

Injection



Kwiecień | 2021

Magazyn ENGEL dla przemysłu tworzyw sztucznych



**„Dostrzec szanse digitalizacji
i jeszcze lepiej je wykorzystać”**

ENGEL Techtalk z Georgem
Steinbichlerem i Johannesem Killianem

strona 12

**Produkcja światłowodów o
maksymalnej czystości**

Podbicia otwierają nowe możliwości
przed technologią LED

strona 18

**Produkcja detali cienkościennych
na maszynach w pełni elektrycznych**

Producent opakowań Gerhard Ilse
uruchamia wtryskarkę e-motion

strona 24

W służbie bardziej zrównoważonego rozwoju

Producent przyborów do pisania Senator stawia na wtryskarki bezkolumnowe

strona 4

ENGEL
be the first

engelglobal.com



Dr Stefan Engleder
CEO ENGEL Holding

Wartość dodana w procesie wtryskowym

Ciągła optymalizacja procesu wtryskowego – to coś, do czego dążymy dla Państwa, naszych klientów. Jedną z głównych kwestii jest i pozostaje dla nas przy tym zrównoważony rozwój. Jego zakres sięga od energooszczędnych maszyn, poprzez technologię dla efektywniejszego wykorzystania materiałów, po zastosowanie surowców ze źródeł alternatywnych. Producent przyborów do pisania Senator stawia na przykład na bio poliaktydy, a przy ich przetwarzaniu ceni sobie wysoką elastyczność maszyn ENGEL victory (strona 4). Niezależnie od tego, czy mówimy o tworzywach sztucznych, czy o recyklicie: spektrum zastosowań rozszerza się. W przypadku wtryskiwania nie ma różnicy, z jakiego źródła pochodzi granulata. Dzięki systemowi plastyfikacji, dopasowanemu do materiału i zastosowania, oraz inteligentnym systemom asystenckim, standardowe wtryskarki zapewniają stabilny proces nawet przy wahaniami surowca.

Cyforowe usługi serwisowe coraz częściej są w centrum uwagi – po części ze względu na pandemię. Coraz więcej interwencji serwisowych odbywa się wirtualnie. W czasach restrykcji w podróżowaniu zespół serwisowy ENGEL oraz zespół technologii procesu ENGEL są stale do dyspozycji klientów. Obok klasycznych przypadków serwisowych, cyfrowe narzędzia serwisowe mają ogromny potencjał, zwłaszcza jeśli chodzi o optymalizację procesu. Wspólne usprawnienia w tym zakresie to główny cel, jaki postawiliśmy sobie przy tworzeniu usługi performance.boost (strona 16). To Państwo mają gruntowną wiedzę na temat swojego produktu. My za to znamy każdy, nawet najmniejszy szczegół wtryskarki. Kiedy połączymy naszą wiedzę, jesteśmy w stanie zidentyfikować każdą możliwość optymalizacji.

Informacje o innym, fascynującym rozwiązaniu technicznym można znaleźć w tym numerze Injection na stronie 26. Mikrowtrysk jest jednym z głównych kierunków rozwoju również w tym roku. I dotyczy to nie tylko LSR, lecz – uchylmy rąbka tajemnicy – również materiałów termoplastycznych.

Cieszymy się, mogąc zaproponować wartość dodaną, uzupełniając sam proces wtryskiwania – niezależnie od tego, czy jest nią zrównoważony rozwój, optymalizacja procesu, czy nowe zastosowania technologiczne.

IMPRESSUM

Wydawca: **ENGEL AUSTRIA GmbH** | Ludwig-Engel-Straße 1, A-4311 Schwertberg, www.engelglobal.com

Redakcja: Susanne Zinckgraf, ENGEL | Ute Panzer, ENGEL (osoba odpowiedzialna)

Projekt: Marion Maria Förlinger, ENGEL

Injection to magazyn dla klientów firmy ENGEL. Ukazuje się regularnie w niemieckiej, angielskiej i polskiej wersji językowej. Przedruk artykułów dozwolony za zgodą redakcji i przy podaniu źródła. Wymienione w tym wydaniu nazwy użytkowe, nazwy handlowe, nazwy towarów itp., również bez szczególnego oznakowania, mogą być markami i jako takie podlegać ochronie prawnej.

Podczas robienia wszystkich zdjęć do tego wydania ściśle przestrzegano aktualnych na dany moment zasad higieny obowiązujących w danym kraju. Zdrowie i bezpieczeństwo naszych pracowników, klientów i partnerów ma dla ENGEL zawsze najwyższy priorytet.





W służbie bardziej **zrównoważonego rozwoju**

400 milionów detali rocznie, duża różnorodność kolorów i materiałów jest podstawą produkcji w przypadku wysokiej jakości długopisów od firmy Senator z Groß-Bieberau. Firma z Hesji coraz częściej produkuje mając na względzie zrównoważony rozwój. Senator stawia przy tym na bezkolumnowe wtryskarki ENGEL, które prócz precyzji cechuje również elastyczność i efektywność energetyczna.

W wysokich, dobrze wentylowanych i czystych halach stoi duża ilość wtryskarek, prawie wszystkie zielone. Nagle zza rogu pojawia się piszczący autonomiczny wózek widłowy, rozdziela kartony i odbiera pojemnik ze świeżo wtrysniętymi detalami z wtryskarki stojącej obok nas, by zaraz zniknąć za kolejnym zakrętem. „To jest Antonio”, śmiejąc się objaśnia Alfred Kopp, dyrektor działu wtryskiwania. „Pomaga naszym pracownikom na produkcji w logistyce”. Automatyzacja włącznie z dokumentacją i możliwością śledzenia odgrywają istotną rolę przy wydajności liczonej w setkach milionów elementów rocznie. Producent materiałów reklamowych jest znany z bardzo wysokiej jakości swoich przyborów do

pisania. Od końca 2018 roku zakład znowu jest w rękach rodzinnych. Właściciele stawiają na rozwój zrównoważonych produktów, efektywne procesy oraz elastyczne, energooszczędne wtryskarki ENGEL.

Ekologiczne tworzywa sztuczne i materiały z recyklingu

Na rynku materiałów reklamowych rośnie popyt na ekologiczne tworzywa sztuczne. Choć w roku 2017 Senator przetwarzał od około 50 do 60 ton tworzyw sztucznych bio, to dwa lata

później było to już niemal cztery razy tyle. Nie bez powodu w firmie opracowano przybory do pisania z poliaktydów (PLA) już dziesięć lat temu. „Na kilogram PLA w produkcji uwalniane jest około kilograma CO₂. To zaledwie jedna czwarta tego, co powstaje przy tej samej ilości tradycyjnego tworzywa sztucznego”, wylicza korzyści klimatyczne Michael Monitzer, dyrektor produkcji i członek zarządu. Z uwagi jednak na to, że długopisy – również te z ekologicznych tworzyw sztucznych – z braku systemu



Trzcina cukrowa to odnawialny, szybko rosnący surowiec, przekształcany w drodze fermentacji na kwas mlekowy, monomer PLA. To ona jest podstawą oferty ekologicznych długopisów.

zbiórki często lądują w odpadach zmieszanych, Senator idzie jeszcze krok dalej i aktualnie prowadzi testy nad przetwarzaniem PLA z recyklingu, wcześniej używanego do innych produktów. „Mając na względzie zrównoważony rozwój, nie ograniczamy się jedynie do materiałów opartych na surowcach bio, lecz sięgamy także po materiały z recyklingu”, mówi dalej Monitzer. Wiąże się z nimi jednak szczególne wyzwanie dla naszego przedsiębiorstwa.

Przybory do pisania to detale skomplikowane technologicznie.

Przy wtryskiwaniu poszczególnych elementów długopisu istotne znaczenie ma przede wszystkim precyzja. Już przy zwykłych tworzywach sztucznych niewielkie zakresy tolerancji wymagają

Trwałość przyborów do pisania to znacząca korzyść dla środowiska.

Erik Würkner, dyrektor zarządzania produktem, Senator

ogromnego doświadczenia. W przypadku materiału ekologicznego pochodzącego z recyklingu albo nowych materiałów ekologicznych, wtryskiwanie wysokiej jakości elementów długopisów wymaga szczególnego know-how. Aby uzyskać tzw. wierność odtwórczą trzeba dokładnie przestrzegać czasów przebywania w agregacie wtryskowym, czasu wtryskiwania, a także parametrów form i systemów chłodzenia. Przykładowo formy dla każdego trzonu długopisu mają trzy punkty wtrysku, ponieważ tworzywo sztuczne musi pokonać długie drogi przepływu. „Wykorzystujemy 24-krotną formę z systemem zasysania, który jest tak zbalansowany, że wypełnia elementy równomiernie”, Alfred Kopp rzuca nieco światła na specyficzne wymagania przy produkcji długopisów.

Z kolei w przypadku materiałów ekologicznych właściwy czas przebywania tworzywa w ślimaku to jeden z kluczowych czynników dla elementów spełniających wszystkie wymagania optyczne i geometryczne. Kolejnym sekretem producenta materiałów piśmienniczych są wtryskarki. W obu halach Senator produkuje niemal wyłącznie na bezkolumnowych maszynach ENGEL victory o różnej sile zwarcia.

„Wtryskarka odgrywa tu dużą rolę”, mówi Alfred Kopp. „Przykładowo wykonujemy jeden po drugim wtrysku na potrzeby różnych zamówień, z różnych tworzyw sztucznych. Wykorzystujemy do tego tylko jedną formę na maszynę, ponieważ kształt pozostaje stały – zmienia się tylko barwnik i surowiec. Oznacza to, że

Force Dividers zastosowane w bezkolumnowych maszynach ENGEL pozwalają uzyskać wyjątkową równoległość płyt.

Franz Pressl, manager produktu dla serii victory i e-victory w ENGEL

geometria ślimaka musi być dopasowana do wszystkich stosowanych materiałów, jednak parametryzacja maszyny jest różna. Jeśli do tego uwzględnimy, że pracujemy na różnych materiałach, od recyklatu, przez ekologiczne tworzywo sztuczne, aż po zwykłe tworzywa – i to z różnymi pigmentami – staje się jasne, że nie ma dwóch takich samych partii".

