

1 Żelkot a jakość wyrobu

Jak nałożysz żelkot, taka będzie jego jakość.

Nakładać żelkot bez wad... chciałby każdy.

Czyli, na jakość wyrobu ma wpływ rodzaj żelkotu, jak również właściwe jego nałożenie. Aby ułatwić uzyskanie właściwy stan rzeczy, oto kilka uwag teoretycznych i praktycznych. Jednak, ani czysta teoria ani najdłuższa nawet praktyka, nie są drogą do uzyskania produkcji „łatwej miłej i przyjemnej”, dopiero połączenie teorii i praktyki daje właściwy efekt.

Stąd poniżej trochę teorii i praktycznych uwag powalających na zrozumienie żelkotu i jego potrzeb.

Temperatura przy aplikacji

(Dlaczego to takie ważne?)

Wpływa na ... no właśnie na co?

Najbardziej istotny jest jej wpływ na:

A. Czas żelowania

Im niższa temperatura tym czas żelowania dłuższy. W „dostatecznie niskich” temperaturach (<15°C) może dojść do trwałego niedotwardzenia żelkotu gdyż jest on wtedy miękkiej, łatwy do zarysowania, podatny na korozję atmosferyczną (światło, wilgoć -> kredowanie) i nieodporny na działanie czynników chemicznych ulega rozpuszczeniu pod wpływem rozpuszczalników organicznych.

Nakładając żelkot w zbyt wysokich temperaturach (>25°C) musimy godzić się z drastycznym skróceniem czasu żelowania. „Majstrowanie” chemią (obniżenie ilości inicjatora – nadtlenu) poniżej 1% szczególnie w podwyższonych temperaturach też może prowadzić do niezamierzonych rezultatów. Jest to dość prosta i pewna metoda wyprodukowania raków/skóry aligatora (patrz dalej „Grubość warstwy żelkotu Skóra aligatora”).

B. Czas po którym można nakładać kolejną warstwę żelkotu (lub laminować) bez wystąpienia raków.

W przypadku gdy ma miejsce prawdziwa taśma produkcyjna i forma MUSI być zwolniona po np. 8-10 godzinach obniżenie temperatury o 10°C przedłuża czas, po którym można laminować ok. dwukrotnie (standardowo z 40-60 minut do 80-120 minut) co skutecznie łamie reżim technologiczny.

Praktyczna metoda ustalenia czy żelkot jest dostatecznie utwardzony (NIE WYSUSZONY!) aby móc kłaść kolejną warstwę. Dotknąć suchym i czystym palcem powierzchni żelkotu, palec powinien zostawić ślad (finger print – „druk palcem”) ale „nie zabiera już żelkotu” lub kolejne stadium utwardzania żelkotu, po pociągnięciu powierzchni żelkotu suchym i czystym palcem słyszymy dźwięk porównywalny do „pisku szczonego ciągniętego za ogon”.

(Zalecane jest aby na hali produkcyjnej była klatka ze szczurem, któremu wystaje ogon poza jej obręb).

Jeżeli chodzi o ten parametr to żelkoty POLYCOR® sympatycznie się wyróżniają w porównaniu do miłej konkurencji. Czas ten w przypadku żelkotów standardowych POLYCOR® wynosi tylko 40-60 minut!

C. Lepkość

- Niska temperatura powoduje wzrost lepkości (żelkot jest „gęsty”) co źle wpływa na:

ŁATWOŚĆ NAKŁADANIA + GŁADKOŚĆ „LEWEJ STRONY”.

Gdy pracujemy w niższych temperaturach nakładanie żelkotu wymaga o wiele większego nakładu pracy, a „lewa strona” żelkotu przypomina Himalaje. Wygląd „lewej strony” nie jest obojętny. Nie jest tak, że „pagórki” lewej strony żelkotu nikną przykryte warstwą laminatu lub polimerobetonu i „nie ma sprawy” niestety „jest sprawa”.

