowych przed procesem ich lakierowania. W tym przypadku wyglądarki są miejsca po linii podziału formy oraz ujednolodniana jest cała powierzchnia tworzywa.

Wiele przedmiotów z drewna przed procesem malowania poddawane jest obróbce w wyglądarkach pojemnikowych (rys. 13). Jest to jednak obróbka bez udziału kształtek ściernych.

Najczęściej obróbce poddawane są same przedmioty, z powierzchni których podczas ruchu wibracyjnego w pojemniku usuwane są zadziory i nierówności powierzchni. Następuje to na skutek wzajemnego ocierania się o siebie obrabianych przedmiotów drewnianych.

Dość często pojemnikowej obróbce przedmiotów drewnianych towarzyszy proces nanoszenia na ich powierzchnię barwnika lub lakieru stosowane są często drobne kształtki drewniane lub granulaty z pestek owoców, najczęściej pestek czereśni.

Bębny polerskie są też wykorzystywane do nanoszenia warstwy malarskiej na powierzchnię bardzo drobnych detali. Są to procesy, podczas których detale podgrzane do temperatury rzędu 70-90°C poddawane są mieszaniu w obracającym się bębnie. Na obracające się gorące detale wtryskiwany jest lakier przy użyciu specjalnych dysz [10]. Z gorących detali odparowuje rozpuszczalnik, a detale po wyładowaniu z bębna są gotowe do pakowania i użytkowania.

Podsumowanie

Obróbka roto-wibracyjna w wyglądarkach pojemnikowych to metoda przygotowania powierzchni różnorodnych detali pod powłoki malarskie dotychczas nie w pełni wykorzystywana. Ta metoda obróbki stwarza możliwości uzyskania po-

wierzchni o powtarzalnych parametrach. Zapewnia to też uzyskanie powtarzalności jakości powłok malarskich naniesionych na takie powierzchnie. Ta powtarzalność jest niezależna od jakości pracy obsługi. Jest to duży mankament większości obróbek wykonywanych przy użyciu ręcznych narzędzi ścierno-polerskich. ■

Literatura

1. Landra T.: Przygotowanie powierzchni odlewów do malowania farbami proszkowymi. Archiwum Odlewnictwa. 2002, nr 3, s. 74-81.
2. Marciniak M., Stefko A., Szyrle W.: Podstawy obróbki w wyglądarkach pojemnikowych. WNT, Warszawa 1982.
3. Wincenciak M.: Obróbka powierzchni swobodnych w wyglądarkach pojemnikowych przed procesem malowania. Lakiernictwa Przemysłowe. 2005, nr 6, s. 12-13.
4. Pietraśńska M.: Galwaniczne powłoki ochronno-dekoracyjne na odlewach cynkalowych w przemyśle samochodowym. Powłoki Ochronne, 1978, nr 3, s.
5. Kuczyńska H.: Malowanie tworzyw sztucznych. Chemical Review. 2006, nr 4, s. 58-62.
6. Hinz H.E.: Gleitschliftechnik. Verlag, 1988.
7. Gillespie L.K.: Mass finishing handbook. Industrial Press Inc., New York 2007.
8. Woźniak K.: Parametry geometryczne kształtek i ich rola jako narzędzi roboczych w procesach obróbki w wyglądarkach pojemnikowych. Obróbka Metalu, 2013, nr 1, s. 40-48.
9. Woźniak K., Wincenciak M.: Możliwości obróbki wyglądarkowej. Tworzywa, 2009, nr 4, s. 44-46.
10. Materiały techniczne firmy ROTOVER Lackier-technik GmbH.

**Kazimierz Woźniak,
Mariusz Wincenciak**

MARBAD Sp. z o.o. w Warszawie