W obu halach Senator produkuje niemal wyłącznie na bezkolumnowych maszynach ENGEL victory o różnej sile zwarcia. Jest ona wymagana również ze względu na wysoki stopień automatyzacji kolejnych kroków produkcyjnych. „Mechanizmy są wymagające, ponieważ w trakcie montażu składane są automatycznie, w związku z czym muszą idealnie do siebie pasować. Mówimy tu o zakresie setnych części milimetra", Michael Monitzer podkreśla jeszcze raz ogromne wyzwania. W szczytowych momentach w Groß-Bieberau produkuje się do 2 milionów wysokiej jakości przyborów do pisania dziennie. Dlatego wszystkie gniazda formy muszą produkować idealnie taką samą wypraskę, o takich samych wymiarach. Trzon przyborów do pisania również nie może przekraczać określonych tolerancji bicia promieniowego, ponieważ automatyzacja w znacznym stopniu obejmuje również dekorację materiałów reklamowych. Bezkolumnowe maszyny ENGEL victory osiągają tę dokładność między innymi dzięki specyficznej właściwości konstrukcyjnej: dwóm rozdzielaczom siły

Force Divider. Są one umieszczone za ruchomą płytą mocującą i dbają o to, aby siła zwarcia była równomiernie rozłożona na całą powierzchnię formy, a tym samym zapewniała stałe ściśnięcie formy. „Force Dividers zastosowane w bezkolumnowych maszynach ENGEL pozwalają uzyskać wyjątkową równoległość płyt. Bardzo wysoka precyzja widoczna jest szczególnie w zastosowaniach wielogniazdowych w postaci stałej masy i geometrii części w ramach jednego wtrysku", mówi Franz Pressl, manager produktu dla serii victory i e-victory w ENGEL.

Minimalne czasy zbrojenia, efektywna obsługa części

Pomimo dużej różnorodności materiałów i kolorów Senator gwarantuje swoim klientom dodatkowe dostawy materiałów reklamowych w dokładnie takiej samej jakości i takim samym kolorze w ciągu zaledwie kilku dni. Aby było to możliwe, w przedsiębiorstwie stosowany jest system autentig firmy TIG. System, przy zatwierdzeniu zlecenia, przenosi podstawowe dane procesu wtryskiwania z komputera sterującego do wybranej maszyny, na której, po wprowadzeniu ostatecznych precyzyjnych regulacji przez operatora, wykonywane jest zamówienie.

Ze względu na różnorodność produktów trzeba zaplanować czas na przebrojenie. W przypadku 43 elastycznych wtryskarek ENGEL jest to około czterech do pięciu planowych przebrojeń tygodniowo. Rzeczywisty czas zbrojenia, dzięki bezbarierowemu dostępowi do jednostki

zamykania, wynosi jedynie ok. 20 minut. Technika bezkolumnowa, jak objaśnia Erik Würkner, dyrektor zarządzania produktem, ma jeszcze inne zalety: „Obsługa robota staje się prostsza, a swoboda w obsłudze form zwiększa się, ponieważ nie ma kolumn, które przeszkadzałyby w pracy dźwigu. Do tego dochodzi również możliwość mocowania większych form na mniejszych maszynach, ponieważ płyty mocujące mogą być wykorzystywane na potrzeby formy w całości, aż po krawędź. Zwiększa to naszą elastyczność w produkcji oraz efektywność energetyczną".

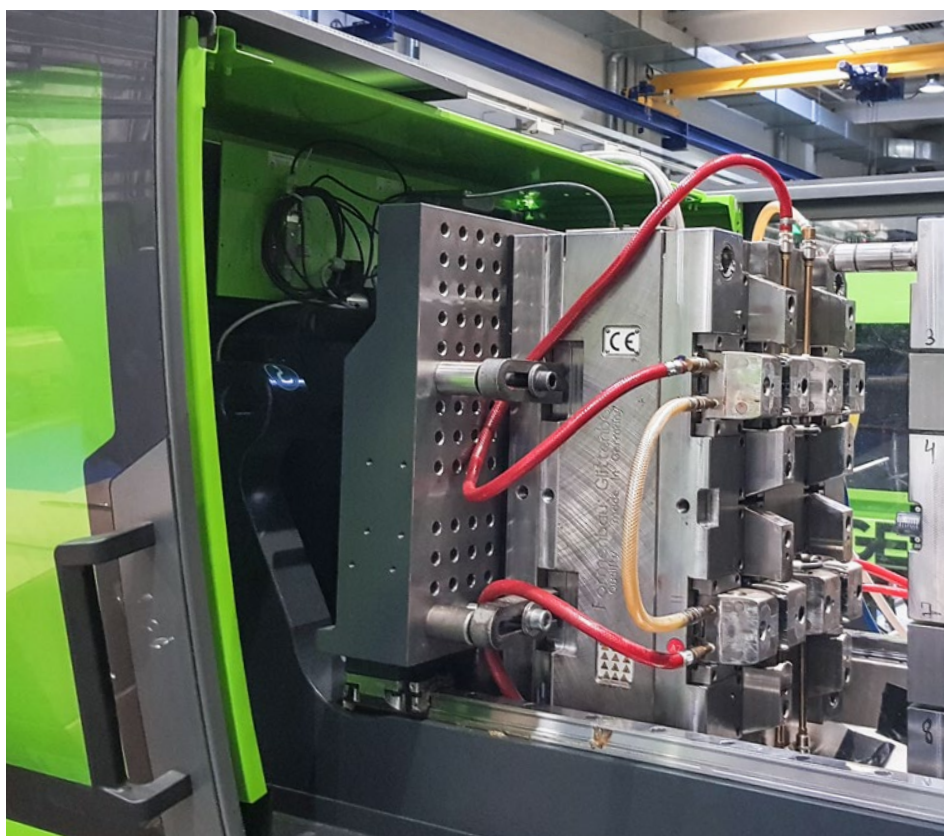
Efektywność energetyczna jako część strategii zrównoważonego rozwoju

Niewątpliwie zrównoważony rozwój ma w przedsiębiorstwie bardzo duże znaczenie: „Trwałość przyborów do pisania to znaczna korzyść dla środowiska, ponieważ czas użytkowania to istotny, jednak niezbyt często brany pod uwagę czynnik bardziej zrównoważonego rozwoju", mówi Erik Würkner. „Jeśli wziąć pod uwagę cały cykl życia produktu, to wpływ produkcji na klimat spada tym bardziej, im dłużej produkt jest w użyciu". Aby dalej obniżyć ten wpływ w następnych latach, planowane jest kolejne istotne obniżenie zużycia energii podczas produkcji. Maszyny ENGEL victory w znacznym stopniu przyczyniają się do tego.

Inną podstawą większej efektywności energetycznej jest minimalizacja szczytowego zużycia energii przy uruchomieniu. Przejście na mniejsze maszyny dzięki technologii bezkolumnowej również wiąże się z oszczędnościami, jeśli chodzi o wykorzystanie energii. Ponadto zastosowanie mniejszych maszyn daje dodatkowe zalety, zwłaszcza dla ekologicznych tworzyw sztucznych wrażliwych na temperaturę. Do tych zalet należy między innymi nieznaczny czas oczekiwania stopionego tworzywa w odpowiednio mniejszym agregacie wtryskowym. ■

Mówimy tu o zakresie setnych części milimetra.

Michael Monitzer, dyrektor produkcji i członek zarządu, Senator



Przestrzeń obszaru formy w bezkolumnowych wtryskarkach oferuje dużo przestrzeni – do zbrojenia i przekładania detali.

Przybory do pisania to detale skomplikowane technologicznie. Mechanizmy długopisów są bardzo filigranowe. Muszą być jednak trwałe, a ze względu na automatyzację montażu mogą wykazywać maksymalne tolerancje w zakresach setnych części milimetra.



Od lewej: Thorsten Habich,
ENGEL Deutschland;
Erik Würkner, Senator;
Alfred Kopp, Senator;
Michael Monitzer, Senator;
Franz Pressl, ENGEL
AUSTRIA.



Zrównoważony rozwój
od zawsze miał istotne
miejsce w filozofii
ENGEL. Więcej informacji:



ENGEL na świecie. **Na miejscu.**

ENGEL Used Machinery wystartowało

Nowe przedsięwzięcie dla maszyn używanych

Utworzenie ENGEL Used Machinery s.r.o. oznacza rozszerzenie oferty ENGEL o urządzenia używane. Klienci ENGEL korzystają z kompleksowego doradztwa z jednego źródła. Poza wtryskarkami nowa spółka odkupuje również używane roboty z serii ENGEL, przeprowadza regenerację i ponownie oferuje je do sprzedaży. „W niektórych sytuacjach w rachubę wchodzi wyłącznie instalacje produkcyjne z drugiej ręki. Chcielibyśmy zaoferować naszym klientom rozwiązanie wysokiej jakości również w takim przypadku, opierając się na tradycyjnych kompetencjach doradczych ENGEL i doskonałym serwisie”, uzasadnia tę strategiczną decyzję Dr Christoph Steger, CSO grupy ENGEL. Odkupione wtryskarki i roboty regenerowane są na miejscu. ENGEL zapewnił w tym celu odpowiednie zasoby w swoich zakładach produkcyjnych w Austrii i w Czechach. Siedzibą nowego przedsiębiorstwa jest czeska Praga. „Europa Wschodnia to największy i najszybciej rosnący rynek używanych wtryskarek”, mówi Leopold Praher, General Manager ENGEL Used Machinery.



Leopold Praher objął stery nowo otwartego ENGEL Used Machinery s.r.o.

„Europa Wschodnia to największy i najszybciej rosnący rynek używanych wtryskarek”

Krótsze czasy cyklu to realny cel ENGEL i hotset

System Z od firmy hotset z Lüdenscheld uznawany jest za pionierskie rozwiązanie w zmiennotemperaturowym termostataowaniu form. Ten szybki proces do częściowo cyklicznego termostataowania form stosowany jest przez coraz liczniejszych przetwórców tworzyw sztucznych w przemyśle konsumenckim i motoryzacyjnym – zawsze, gdy potrzebne są najwyższej klasy powierzchnie bez spoin i matowych miejsc. ENGEL jako pierwszy producent maszyn oferuje integrację systemu Z w ramach kolej-

„Dzięki systemowi Z nasi klienci otrzymują proste rozwiązanie plug and play bez konieczności inwestycji w dodatkowe sterowniki”.



Rolf Saß, prezes ENGEL Deutschland w zakładzie w Hagen

nej opcji wyposażenia swoich wtryskarek. „Ze względu na ekstremalną prędkość rozgrzewania i bardzo krótki czas schładzania można realizować bardzo dynamiczne termostataowanie form, bez wydłużania czasów cyklu. Nie zapominajmy też o tym, że system Z jest rozwiązaniem niesamowicie energooszczędnym”, mówi Ralf Schwarzkopf, CEO hotset. Wymagania wobec elementów, które są widoczne stale rosną. Jednocześnie procesy przetwarzania muszą stawać się coraz efektywniejsze i ekonomiczniejsze. System Z idealnie odpowiada na to wyzwanie.