Żelkot, tak jak każdy standardowy wyrób z żywic poliestrowych, kurczy się podczas utwardzania. Stąd jeżeli grubość żelkotu po nałożeniu nie jest jednakowa („lewa strona falista”). W miejscach gdzie warstwa żelkotu jest grubsza powierzchnia wyrobu będzie ulegać niewielkiemu ale zauważalnemu zapadaniu. „Fale z lewej strony” uwidaczniają się na „prawej stronie” (powierzchnia wyrobu) w postaci subtelnych „dolin” co obniża estetykę wyrobu – na powierzchni pojawia się bardzo delikatna „morka”.

Nakładanie żelkotu w niższych temperaturach niż zalecane prowadzi do jego zwiększonego zużycia.

ODPOWIETRZENIE

Nakładając żelkot w temperaturach poniżej 15°C musimy się godzić z ryzykiem powstawania zapowietrzeń w żelkocie. Żelkot ma niską lepkość jest „gęsty” i szczególnie w grubszej warstwie wypływanie pęcherzyków powietrza jest bardzo mocno spowolnione. Zachowują się one jak „mucha w smole”, mogą nie zdążyć wypłynąć i pęknąć skutkiem zapowietrzony żelkot.

- Nakładanie żelkotu w zbyt wysokiej temperaturze może na tyle obniżyć lepkość iż wystąpi tendencja do:

ŚCIEKANIA Z PIONOWYCH PŁASZCZYZN

Jest to zjawisko bardzo niekorzystne gdyż na granicy obszarów gdzie żelkot płynie („jęzor żelkotu”) i miejsc gdzie pozostaje w spoczynku może wystąpić i tam właśnie występuje SEPARACJA PIGMENTÓW widoczna po odformowaniu.

Trzeba o tym pamiętać gdy zachodzi konieczność nakładania żelkotu w temperaturach podwyższonych. Aby zmniejszyć możliwość wystąpienia tego zjawiska należy na etapie przygotowania żelkotu starać się nie doprowadzić do nadmiernego zbiccia lepkości żelkotu tj. przed i po dodaniu inicjatora mieszać go starannie ale zdecydowanie powolniejszymi ruchami. Przy samej już aplikacji ruchy powinny być również bardziej „majestatyczne”.

Zalecana temperatura pracy z żelkotami; optymalna to 20-25°C a dopuszczalna to 15-30°C (należy wówczas uwzględnić problemy aplikacyjne i ryzyko wystąpienia wad żelkotu).

Lepkość statyczna i dynamiczna

Ki diabeł?

Lepkość żelkotu (opór stawiany przy mieszaniu) nie jest stała, zależy od tego czy jest on „w spoczynku” (lepkość duża) czy też „właśnie jest mieszany” (lepkość mała). Ta pierwsza nazywana jest **lepkością statyczną** („w bezruchu”), ta druga **lepkością dynamiczną** („w ruchu”).

Idealny żelkot to taki, który:

Przy mieszaniu (mieszadłem w hoboku przed nałożeniem, podczas nakładania pod pędzlem, pod wałkiem lub w dyszy pistoletu do nakładania żelkotu) ma:

bardzo małą lepkość (lepkość dynamiczną) - efekt:

-> **Łatwy w nakładaniu**,

-> **Dobra rozlewność** („lewa strona” gładka)

-> **Odpowietrzanie szybkie i pełne**

Po położeniu - „w bezruchu”

(szczególnie ważne na płaszczyznach pionowych) ma

bardzo dużą lepkość (lepkość statyczną) efekt:

-> **nie ścieka z pionowych płaszczyzn**.

-> **wyeliminowana tendencja do separacji pigmentów**

Powyższe zjawisko (zmiana lepkości cieczy pod wpływem mieszania) nosi nazwę **tiksotropii**.

Współczynnik tiksotropii

Współczynnik tiksotropii informuje ilekrotnie większa jest lepkość w spoczynku (**lepkość statyczna**) w porównaniu do lepkości żelkotu podczas jego nakładania (**lepkość dynamiczna**).

Im wyższy **współczynnik tiksotropii** (w granicach rozsądku!) = tym łatwiejsze nakładanie żelkotu.