Hotset umożliwia przetestowanie systemu Z na wtryskarce ENGEL.

Przekazywanie wiedzy – zdalnie i na miejscu

Nowe centrum szkoleniowe we Francji



W przestrzeni szkoleniowej jest miejsce dla ośmiu uczestników, ale panują tam również doskonałe warunki do wirtualnego przekazywania wiedzy.

ENGEL Francja, w swoim zakładzie w Wissous, otworzył nowe centrum treningowo-szkoleniowe. Wtryskiwanie 4.0 – koncepcja to: dotknąć, wypróbować i zrozumieć w supernowoczesnym parku maszynowym. Do centrum szkoleniowego ENGEL Francja, położonego w bezpośrednim sąsiedztwie Paryża, można dostać się bardzo szybko. Uczestnicy szkolenia na terenie placówki mają do swojej dyspozycji 200 m², które mogą wykorzystać do praktycznych zadań. Dzięki pełnej cyfryzacji w czasach COVID-19 można również osiągnąć wiele w dziedzinie „zdalnej” bliskości klienta.

„Pandemia pokazała nam, jak istotne jest pozosta-



Romain Reyre, prezes ENGEL Francja

wanie w bliskim kontakcie z naszymi klientami, również poprzez ofertę wirtualnych szkoleń”.

ENGEL wspiera edukację i szkolenia PlastIQ w Belgii

W belgijskich zakładach ENGEL wspiera edukację i szkolenia specjalistów z branży tworzyw sztucznych. Placówka szkoleniowa PlastIQ otrzymała dwie wtryskarki z bogatymi pakietami inject 4.0. Szkolenie obejmuje zarówno osoby początkujące, jak i już doświadczonych ekspertów wtryskiwania. Maszyna bezkolumnowa ENGEL victory 330/80 została uruchomiona w Circular Material Center PlastIQ w Kortrijk. Kolejna wtryskarka bezkolumnowa typu e-victory 310/80 stoi w T2 Master Campus w Genk. W obu tych lokalizacjach zarówno PlastIQ, jak i ENGEL Benelux oferują szko-



W lokalizacjach w Kortrijk i Genk, PlastIQ i ENGEL Benelux stworzyli nowe centrum szkoleniowe.

lenia. Poza edukacją i szkoleniami obie wtryskarki ENGEL wykorzystywane są w projektach BiR realizowanych z przedsiębiorstwami partnerskimi i innymi instytucjami. Misją PlastIQ jest łączenie edukacji i praktyki, wzmacnianie poziomu kwalifikacji w technologii tworzyw sztucznych i inspirowanie młodych pokoleń w przemyśle tworzyw sztucznych.

Zrównoważone polimery – szanse dla gospodarki obiegu zamkniętego Wirtualna konferencja PlastixLab we Włoszech

Zorganizowana przez TMP w centrum badawczo-dydaktycznym Te.Si uniwersytetu w Padwie i wspierana przez ENGEL Italia konferencja PlastixLab, w której uczestniczyło 800 osób, była ogromnym sukcesem. „Wirtualna platforma daje możliwość efektywnego udziału również klientom z odległych regionów”, mówi Matteo Terragni, prezes ENGEL Italia. Duże zainteresowanie wzbudził temat konferencji „Zrównoważone polimery – wyzwania i rozwiązania dla wtryskiwania”. Podczas prelekcji omawiano zastosowanie recyklatów i biopolimerów. W ten sposób łączy się badania uniwersyteckie i wieloletnią praktykę. W jednym z wystąpień Matteo Terragni zaprezentował innowacyjne rozwiązania w dziedzinie wtryskiwania dla gospodarki obiegu zamkniętego, podkreślając zaangażowanie ENGEL na rzecz bardziej zrównoważonego rozwoju. Wydarzenie zakończyło się dyskusją przy okrągłym stole „Nowa wizja plastiku”, zorganizowaną m.in. we współpracy z Italian Association of Plastic Technicians.

Mniej ciśnienia – większy sukces Konferencja foammelt po raz pierwszy wirtualnie

Podczas wydarzenia ENGEL zaprezentował szczegółowe informacje dotyczące wtrysku spienionego. Po raz pierwszy tradycyjna konferencja foammelt przybrała formę wirtualną. Bezpłatna formuła, była doskonałą okazją dla wszystkich stawiających pierwsze kroki w dziedzinie wtrysku spienionego. Skorzystali jednak również stali bywalcy foammelt. „Wtrysk spieniony zyskał uznanie jako jedna z najważniejszych technologii konstrukcji lekkich”, podkreśla Wolfgang Kienzl, manager produktu dla technologii ENGEL, „dzięki czemu aktualnie stosuje się wiele różnych metod spieniania. Zawsze jednak do uzyskania dobrych wyników niezbędne jest know-how z zakresu technologii procesu. ENGEL wspiera swoich klientów w implementacji metod najlepiej dostosowanych do poszczególnych zastosowań”.

ENGEL jest BEST Supplier Brose wyróżnia ENGEL



Uchonorowani tytułem BEST-Supplier: Periklis Nassios, Executive Vice President Purchasing w Brose, (po lewej) przekazuje Stefanowi Englederowi dyplom przyjęcia do grona BEST-Supplier.

ENGEL został włączony przez Brose do ekskluzywnego grona strategicznych dostawców. Ten dostawca części samochodowych zaakcentował tym samym wydajność produktów ENGEL i wzorcową współpracę w projektowaniu rozwiązań z dziedziny konstrukcji lekkich. „Cieszymy się z zaufania i uznania, które potwierdza tym wyróżnieniem Brose”, podkreśla dr Stefan Engleder, CEO grupy ENGEL. „Brose jest dla nas więcej niż klientem – jest ważnym partnerem rozwojowym, stale otwartym na innowacyjne produkty”. Od roku 2003 ENGEL dostarcza wtryskarki i systemy automatyzacji do zakładów produkcyjnych Brose na całym świecie. Podczas wręczania wyróżnienia Periklis Nassios, Executive Vice President Purchasing w Brose, podkreślał zaangażowanie ENGEL na rzecz nowego zakładu Brose w RPA. Przypominał też o wspólnej wizji przyszłości dla obu przedsiębiorstw w dziedzinie produkcji samochodów.

ENGEL jest jednym z najbardziej zrównoważonych przedsiębiorstw na świecie

ENGEL należy do grupy 50 światowych Climate Leaders. Razem z TBD Media Group przedstawiciele firmy mediowej Bloomberg przeanalizowali i ocenili zaangażowanie przedsiębiorstw przemysłowych z różnych branż, wyłaniając grupę 50 najbardziej zrównoważonych i świadomych klimatycznie przedsiębiorstw na świecie. ENGEL jest jedynym w tym gronie producentem maszyn do obróbki tworzyw sztucznych.

Więcej o
zrównoważonym
rozwoju ENGEL:



Zrównoważony rozwój od zawsze miał istotne miejsce w filozofii ENGEL. Ten producent wtryskarek i dostawca systemów stale optymalizuje swoje procesy, dążąc do jeszcze oszczędniejszego korzystania z zasobów i dalszego eksplorowania recyklingu. Dzięki innowacyjnym koncepcjom maszyn i technologiom procesu ENGEL dodatkowo wspiera swoich klientów w wytwarzaniu

ENGEL wykorzystuje poprzez szeroko zakrojone inwestycje rozwojowe.

Odpowiedzialne korzystanie z tworzyw sztucznych na całym świecie

„Domykanie obiegów surowców należy do najważniejszych zadań przemysłu tworzyw sztucznych. Przyjmujemy to wyzwanie i opracowujemy rozwią-

zania, umożliwiające bardzo duży udział recyklatu we wtryskiwaniu typu sandwich oraz inteligentny system asystentki iQ weight control, zapewniający stały proces produkcyjny nawet przy dużych wahaniami jakości surowca. „Od opakowań, przez motoryzację, po produkty medyczne – trudno wyobrazić sobie nasze nowoczesne życie bez tworzyw sztucznych”, mówi Engleder. „Pomagają nam oszczędzać energię i w istotny sposób przyczyniają się do higieny i bezpieczeństwa. Jako podmiot aktywny w przemyśle tworzyw sztucznych ponosimy odpowiedzialność za to, by we wszystkich regionach Ziemi ludzie odpowiedzialnie postępowali z produktami z tworzyw sztucznych”.

Przyjmując ENGEL do grupy 50 Climate Leaders, Bloomberg uhonorował nasze zaangażowanie, a jednocześnie rozpropagował ideę zaangażowania przemysłu na rzecz ochrony klimatu i środowiska. „Warunkiem szybkiej realizacji celów jest transparentność”, mówi Engleder. „Chodzi tu o włączenie od samego początku całego łańcucha wartości, aż po konsumentów”. ■



„Domykanie obiegów surowców należy do najważniejszych zadań przemysłu tworzyw sztucznych”.

Dr Stefan Engleder, CEO grupy ENGEL

zrównoważonych produktów z tworzyw sztucznych i w ograniczaniu śladu węglowego w trakcie produkcji. Postępująca digitalizacja otwiera nowe szanse dla tworzenia gospodarki obiegu zamkniętego, które

zania, które umożliwiają nam wyraźnie szersze wykorzystywanie regenerowanych odpadów z tworzyw sztucznych”, mówi dr Stefan Engleder, CEO grupy ENGEL w filmie wyprodukowanym przez Bloomberg w ramach prezentacji Climate Leaders. Przykładami takich rozwiązań jest technologia skinmelt,

50 SUSTAINABILITY & CLIMATE LEADERS

A RACE WE CAN WIN



Ekskluzywna perspektywa: **ENGEL rusza z własnym blogiem**

Życzenia i wymagania klientów napędzają ENGEL w dążeniu do tego, by każdego dnia stawać się coraz lepszym. Poprzez własny blog producent maszyn zachęca swoich klientów, partnerów i interesariuszy, by podążali wraz z nim jego fascynującą drogą. Injection rozmawiało z Ute Panzer, Vice President Marketing and Communications.



Rośnie popyt na stale dostępne, skondensowane informacje, trafiające dokładnie w nisze informacyjne. Blog jest bardzo dobrą odpowiedzią na te potrzeby.

Ute Panzer, Vice President Marketing and Communications

Pani Panzer, ENGEL rozpoczął publikację bloga na swojej stronie internetowej, rozszerzając tym samym możliwości wirtualnej komunikacji. Jak do tego doszło?

Zapewnienie sobie przewagi merytorycznej i rozszerzanie bazy klientów są bardzo istotnymi czynnikami sukcesu. Stają się jeszcze ważniejsze, im szybszy jest postęp. Do tej dynamiki trzeba dobrać odpowiednie środki komunikacji. Rośnie popyt na stale

dostępne, skondensowane informacje online, trafiające dokładnie w nisze informacyjne. Blog jest bardzo dobrą odpowiedzią na te potrzeby.

Jakie zalety dostrzega Pani w tym formacie?

Format internetowy daje trzy zasadnicze zalety. To przede wszystkim

dynamika. Możemy bardzo szybko informować naszych klientów i interesariuszy o ostatnich osiągnięciach. Po drugie, to możliwość prezentacji oferty z różnych perspektyw. Staramy się przy tym przyjąć punkt widzenia klientów, którzy mają przed sobą różne wyzwania. Po trzecie, to bezpośredni kontakt z naszymi ekspertami. Z artykułów na blogu bardzo wyraźnie przebiega nasza pasja do wtryskiwania, a także do innowacyjnych technologii i usług. To duch naszego rodzinnego przedsiębiorstwa. Wszystkie treści na blogu są spersonalizowane, a autorami są już znane twarze. To eksperci, którzy od wielu lat pozostają w kontakcie z naszymi klientami i bardzo dobrze znają ich indywidualne wymagania. Bardzo gorąco zachęcamy czytelników do pozostawiania komentarzy i zadawania pytań. Blog przyczynia się do bezpośredniej rozmowy.

Jakich treści mogą oczekiwać czytelnicy?

Artykuły na blogu są oknem do świata ENGEL. Nad czym aktualnie pracujemy? Jakie nowe produkty weszły na rynek? Jakie doświadczenia mają nasi klienci z rozwiązaniami ENGEL? Co dzieje się w grupie ENGEL na całym świecie? – i to wszystko skrojone do potrzeb czytelników. Od projektantów, przez pracownika produkcji i utrzymania ruchu, aż po zaopatrzeniowca i CEO – każdy znajdzie tu istotne dla siebie informacje. Blog jest dynamicznym formatem. Zawsze są nowe tematy. Nasi eksperci łączą niesamowitą wiedzę i mnóstwo doświadczenia. Jedno i drugie prezentują na blogu.

Czy ma Pani dla nas jakiś przykład?

Covid-19 znacznie przyspieszył cyfryzację procesów handlowych. Stephen Zylinski, manager produktów serwisowych, opowiada w swoim tekście o projekcie optymalizacji procesu, który ze względu na ograniczenia w podróżowaniu i w kontaktach, został przeprowadzony całkowicie wirtualnie – i to z tak dobrym skutkiem, że jest wykorzystywany jako wzór dla przyszłych projektów.

Bezpośrednia
droga do bloga
ENGEL:





„Dostrzec szanse digitalizacji i jeszcze lepiej je wykorzystać”

Johannes Kilian jest nowym dyrektorem działu technologii procesu w ENGEL. Przejmuje ten dział od Georga Steinbichlera, wieloletniego dyrektora BiR w dziedzinie technologii, który odchodzi na emeryturę i zamierza skoncentrować się na swojej pracy dydaktyczno-naukowej na Uniwersytecie Johanna Keplera w Linzu oraz w LIT Factory. Na okoliczność rozmowy Injection TechTalk obaj panowie spotkali się w siedzibie głównej ENGEL w Schwertbergu.

Panie Kilian, centralnym punktem Pana nowych zadań jest cyfryzacja. Jakie cele sobie Pan postawił i czego by Pan sobie życzył?

JOHANNES KILIAN: Moim życzeniem wobec rynku jest dostrzeżenie szans na digitalizację i jeszcze lepsze ich wykorzystanie. Razem – w ramach partnerskich stosunków z naszymi klientami – chcemy zapewnić wartość dodaną. Jesteśmy przekonani, że założenia cyfryzacji pomogą nam poprawić użyteczność wyników naszych maszyn i rozwiązań, ponieważ często jeszcze nie wykorzystujemy tego potencjału. Dzięki nowym możliwościom analizy danych i lepszemu zrozumieniu modelu jestem również przekonany o potrzebie dalszego udoskonalania optymalizowanego przez lata procesu wtryskiwania.

W konsekwencji będziemy w stanie jeszcze lepiej spełniać potrzeby związane z jakością w przyszłości. Dostępne dziś technologie, infrastruktura cyfrowa, a także kompetencje w zakresie metod z różnych obszarów, takich jak symulacja, zrozumienie procesów i modeli, przyniosą nam nowe wnioski i pozwolą zidentyfikować nowy potencjał. Ten potencjał należy wykorzystywać w oparciu o założenia cyfryzacji, razem z klientami wprowadzając rozwiązania do produkcji.

Panie Steinbichler, to wizja, nad którą od dawna Pan pracował. Czego życzyłby sobie Pan od rynku, jako ustępujący dyrektor BiR?

GEORG STEINBICHLER: Chciałbym, by sprawnie i konsekwentnie rozwijać współpracę, również wzdłuż łańcucha dostaw. Otwieranie nowych drzwi, otwartość na wspólne platformy danych – ten cel powinna

sobie postawić branża tworzyw sztucznych jako całość. To właśnie warunek doprowadzenia innowacji do sukcesu.

Po 40 latach w ENGEL, do czego chętnie sięga Pan pamięcią?

STEINBICHLER: Do swobody działania, którą mieliśmy do dyspozycji podczas badań – i z której chętnie korzystaliśmy. I w tej kwestii nigdy w ENGEL nic się nie zmieniło. Także dla dzisiejszych badaczy możliwości, które daje ENGEL, nadal są fantastyczne. Oczywiście innowacje muszą w ostateczności przynieść korzyści ekonomiczne, jednak najpierw budzi się ta potrzeba wolności, by skierować swe myśli w innym kierunku i spróbować różnych rzeczy – i to w bezpośrednim kontakcie z klientem. Jako projektant

często odwiedzałem naszych klientów i uważnie nadstawiałem ucha, by dowiedzieć się, co ich najbardziej gryzie. Na podstawie tych bezpośrednich informacji zwrotnych tworzyliśmy listy założeń do prac rozwojowych. Tak samo działa to do dziś. To właśnie przysłuchiwanie się klientom przełożyło się na tak silną pozycję ENGEL.

Co z perspektywy technologicznej było dla Pana szczególnie fascynujące?

STEINBICHLER: Istotną rolę niezmienia odgrywają zagadnienia z dziedziny technologii procesu. Jednak również te kwestie coraz intensywniej umieszcza się w kontekście cyfryzacji. Cyfryzacja nie jest celem samym w sobie, lecz trzeba o niej mówić w kontekście fachowej dyscypliny – wtedy poszerza horyzonty. Jest to wyjątkowo fascynujący proces, w związku z czym cieszę się, że mogę nadal uczestniczyć w tych pracach w LIT Factory. LIT Factory to sieć fabryk dydaktyczno-naukowo-badawczych na potrzeby Smart Polymer Processing i cyfryzacji, w ramach której współpraca wzdłuż łańcucha wartości funkcjonuje doskonale już na tym etapie. Ponad 20 przedsiębiorstw łączy tam swoje know-how i doświadczenie, aby wspólnie odkrywać nowe ścieżki. Celem jest budowa gospodarki obiegu zamkniętego. Również w tym zakresie cyfryzacja jest ważnym, innowacyjnym czynnikiem.

Od czego zaczęło się virtualne wtryskiwanie?

STEINBICHLER: W roku 1983 pokazaliśmy, jak za pomocą symulacji można pokazać napełnianie formy stopionym materiałem. Wówczas nie mieliśmy jeszcze wygodnych wizualizacji graficznych i kolorowych grafik 3D. Nasz sprzęt składał się jedynie z konsoli do wprowadzania danych, bez ekranu, wyglądającej jak stary dalekopis, za pomocą której opisywaliśmy w prostych segmentach geometrię detali. Następnie wysyłaliśmy te dane do

centrum obliczeniowego w Amsterdamie. Po pewnym czasie otrzymywaliśmy wyniki drukowane na nieokreślonej się wstędze papieru. Można z nich było odczytać wartości ciśnienia i temperatury w poszczególnych segmentach. Byliśmy z siebie tacy dumni! Aż się zorientowaliśmy: klienci patrzą tylko na stertę papieru.

Pewnie nie raz przeżył Pan taką sytuację, gdy się okazało, że jeszcze nie nadszedł czas na realizację jakiejś idei.

STEINBICHLER: O tak! Inny przykład: 25 lat temu po raz pierwszy zaoferowaliśmy oprogramowanie zawierające już ponad 90 procent wszystkich parametrów do wstępnych ustawień wtryskarki. Nie było to w takiej dokładności, jak dziś, ponieważ wtedy nie można było jednym przyciskiem, na podstawie danych 3D CAD, uzyskać na przykład dokładnej objętości gniazda formy. Trzeba ją było mozolnie liczyć na kalkulatorze na podstawie danych z rysunków. Jednak wszyscy klienci, z którymi rozmawialiśmy, byli zachwyceni: wreszcie informacje trafią tam, gdzie są potrzebne. Mimo tego produkt trafił z powrotem do szuflady. A dziś? Dziś ten temat znów jest szalenie aktualny – trochę z powodu informacji.

W międzyczasie poczyniono ogromne postępy w dziedzinie symulacji procesowych. Jak duża jest jeszcze przepaść pomiędzy symulacją a maszyną?

STEINBICHLER: Jest jeszcze trochę do zrobienia. Porównanie eksperymentu i symulacji w procesie wtryskowym było przedmiotem niezliczonych prac naukowych, w których wykazano różnice. Zazwyczaj brakowało w nich jednak konkretnych propozycji optymalizacyjnych. Pomimo pewnych niedociągnięć, symulacja procesu i symulacje CFD są istotną pomocą. Nie można być też rozczarowanym, gdy projektant detalu albo konstruktor formy tworzy symulację napełnienia bez uwzględnienia zachowania maszyny, bez modelowania przekrojów kanałów przepływu, kanału grzewczego albo zależności ciśnienia od lepkości stopionego materiału. Takie wyniki nie służą oczywiście jako podstawa do wstępnego ustawienia wtryskarki ani do porównania z rzeczywistym procesem.

Panie Kilian, na czym polega wg Pana największe wyzwanie dla dalszego rozwoju?

KILIAN: Wyzwanie polega na tym, by umożliwić nieprzerwany przepływ danych wzdłuż łańcucha wartości, by zdefiniować punkty styku i je standardyzować. To warunek konieczny dla rozwoju produktów wzdłuż tego łańcucha. Poprzez sim link wprowadzamy produkt, w którym tworzymy punkt przecięcia pomiędzy symulacją a maszyną – to niewielki, ale istotny krok. Nasz klient może przenieść dane z symulacji na maszynę i wygenerować prawidłowe parametry dla maszyny już w ramach symulacji.