Współczynnik tiksotropii to:

$$TI = \frac{\text{Lepkość dynamiczna}}{\text{Lepkość statyczna}} \quad \left(\begin{array}{l} 20 \text{ obr./min.} \\ 2 \text{ obr./min.} \end{array} \right)$$

Za **lepkość dynamiczną** uznaje się lepkość mierzoną aparatem Brookfield przy wyższych obrotach wrzeczona, np. 20 obr./min., za **lepkość statyczną** lepkość przy niskich obrotach, np. 2 obr./min.

W przypadku żelkotów POLYCOR® współczynnik tiksotropii jest relatywnie wysoki (nawet 7 dla wersji natryskowych) w porównaniu do żelkotów innych firm występujących na rynku efekt – żelkoty POLYCOR® w hoboku przed aplikacją (I PO NANIESIENIU!) wydają się (i są!) „gęste” (lepkie).

Podczas nakładania stają się w porównaniu do innych żelkotów występujących na rynku stają się bardziej wodniste, łatwiejsze w aplikacji, **łatwiej i pełniej się odpowietrzają** i dają **gładszą lewą stronę**.

Stąd nie należy się sugerować wysoką „gęstością” (lepkością) żelkotów **przed aplikacją**: ich nakładanie jako efekt względnie wysokiego współczynnika tiksotropii jest **mniej pracochłonne** (niższa lepkość przy nakładaniu).

Natrysk, wałek czy pędzel przy nakładaniu żelkotów?

Natrysk jest uzasadniony przy wielkoseryjnych produkcjach, dużych powierzchniach i nieskomplikowanych kształtach.

W innych przypadkach ekonomia i technologia przemawia za nakładaniem ręcznym przy użyciu wałka lub pędzla. A które narzędzie wybrać? Odpowiedź jest prosta: wałek i to zdecydowanie... dlaczego?

Wałek jest „szybszy” i „bardziej” dokładny niż pędzel. Przy aplikacji liczy się jej dokładność (równomierność nałożenia) i czas. Sam proces nakładania to kilka etapów:

- Wstępne nałożenie żelkotu na powierzchnię
- Rozprowadzenie żelkotu
- Ostateczne wyrównanie grubości

Wstępne nakładanie żelkotu - ilość żelkotu „zabierana” przez wałek w porównaniu z pędzlem jest kilkakrotnie większa, stąd szybkość nakładania żelkotu wałkiem również jest istotnie większa.

Rozprowadzanie żelkotu tu wałek również wygrywa z pędzlem ma większą zdolność „zabierania” żelkotu gdzie jest go nadmiar i przenoszenia w miejsca „wygłodzone”.

Pędzel jest konieczny tam... „gdzie wałek nie może”. (kanty, głębokie zagłębienia, małe formy).

Gładkość lewej strony (Zależy od sposobu aplikacji!)

Bardzo ważne jest aby grubości żelkotu była jednolita (czyli „lewa strona gładka jak lustro”). Gładkość lewej strony żelkotu zależy nie tylko od jego cech przetwórczych (tzn. jak jest „skonstruowany” czynnik od nas niezależny) ale również od sposobu aplikacji (**lepkość dynamiczna–statyczna**).

Prawidłowo nakładany żelkot powinien sam równomiernie się rozlać i „stanać” (zneruchomieć) w postaci lustrzanej „lewej strony”.

Lepkość żelkotu podczas nakładania nie jest stała. Żelkot w **hoboku**, po jego wstępnym wymieszaniu przed i po dodaniu inicjatora ma **lepkość stosunkowo dużą (lepkość „prawie statyczna” jest jeszcze tiksotropowy** = nie ściekający z pionowych).