Z drugiej strony wykorzystujemy wiele danych ze świata rzeczywistego do dalszego usprawniania symulacji. Konkretnie: technik przygotowujący symulację, generuje poprzez optymalizację lub wirtualną wizję eksperymentu ustawienia maszyny i może je zweryfikować poprzez wtórne ustawienie danych pomiarowych. STEINBICHLER: Symulacje wykorzystywane są dziś we wczesnym stadium projektu, a uzyskane na ich podstawie wyniki nie zawsze trafiają do specjalistów wzorcowania form i optymalizacji procesu. W tym obszarze wiele jeszcze się zmienia. Celem musi być wykorzystanie wyników symulacji do wstępnych ustawień maszyny i jako podstawy do optymalizacji procesu, ponieważ w ten sposób proces również zyskuje na transparentności.

Panie Kilian, jaka wizja przyszłości Pana przy cyfryzacji?

KILIAN: Niedługo minie dziesięć lat od momentu, w którym opracowaliśmy iQ weight control, opierając się na podstawowym zrozumieniu fizycznym. Od pierwszej prezentacji na K 2013 stale pracowaliśmy nad dalszym rozwojem naszego cyfrowego pomocnika, ponieważ nawet w klasycznym procesie wtryskiwania mieści się jeszcze mnóstwo potencjału optymalizacji. Chcemy wykorzystać ten potencjał. Asystenci ustawień, jak iQ weight control, iQ clamp control i wiele innych, to tylko niektóre z licznych, służących temu modułów. Chodzi o to, by towarzyszyć przetwórcom wzdłuż łańcucha wartości. Od początku projektu detalu, poprzez rozmieszczenie formy, aż do End of Life maszyny, formy lub produktu.

Jak nakreśla Pan dalszy kierunek rozwoju?

KILIAN: Z jednej strony chcielibyśmy nadal zajmować się podstawowym procesem wtryskiwania, aby jeszcze



*Dążymy do
rozwiązań na różne
sposoby.*

Johannes Kilian,
dyrektor działu technologii procesu



Więcej o
LIT Factory:



lepiej go zrozumieć i opisać na modelach. Powstające w wyniku tego produkty powinny znaleźć zastosowanie w bardzo szerokim obszarze, np. wspierać klienta w ustawieniach siły domykania i ciśnienia wtryskiwania. Chodzi o wspomaganie procesu do momentu wypracowania przez maszynę optymalnej wartości ustawień, a w przyszłości również o samoczynne ustawienia i regulacje maszyny, jeśli operator sobie tego życzy. Kolejnym obszarem zainteresowań są rozwiązania z zakresu cyfryzacji, przyczyniające się do transparentności procesu i prezentujące wizualnie problemy i potencjały optymalizacji w bieżącej pracy. Maszyna gromadzi nieskończenie wiele parametrów, a tym samym ważnych informacji. Celem powinno być jednak to, by operatorowi wyświetlały się te najważniejsze z nich, odpowiednio do zastosowania i sytuacji. Z tej ogromnej ilości chcemy wybrać najważniejsze dane. W ten sposób zamierzamy zwiększyć możliwości procesowe maszyny. Wreszcie w obszarze serwisu widzimy, gdzie możemy zwiększyć dostępność instalacji poprzez rozwiązania cyfrowe. Wyzwaniem jest również to, by nie skupiać się na jednej kwestii. Rzeczywistą korzyść dla klienta tworzy suma pojedynczych rozwiązań.

Jaką rolę odgrywają tu SI oraz uczenie maszynowe?

KILIAN: Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe są stochastycznymi metodami rozwiązywania częściowych problemów. Zaletą SI jest to, że te metody dobrze radzą sobie z różnorodnymi danymi i możemy stosować dużą bazę danych. Wartość dodaną wytwarzamy jednak dopiero w połączeniu ze zrozumieniem modelu. Wykorzystujemy te metody w niektórych produktach – w idealnym przypadku klient nawet tego nie widzi, ale cieszy się z optymalnego działania produktu.

Co będzie umiała maszyna w przyszłości?

KILIAN: Dzięki iQ process observer mamy produkt, który po raz pierwszy pokazuje przekrojowo przez wszystkie fazy procesu wtryskiwania, których

parametry odbiegają od normy, a jednocześnie agreguje dane do postaci informacji. Na tym właśnie polega cała sztuka: aby z ogromu danych w ciągu milisekund przeskanować tysiące informacji! Udostępnić najważniejsze informacje i zaplanować odpowiednie działania. Również w tym przypadku wykorzystanie znajdują różne nowoczesne metody analizy danych, np. w dziale rozwoju pracujemy z uczeniem maszynowym. W iQ process observer stale odbywa się obserwacja procesu i kontrola pod kątem ewentualnych nieprawidłowości procesu. Już sama ta detekcja anomalii tworzy dla klienta bezpośrednią wartość dodaną, ponieważ użytkownik od razu widzi, co odbiega od normy. Dodatkowo dostarczamy wskazówek, jak można rozwiązać problem, czyli tworzymy kontekst łączący odbiegające od normy parametry i środki zaradcze. Nie jest to pieśń przyszłości, lecz rozwiązanie, które będzie można zamówić już za kilka miesięcy.

STEINBICHLER: Dawniej mogliśmy tylko o tym marzyć: ślimak rusza a my, podczas gdy stopione tworzywo wpływa do gniazd formy, możemy w pewnym sensie zajrzeć do procesu i wyciągnąć wnioski, jakie korekty są jeszcze niezbędne do wprowadzenia w bieżącym cyklu, w ciągu kilku milisekund. To fantastyczne, że dzisiejsze moce i modele obliczeniowe to umożliwiają.

Panie Steinbichler, do Pana zakresu kompetencji należały również prace rozwojowe nad metodą produkcyjną. Wróćmy do tych tematów z ostatnich 30 lat.

STEINBICHLER: Takie wspomnienia często powiązane są z dużymi tematami podczas targów K. Jak technologia topnikowo-rdzeniowa z roku 1989. W swoim czasie uważano za dobre rozwiązanie produkowanie rurek zasysających o złożonych strukturach z pustych przestrzeni poprzez obtryskiwanie rdzeni z niskostopowych metalowych odlewów ciśnieniowych. Ta metoda została później ze względów ekonomicznych i jakościowych zastąpiona przez tańsze metody półpowłokowe. Stosowaliśmy wtedy zamiast rdzeni ze stopów metali tworzywa wodorozpuszczalne. Odpowiednio duże były również wyzwania związane z poprowadzeniem procesu wtryskowego do obtrysku poliamidem wzmacnianym krótkim włóknem szklanym w taki sposób, by nie dochodziło do dużych odkształceń lub uszkodzenia wkładanego rdzenia. Każdy odpowiedzialny za dziedzinę targów wystawienniczych zna to uczucie nerwowości przy demonstracji nowych technologii. Na krótko przed targami pracowaliśmy 24 godziny na dobę – to było piękne. Bardzo to integrowało nasz zespół.

Co było dalej?

STEINBICHLER: W pewnym momencie pojawił się pomysł, by w przemyśle motoryzacyjnym wykorzystać obtrysk folią, tak aby zastąpić lakierowanie dużych elementów karoserii. Proces dobrze poznaliśmy w przypadku tylnej klapy samochodu: co to jest trójwymiarowe formowanie folii, co się dzieje, kiedy wpływa folia, jest rozciągana i fałduje się. Dodatkowo wtedy życzone sobie, aby odtworzyć znane z procesów lakierowania wady, tzw. efekt skórki pomarańczy, odtwarzając strukturę powierzchni w formie wtryskowej. Tu zapalało się u mnie czerwone światło. Dlaczego mielibyśmy pogarszać proces? Natryskiwanie folii było znacznie lepsze od lakierowania. Ostatecznie jednak ze względów kosztowych ten proces nie przebił się w przypadku dużych elementów karoserii. Mimo to ma swoje miejsce w wielu różnych zastosowaniach dekoracyjnych i integrujących kolejne funkcje.

Często podczas targów można być zdumionym ich złożonością. Człowiek zadaje sobie pytanie, jak te technologie dają się przenieść do świata produkcji.

KILIAN: Również w tym przypadku pomaga digitalizacja. Jest to wręcz jedno z jej zadań: sprawić, by złożoność instalacji była do opanowania. Aktualnym przykładem jest proces skinmelt. Przy produkcji skrzyż z rdzeniem z recyklatu i powłoki z nowego materiału za pomocą wirtualnego suwaka można bardzo łatwo ustawić stosunek mieszaniny dla rdzenia i powłoki. Cyfryzacja daje szansę na stabilne opanowanie złożonych procesów i jednocześnie wykorzystanie pełnego potencjału instalacji.

Wywiad przeprowadził Dr. Clemens Doriát, redaktor specjalistycznego pisma „Kunststoffe” wydawnictwa Hanser Verlag. ■

O Hanser Verlag:





Regularna konserwacja
wtryskarek i robotów
chroni przed nieprzyjem-
nymi niespodziankami.



Najlepszy serwis jest
o jedno kliknięcie
stąd. Więcej
o ENGEL care:

Towarzysz produkcji **ENGEL**

Wyzwania w produkcji wtryskowej podlegają nieustannym zmianom – w trakcie całego życia maszyny. ENGEL wspiera swoich klientów w całym cyklu życia maszyn i rozwiązań systemowych, a ponadto stale rozwija program serwisowy. Najnowsze innowacje to ENGEL performance.boost i rozszerzenie pakietów serwisowych care.

Efektywna optymalizacja procesów z performance.boost

Czas cyklu, zużycie energii, czy stabilność procesu: regulacje zmierzające do poprawy efektywności i jakości mogą być różnorodne. Wykorzystanie pełnego potencjału opiera się na dwóch filarach: głębokiej wiedzy o wtryskarce i doświadczeniu w technologii procesu. Inżynierowie procesu ENGEL spełniają oba te wymagania. Dzięki performance.boost ENGEL oferuje te silne kompetencje w formie usługi analizy i optymalizacji procesu. performance.boost rozpoczyna się od analizy bieżącego procesu produkcyjnego. Następnie klient decyduje, jakie kroki optymalizacyjne chciałby podjąć w ramach wsparcia technologii procesu ENGEL. Użytkownicy korzystają przy tym z wysokich kompetencji ENGEL z zakresu rozwiązań systemowych. Koncepcja automatyzacji, peryferia oraz zintegrowane procesy upstream i downstream zostają na życzenie włączone do analizy i uwzględnione w zaleceniach optymalizacyjnych. „Analiza i optymalizacja procesu

jeszcze nigdy nie były tak efektywne”, podkreśla Harald Wegerer, Vice President w Customer Service Division ENGEL. „Dzięki e-connect.24 można w wielu przypadkach oszczędzić czas i koszty”. e-connect.24, rozwiązanie ENGEL dla wsparcia online i konserwacji zdalnej, umożliwia przeniesienie stron z ekranu sterownika maszyny przez bezpieczne połączenie zdalne w czasie rzeczywistym na zewnętrzny komputer, co pozwala na wirtualną współpracę.