Podczas nakładania żelkotu ma miejsce jego intensywne mieszanie w: klinie nakładanego żelkotu pomiędzy wałkiem, pędzlem i powierzchnią formy lub w dyszy pistoletu nakładającego) lepkość staje się kilkakrotnie **mniejsza (lepkość dynamiczna, współczynnik tiksotropii)** w tej fazie aplikacji żelkot staje się wodnisty (ma tendencję do ściekania w z pionowych płaszczyzn) i **ROZLEWNY**. Lepkość żelkotu „pozostawionego w spokoju” (po nałożeniu) odbudowuje się (wzrasta) i to w przeciagu kilkudziesięciu sekund.

Jeżeli ruchy przy nakładaniu żelkotu będą **zbyt powolne** (zbyt mała szybkość ruchu wałka, pędzla, zbyt duża szczelina pomiędzy wałkiem lub pędzlem i powierzchnią formy, źle dobrane warunki natrysku) to żelkot będzie miał **zbyt dużą lepkość** będzie **za mało wodnisty** nie rozleje się dostatecznie i odbudowująca się lepkość utrwali **pagórkowate fale na lewej stronie żelkotu**.

Jeżeli ruchy przy nakładaniu żelkotu będą **zbyt gwałtowne** (zbyt duża szybkość ruchu wałka, pędzla, zbyt mała szczelina pomiędzy wałkiem lub pędzlem i powierzchnią formy, źle dobrane warunki natrysku) to żelkot będzie miał **za małą lepkość** będzie **za bardzo wodnisty** na płaszczyznach pionowych **może zacząć**

ściekać z wszystkimi tego negatywnymi konsekwencjami. Główny problem to możliwość powstania **separacji pigmentów** na granicy płynącego „żelozora” żelkotu i warstw nieruchomych.

I tak źle i tak niedobrze - Scylla i Charybda...

Jak wybrnąć z tej sytuacji?

„Żeglować środkiem nurtu” - metodą prób i błędów.

Istotna uwaga:

Na wygląd (gładkość = „nie pagórkowatość”) lewej strony żelkotu wpływ ma nie tylko sposób aplikacji (za spokojnie/właściwie/zbyt gwałtownie), ale również użyty środek rozdzielający otóż... nie może on być „zbyt dobry”.

Zbyt silnie „odpychający” żelkot środek rozdzielający z jednej strony ułatwia odformowanie (w skrajnych przypadkach jego użycie może prowadzić nawet do samo odformowania), w niektórych przypadkach (skomplikowana forma/wyrób) jest to korzystne, ale z drugiej strony na etapie aplikacji żelkotu POLYCOR® utrudnia jego „gładkie” (lewa strona) położenie.

Obecnie na rynku występuje bogata paleta środków rozdzielających. Możemy stosować bardziej i mniej „odpychające” żelkot środki rozdzielające. Należy pamiętać iż „lepsze wrogiem dobrego”. Nie należy stosować środków rozdzielających zbyt odpychających – „za dobrych” do danego typu żelkotu. W miejsce gładkiej lustrzanej lewej strony żelkotu przy stosowaniu „coraz lepszych” środków rozdzielających na lewej stronie żelkotu będą kolejno powstawały:

- „Łagodne pagórki” i kolejno
- „Himalaje”
- „Oczka na powierzchni formy nie pokryte żelkotem”, a w skrajnym przypadku może nastąpić
- Zbieranie się żelkotu w krople

Stąd w przypadku problemów z uzyskaniem gładkiej lewej strony żelkotu POLYCOR® przyczyn tego stanu rzeczy należy szukać nie tylko w sposobie aplikacji, ale również w doborze środków rozdzielających.

Jak zwykle konieczny jest rozsądny (bardziej lub mniej świadomy) kompromis przy doborze środka rozdzielającego:

Skomplikowana forma:

- Środek rozdzielający nowej generacji (rozdzielacz polimeryczny)
- Trochę trudniejsze nałożenie równej warstwy żelkotu ale
- Pewność odformowania.

Forma o płaszczyznach płaskich:

- Środek rozdzielający „klasyczny” (wosk typu Carnauba)
- Gładsza lewa strona żelkotu ale
- Trochę trudniejsze odformowanie.

Grubość warstwy żelkotu

Skóra aligatora (nie utwardzony wysuszony)

Wstrząśnięty ale nie zmieszany... (drink)

Utwardzony ale nie wysuszony! (żelkot)

Żelkot czy się to komu podoba czy nie zawiera styren.

Styren pełni dwie funkcje:

po pierwsze- jest rozpuszczalnikiem żywicy poliestrowej przemieniając ją z ciała bursztynno podobnego w łatwo przetwarzalną „zupkę”

po drugie- po dodaniu „chemii” – inicjator, utwardza czy to żelkot czy żywicę do jego postaci ostatecznej.

Niestety styren jako ciecz, ma pewną wadę może parować i paruje!

Od momentu nałożenia żelkotu POLYCOR® (wersja do nakładania ręcznego) do jego zżelowania i utwardzenia, z 1 m² żelkotu POLYCOR® nałożonego na formę paruje ok. 75-83 g styrenu.

Zawartość styrenu w dostarczonym żelkocie wynosi ok. 33% (wersja do nakładania ręcznego).

Ilość styrenu wbudowanego w żelkot po utwardzeniu (**Styren Pozostały**) w zależności od grubości warstwy nakładanego żelkotu (na przykładzie żelkotu POLYCOR®) przedstawiono w tabeli poniżej:

Żelkot [na 1 m ²]		Styren [na 1 m ²]			
Grubość	Ilość	Zawartość	Parowanie	Pozostały	
0,3 mm	380 g	125 g	75 g	50 g	13%
0,6 mm	760 g	250 g	75 g	175 g	23%
1,2 mm	1500 g	500 g	75 g	425 g	28%

Aby uzyskać optymalne utwardzenie żelkotu POLYCOR® zawartość styrenu w żelkocie (wbudowanego w strukturę żelkotu POLYCOR®) po jego utwardzeniu powinna wynosić ok. 21-24%. Mniejsza zawartość styrenu (<20%) prowadzi do niepełnego utwardzenia.

Większa zawartość styrenu (>25%) skutkuje tendencją do żółknięcia żelkotu (szczególnie po wystawieniu na działanie silnego światła słonecznego).

Jeżeli żelkot będziemy nakładać w zbyt cienkiej warstwie (<0,4 mm) będzie on WYSUSZONY a nie utwardzony, a ponadto:

Na etapie aplikacji przy nakładaniu kolejnych warstw zawierających ciekły styren (druga warstwa żelkotu lub pierwsza warstwa laminatu) styren w nich zawarty może rozpuszczać nie w pełni utwardzoną pierwszą warstwę żelkotu efekt powstanie „raków”/”skóry aligatora”.

W gotowym wyrobie wysuszony, a nie utwardzony żelkot będzie podatny na „korozję atmosferyczną” rozkład, kredowanie pod wpływem wody, słońca. Jego powierzchnia, będzie miękka i nigdy nie osiągnie pełnej twardości.

Szczególnie niebezpieczne jest nakładanie żelkotu w zbyt cienkiej warstwie w podwyższonych temperaturach 25-35°C. Aby mieć czas na spokojne położenie żelkotu miły przetwórca zmniejsza ilość inicjatora lub stosuje inicjator o bardziej powolnym działaniu. Ale...

należy pamiętać iż przy podniesieniu temperatury o 10°C szybkość parowania styrenu podwaja się! Tym samym ilość odparowanego styrenu grubo przekroczy 75-83 g/m². Jeżeli dodamy do tego jeszcze przeciąg „zdmuchujący” poduszkę styrenową znad jeszcze nie utwardzonego żelkotu, co dodatkowo istotnie przyspiesza parowanie styrenu to ostatecznym efektem jest WYSUSZENIE, a nie UTWARDZENIA żelkotu i wyżej opisane przykre konsekwencje.

Żelkoty POLYCOR®, których technologiczne korzenie są po drugiej stronie Atlantyku są szczególnie odporne na nawet najbardziej drastyczne warunki aplikacji i użytkowania (opracowywane zostały z myślą o klimacie Florydy (temperatura!, wilgotność! nasłonecznienie!).

Wersja: 3/2020.03.16