*Naszym klientom dajemy
pewność, że ich produkcja
będzie ciągła, realizowana z
maksymalną efektywnością,
przy stałe wysokiej jakości.*

Harald Wegerer, Vice President Customer Service

Pakiety care to większa dostępność, bezpieczeństwo i efektywność kosztów

Poprzez sześć pakietów serwisowych ENGEL wspiera swoich klientów w utrzymaniu ruchu wtryskarek i robotów liniowych. Przetwórcy korzystają z bogatego know-how techników serwisu ENGEL w celu maksymalizacji dostępności instalacji i obniżenia kosztów konserwacji. „Nasi serwisanci doskonale znają technologie i w razie potrzeby mogą sięgnąć po globalną wiedzę zebraną w ciągu 70 lat

doświadczenia w branży wtryskiwania. Właśnie dlatego przywiązujemy dużą wagę nawet do drobiazgów, które tak często mają decydujące znaczenie”, mówi Wegerer. Od prostych przeglądów z testami bezpieczeństwa, po proaktywną kon-

serwację zapobiegawczą – pakiety różnią się od siebie zakresem działań. Ich wspólną cechą jest dopasowanie kontroli maszyn i robotów do indywidualnej konfiguracji instalacji. Pakiet serwisowy care proactive jest jedynym pakietem na rynku obejmującym zapobiegawczy, proaktywny przegląd ślimaka plastyfikującego – a to dzięki e-connect.monitor. ■

Rozszerzone portfolio maszyn opakowaniowych: **najszybsza 2-płytkowa maszyna gabarytowa ENGEL**

Nowa wtryskarka duo speed w kategorii maszyn o dużej sile zwarcia łączy w tym obszarze produktywność i efektywność z krótkimi czasami cyklu. Dostępne z siłą zwarcia od 5 000 do 11 000 kN maszyny gabarytowe nowego typu skierowane są do producentów wiader oraz pojemników do przechowywania i transportu.

W centrum prac rozwojowych znalazły się krótkie czasy cykli.

Christoph Lhota, dyrektor Business Unit Packaging

Koncepcja nowej wtryskarki bazuje na znanej od 25 lat platformie ENGEL duo. Zarówno po stronie wtryskowej, jak i zamykania została ona dostosowana do wyzwań specyficznych dla branży opakowań. „Duo speed rozszerza ofertę w kategorii dużej siły zwarcia przede wszystkim do produkcji wiader i pojemników do transportu”, mówi Christoph Lhota, dyrektor Business Unit Packaging w ENGEL. „Podczas projektowania główny nacisk położyliśmy na krótkim czasie cyklu”. Czas cyklu suchego mieszczący się w zakresie od 2,35 do 3,4 s sprawia, że duo speed jest najszybszą wtryskarką dwupłytkową na rynku. Do wysokiej ekonomiczności przyczynia się dodatkowo kompaktowa technologia dwupłytkowa ENGEL. Maszyna duo speed we wszystkich

kategoriach siły zwarcia jest krótsza od porównywalnych z nią maszyn do tego samego obszaru zastosowań, co oszczędza tak kosztowną powierzchnię hal. Dodatkowo geometrię płyt optymalnie dopasowano do szczególnych wymagań branży opakowań.

Czysto i energooszczędnie

Wolnostojące kolumny we wtryskarkach ENGEL z serii duo odgrywają decydującą rolę, jeśli chodzi o czystość obszaru formy i doskonałą efektywność energetyczną. Maszyna duo speed pracuje w oparciu o energooszczędną serwohydraulikę ENGEL ecodrive z optymalizacją punktu pracy oraz z napędem elektrycznym ślimaka. Za szybkie wtryskiwanie odpowiadają zoptymalizowane

akumulatory. Umożliwiają one ładowanie dostosowane do potrzeb, co dodatkowo podnosi efektywność energetyczną.

Już standardowo, duo speed jest wyposażona w zoptymalizowany pod kątem PP i HDPE ślimak barierowy i pierścień zaworu zwrotnego ślimaka.

Wykorzystanie pełnego potencjału

Poprzez rozszerzenie oferty produktów ENGEL jest w stanie w pełni wykorzystywać potencjał efektywności i jakości, zawsze dobierając idealne rozwiązanie: od opakowań cienkościennych, poprzez zamknięcia, aż po duże grubościennych pojemniki. Obok duo speed zaprojektowano serie wtryszarek e-cap oraz e-speed, idealnie dostosowane do zastosowań w przemyśle opakowaniowym. ■



Zaprojektowana do zastosowań opakowaniowych i logistycznych nowa duo speed bazuje na ponad 25 latach doświadczenia w gabarytowych maszynach dwupłytkowych.

Więcej informacji
o nowej duo speed:



Produkcja światłowodów w strefach czystych

Diody LED zyskują w pojazdach coraz więcej obszarów zastosowań i coraz częściej postrzegane są jako wyróżniające elementy wzornicze. Zwiększa to różnorodność geometryczną światłowodów, co stawia nowe wyzwania przed ich producentami. Aby zapewnić dobre wykorzystanie światła nawet przy złożonych geometriach i dłuższych strukturach – np. w oświetleniu konturowym – ENGEL opracował nowy proces plastyfikacji w produkcji światłowodów poprzez wtryskiwanie. W tym procesie zwiększa się jednorodność i czystość stopionego tworzywa, co otwiera nowe możliwości przed projektantami oświetlenia.

Dobry światłowod transportuje światło z określonego źródła nawet na długie dystanse bez widocznych strat intensywności albo zmian barwy. Warunkiem takiego działania jest bardzo gładka powierzchnia na całym odcinku transportowym, zapewniająca pełne odbicie światła. Dzięki temu światło może wypływać tylko w określonych miejscach, które w tym celu wyposażone są w pryzmatyczne struktury. Wymagania w stosunku do procesu wtryskowego to odpowiednio: precyzyjne odwzorowanie kształtu na powierzchni oraz wysoka jednolitość i czystość stopionego tworzywa. Generalnie proces wtryskiwania oferuje przy produkcji światłowodów wiele korzyści. Łączy swobodę projektowania z efektywnością kosztową.

ENGEL, razem ze swoimi partnerami rozwojowymi, podjął to wyzwanie. Wynikiem wysiłków jest proces wtryskiwania zoptymalizowany do obróbki PMMA, umożliwiający wytwarzanie światłowodów o maksymalnej czystości, a w konsekwencji rozwiązań LED o jeszcze dłuższej i bardziej złożonej strukturze. PMMA należy do rekomendowanych przez przemysł samochodowy materiałów do produkcji światłowodów, zwłaszcza jeśli chodzi o innowacyjne koncepcje

oświetleniowe we wnętrzu pojazdu. Aby od samego początku uwzględnić wszystkie wymagania producentów samochodów, podczas prac projektowych Volvo Car Corporation dostarczyła światłowodowe struktury demonstracyjne. Wszystkie próby przeprowadzono na rodzimych formach INEVO. W ramach jednego procesu wyprodukowano trzy światłowodów o różnej długości i różnym kształcie. Najdłuższy z trzech światłowodów był wtryskiwany w dwóch punktach. Materiałem był Altuglas V825T LPL od Altuglas International (Arkema Group). Aby zmaksymalizować wydajność świetlną, sformułowano następujące, konkretne cele rozwojowe:

- Minimalna chropowatość powierzchni poniżej 25 nanometrów. Przy większej chropowatości nie dochodziło do pełnego odbicia przede wszystkim krótkofalowego (niebieskiego) światła, lecz do jego załamania, przez co wychodzące światło miało żółtawą (cieplejszą) barwę.
- Brak zanieczyszczeń. Każde zanieczyszczenie prowadzi do rozproszenia światła.
- Brak pustych (mikro-)przestrzeni, ponieważ również one powodują rozproszenie światła.

Podbicie ogranicza obciążenie ścinające

Z punktu widzenia technologicznego decydująca jest zasada podajnika, dla której ENGEL opracował własne oprogramowanie. Dzięki niej podczas plastyfikacji można podawać na ślimak mniej granulatu, niż pobierałaby z leja maszyna w zwykłym procesie wtryskiwania. Dzięki temu w strefie wciągania ślimaka cylinder jest tylko częściowo wypełniony granulatem. Materiał zagęszcza się dopiero w kierunku końcówki ślimaka, wypełniając całkowicie

cylinder. Mniej materiału w cylindrze to mniejsze momenty obrotowe, a tym samym niższe obciążenie ścinające stopionego tworzywa, co ogranicza ubytek materiału. Chcąc jednocześnie ograniczyć oksydacyjny ubytek materiału, cylinder wtryskowy przepłukiwany jest azotem przez strefę wciągania.

Procesy wtryskiwania w ramach projektu rozwojowego realizowane były na wtryskarce e-motion 310/120 TL ze ślimakiem wyposażonym i powlekanym specjalnie do przetwarzania PMMA oraz z zaworem zwrotnym ślimaka. W pełni elektryczna seria maszyn łączy efektywność z maksymalną dynamiką i precyzją, co jest przede wszystkim istotne dla odwzorowania bardzo drobnych struktur po górnej stronie elementów demonstracyjnych, służących do odprowadzania światła.

Wśród urządzeń peryferyjnych ważnych z punktu widzenia jakości należy wymienić przede wszystkim suszarkę granulatu typu Luxor EM-A 60 firmy Motan-Colortronic oraz urządzenie dozujące ze ślimakiem dozującym typu Minicolor, również od Motan-Colortronic. Aby sprostać różnej długości dróg płynięcia w użytych trzech geometriach światłowodu, partner rozwojowy HRSflow

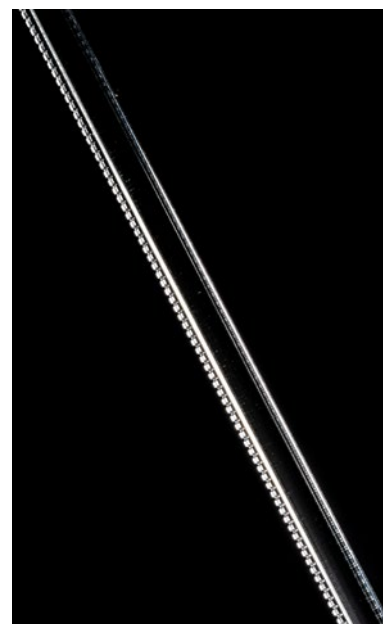
Transformacja samochodu w znacznej mierze dotyczy również jego wnętrza. Światło zyskuje na znaczeniu jako element designu.

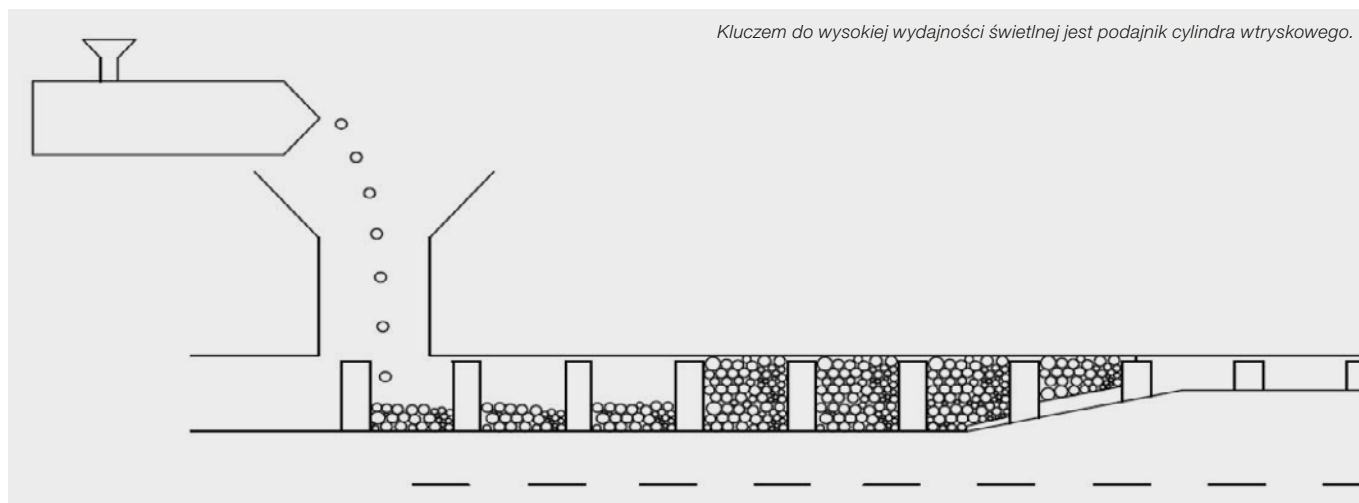


W jednej rodzinnej formie wyprodukowano trzy światłowody o różnej długości i różnym kształcie.



Celem badań rozwojowych było uzyskanie wysokiej jakości optycznej w przypadku długich i złożonych światłowodów. Drobne struktury po górnej stronie elementów demonstracyjnych służą do odprowadzania światła.





Kluczem do wysokiej wydajności świetlnej jest podajnik cylindra wtryskowego.

(grupa INglass) przeprowadził testy różnych systemów natryskowych z aktywowanymi elektrycznie zamknięciami igłowymi. W pracach wykorzystano system HRS FlexFlow, który umożliwia pojedyncze wystroowanie igieł zamykających odpowiednio do pozycji ślimaka.

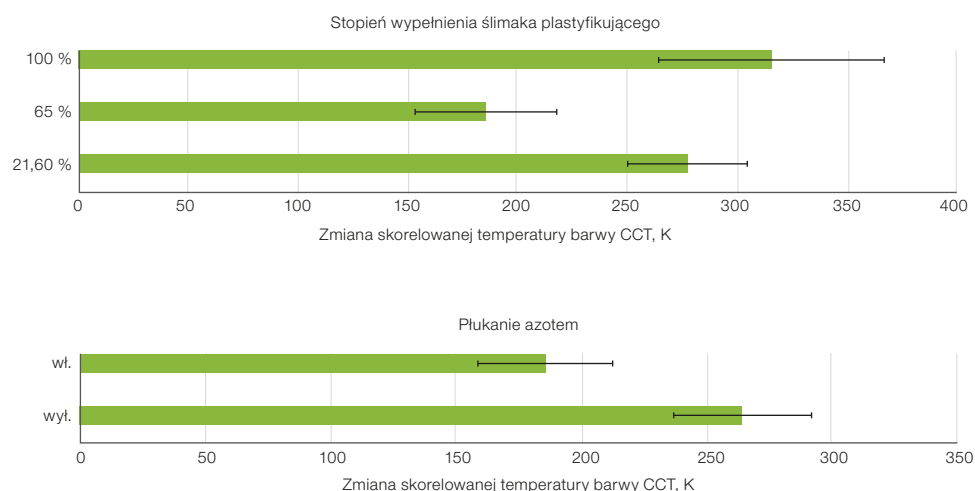
Skorelowana temperatura barwy potwierdza wysoką jakość światłowodu

Dla zapewnienia wysokiej jakości elementów w koncepcji instalacji zintegrowano kontrolę jakości na

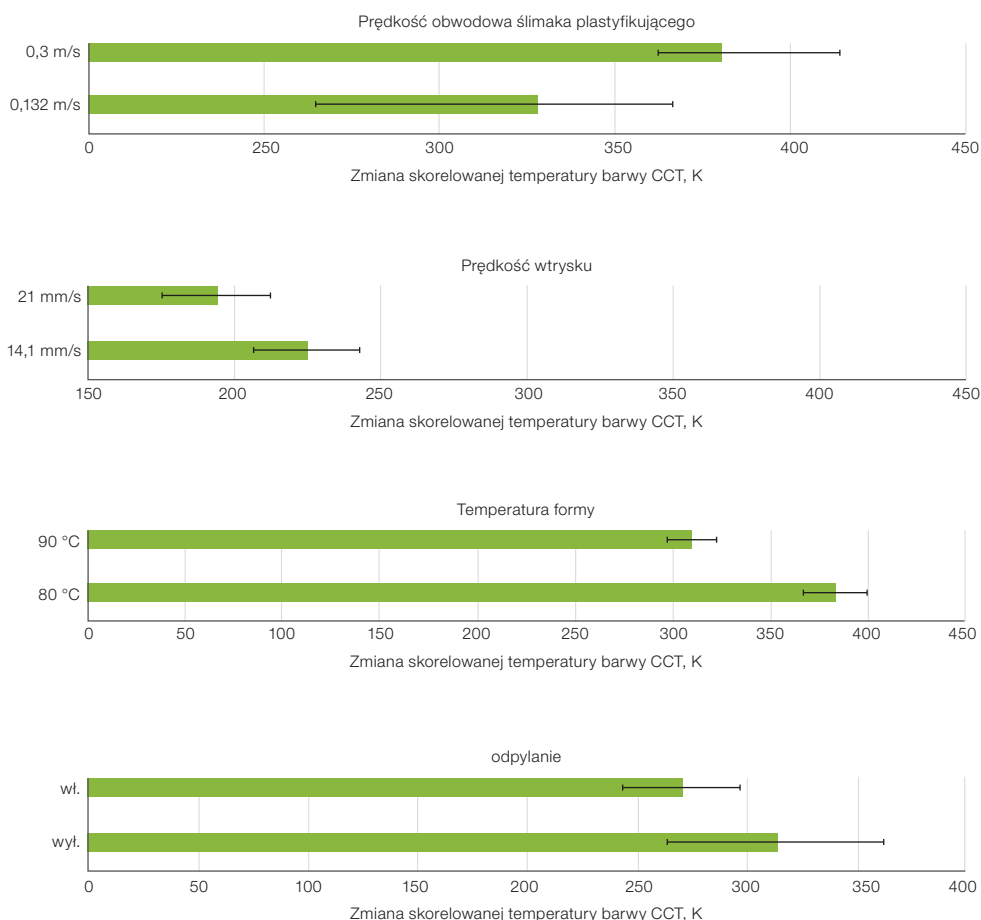
linii. Podczas testów na każdą serię zastosowano 15 cm, najmniejszy światłowód prętowy. Bezpośrednio po wyjęciu z formy był on układany przez robota w stacji kontrolnej ze źródłem światła LED. Za pomocą systemu Radiant Vision (model IC-PM18 Konica Minolta Sensing Europe) zmierzono zmiany skorelowanej temperatury barwy (Correlated Colour Temperatur, CCT). CCT opisuje, w jaki sposób barwa światła postrzegana jest przez ludzkie oko. Barwa światła zależy od temperatury obiektu – przy czym czarny promiennik używany jest jako referencja – a w przypadku LED od charakterystyki źródła światła. Temperatury poniżej 3000 K odbierane są jako kolory ciepłe, a te powyżej 3000 K jako kolory zimne. Jakość światłowodu jest tym lepsza, im mniej wartość CCT odbiega od wartości referencyjnej (kolor światła źródła LED).

Próby wtryskiwania jednoznacznie potwierdzają pozytywny wpływ podkładu na jakość wtryskiwanego

światłowodu (**grafika 1**). Z wykorzystaniem urządzenia dozującego w seriach prób zmianie ulegała dodawana ilość materiału, przy czym zawsze dodawano mniej materiału, niż pobierałaby z leja maszyna w zwykłym procesie wtryskiwania. Najlepsze wyniki uzyskano dla stopnia wypełnienia cylindra wtryskowego na poziomie 65 procent. Przy dalszym ograniczaniu dopływu materiału jakość optyczna nadal spadała. Przyczyną takiego stanu rzeczy było to, że czasy dozowania wydłużają się wraz ze spadkiem dopływu materiału, co



Grafika 1: Próby wtryskiwania potwierdzają pozytywny wpływ podajnika na jakość światłowodu. Najlepsze wyniki uzyskuje się przy stopniu wypełnienia cylindra wtryskowego na poziomie 65 procent. Ponadto płukanie strefy zasysania azotem dodatkowo zwiększa czystość stopionego tworzywa. Im mniejsza jest zmiana skorelowanej temperatury barwy CCT, tym wyższa jest jakość światłowodu.



Grafika 2: W ramach optymalizacji procesu przetwarzania zmodyfikowano dalsze parametry, korelując je z jakością optyczną światłowodu. Największy wpływ na wynik wtryskiwania mają prędkość obwodowa ślimaka plastyfikującego, prędkość wtrysku stopionego tworzywa, temperatura formy oraz odpylanie granulatów.

Wtryskiwanie
światłowodów
na żywo:



ponownie zwiększa obciążenie ścinające stopionego tworzywa. Płukanie azotem ma dodatkowy, pozytywny wpływ (**grafika 1**). Podczas prób zalewano strefę wciągania 0,2 litrami azotu na minutę, aby wyprzeć tlen i zapobiec utlenianiu stopionego tworzywa sztucznego.

Wyszukiwanie optymalnych parametrów procesowych

W ramach optymalizacji procesu zbadano ponadto wpływ kolejnych parametrów procesowych na optyczną jakość światłowodu (**grafika 2**). Na powyższym schemacie widać wpływ prędkości obwodowej ślimaka plastyfikującego. Mimo że zgodnie ze specyfikacją materiału prędkość obwodowa 0,3 m/s jest dozwolona dla zastosowanego PMMA, próby pokazują, że jeszcze wolniejsza plastyfikacja wyraźnie poprawia jakość optyczną.

Przy wtryskiwaniu stopionego materiału do formy wyższa prędkość przekłada się początkowo na lepszą jakość światłowodu. Jeżeli jednak prędkość wtryskiwania będzie dalej wzrastać, jakość ponownie zacznie spadać. Przyczyną tego jest fakt, że ze wzrostem prędkości rośnie również ciśnienie, a tym samym obciążenie ścinające. Próby potwierdzają, że wpływ ma również temperatura formy. Wyższa temperatura formy poprawia odwzorowanie powierzchni formy, co podnosi stałość CCT. W odniesieniu do peryferiów należy wymienić zwłaszcza pozytywny wpływ odpylania. Im mniejsza jest zawartość pyłu w granulacie i stopionym tworzywie, tym mniejsze jest również rozproszenie w światłowodzie.

Wniosek

Nowo opracowany proces plastyfikacji ENGEL otwiera nowe możliwości przed techniką oświetleniową. Podajnik w połączeniu ze zoptymalizowanym prowadzeniem procesu przekłada się na bardzo wysoką jakość długich światłowodów o złożonych kształtach. Można to ocenić i trwale zapewnić przy użyciu systemu pomiarowego w linii. W produkcji światłowodów zastosowanie znajdują przede wszystkim całkowicie elektryczne wtryskarki, w związku z czym na potrzeby projektu badawczego ENGEL wybrał maszynę e-motion. Nowa technologia plastyfikacji jest jednak połączona z wtryskarkami różnych konstrukcji i o różnej technologii napędowej. Na życzenie klienta ENGEL integruje z koncepcją instalacji odpowiednie systemy peryferyjne. Technologia nie ogranicza wybór systemów peryferyjnych określonej marki. ■

Rzut oka na sprawy najważniejsze. **Odkładanie taśm** z zastosowaniem kamer i oprogramowania

Taśmy wzmacniane jednokierunkowo tworzą kolejną generację kompozytów termoplastycznych. Warunkiem skutecznego zastosowania seryjnego jest bardzo precyzyjne układanie taśm, pozwalające z jednej strony uzyskać pożądane wyniki, a z drugiej zapewnić ekonomiczną obróbkę. ENGEL rozwiązuje ten problem dzięki kombinacji superprecyzyjnego oprogramowania sterującego z techniką kamer.



Odcinki taśm oddzielane są w magazynkach układających i przygotowywane na stołach odbiorczych, dzięki czemu robot może wykonywać ruch z dużą prędkością. Na instalacji testowej uzyskano czas odkładania wynoszący 3,4 sekundy na odcinek taśmy.



Bardziej szczegółowe spojrzenie na układanie taśm w technologii ENGEL:

W ekonomicznych konstrukcjach lekkich wysoce precyzyjne, zautomatyzowane układanie taśm jest technologią o kluczowym znaczeniu.



Dokładność przy odkładaniu odcinków taśmy ma decydujące znaczenie dla jakości produktu końcowego. Po zakończeniu procesu układania nie można już zmienić ustawienia taśm względem siebie. Tym samym jedyna przestrzeń na korekty występuje podczas procesu układania. Próby udarowo-zgięciowe pokazały, że zarówno obecność szczelin, jak i załadek zmniejsza odporność na uderzenia (**rysunek 1**), przy czym szczelina przekłada się na spadek tej odporności wyraźniej niż zakładka. Dlatego przy układaniu taśmy celem musi być

bardzo wysoka dokładność, tak aby krawędzie były ułożone dokładnie na styk, bardzo blisko siebie. Typowe wymagania dla dozwolonych odstępów lub dozwolonej zakładki wynoszą $\pm 1,0$ mm, a w niektórych zastosowaniach nawet $\pm 0,5$ mm. W procesach z taśmami o stałej szerokości precyzja układania zależy od dokładnego przestrzegania szerokości znamionowej taśmy. Wahania szerokości taśmy prowadzą automatycznie do zmian w dokładności procesu układania. Wyzwanie polega na pokonaniu tej zależności poprzez rozwiązania oparte na oprogramowaniu. Jest to możliwe w ramach metody pick and place.

Technologia kamer umożliwia dodatkowe regulacje
Klasycznie wysterowany proces pick and place byłby skazany na bardzo dokładne docinanie odcinków taśmy i precyzyjne prowadzenie w magazynkach

oraz dodatkowe moduły ustawiania i centrowania. W tym miejscu nowe możliwości otwierają optyczne technologie pomiarowe z kamerą wysokiej rozdzielczości. Za pomocą tej kamery instalacja pick and place, wykonana w centrum technologicznym ENGEL dla kompozytów do konstrukcji lekkich, ma możliwość aktywnego układania odcinków taśmy precyzyjnie jeden przy drugim. Odcinki podejmowane są przez End-of-Arm-Tool (EOAT), przy czym w tym kroku nie jest jeszcze decydująca ani dokładność docięcia odcinka, ani pozycja

w EOAT. Pozycję odcinka w odniesieniu do cech referencyjnych na EOAT określa się dopiero w stacji pomiarowej z kamerą. Te informacje służą do określania pozycji docelowej robota przy ostatecznym układaniu odcinka taśmy na stole.

Wzdłuż krawędzi odcinka taśmy definiuje się obszar, w którym w licznych pozycjach – na widocznym przykładzie jest ich 25 – określane jest przejście z taśmy do tła (**rysunek 2**). Punkty te łączy się za pomocą prostej best fit, która zostaje przedłużona poza okno wyszukiwania. Te same kroki wykonywane są na drugiej krawędzi. Powstaje punkt narożny, wynikający z przedłużenia obu prostych (**rysunek 3**). Ta pozycja narożna może zostać wyznaczona na podstawie krawędzi docięcia w sposób znacznie dokładniejszy niż w drodze bezpośredniego pomiaru optycznego, ponieważ przy wytłaczaniu lub cięciu często nie powstają precyzyjne i ostre punkty narożne. Informacje o pozycji i położeniu kątowym taśmy na EOAT zostają zintegrowane w procesie pozycjonowania przy układaniu na stole. Punkty wzdłuż krawędzi taśmy można wyznaczyć z dokładnością do trzech pikseli. Na instalacji laboratoryjnej udało się w ramach kilku serii pomiarów uzyskać dokładność układania poniżej $\pm 0,5$ mm. Oznacza to, że odległość lub zakładka taśmy wynosiła poniżej 0,5 mm. Możliwa do osiągnięcia dokładność układania zależy jednak również od prostości odcinanych lub wytłaczanych krawędzi. Ponadto wpływ na wyznaczanie krawędzi ma kolor taśmy lub kontrast z tłem.

Dokładność przy układaniu taśmy jest wartością pomiarową, skierowaną na całą pracę z zakresu optymalizacji procesu. Na pierwszym planie znajduje się jednak koncepcja pozwalająca osiągnąć wysoką dokładność układania. Poprzez wykorzystanie techniki kamer uzyskuje się informacje

pozwalające na aktywne, oparte na oprogramowaniu regulacje dodatkowe celem optymalizacji dokładności układania. Oprogramowanie nieustannie pracuje nad osiągnięciem optymalnego wyniku, czyli możliwie najwyższej dokładności układania.

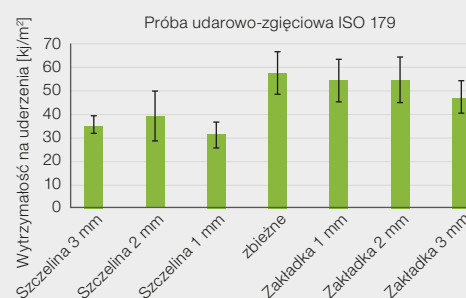
Wysoka wydajność w czasie rzeczywistym

Aby umożliwić dobre rozpoznawanie taśmy na EOAT przy pomiarach optycznych, cała powierzchnia mocowania podświetlana jest folią elektroluminescencyjną. Wykrywane są krawędzie i punkty narożne odcinka taśmy w odniesieniu do EOAT. Uzyskane na tej podstawie informacje przekazywane są do sterownika robota w celu korekcji położenia kąowego taśmy. Dzięki temu taśmę można układać precyzyjnie, dokładnie zbieżnie ze zdefiniowaną krawędzią układania. Algorytmy do obliczeń dokładnej pozycji materiału zostają zastosowane na cyfrowym materiale graficznym, podczas gdy taśma jest już w drodze do układania na stole. W konsekwencji proces ten ma bardzo wysokie wymagania w odniesieniu do wydajności pracy w czasie rzeczywistym sterownika instalacji.

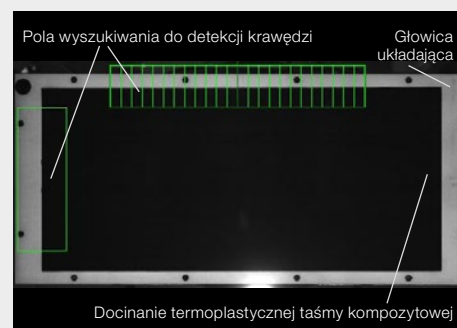
Konstrukcja hybrydowa i rozszerzone wymiary stosu

Ważną zaletą koncepcji pick and place jest możliwość tworzenia stosów hybrydowych. Z uwagi na to, że w magazynkach można umieszczać nie tylko wysokiej jakości taśmy wzmacniane karbonem, ale również organobłachę z wieloma warstwami tkaniny wzmacnianej włóknem szklanym, skonsolidowane już wkładki taśmy o stałej grubości ścianki lub inne półprodukty termoplastyczne, w warstwie bazowej można układać bardziej ekonomiczne materiały, wzmacniane tylko lokalnie. Z jednej strony umożliwia to optymalizację kosztową produktów. Z drugiej zmniejszają się nakłady na tworzenie stosów dostosowanych do obciążeń. Na instalacji laboratoryjnej można wyprodukować stosy o wymiarach do 460 x 360 mm, a ENGEL pracuje

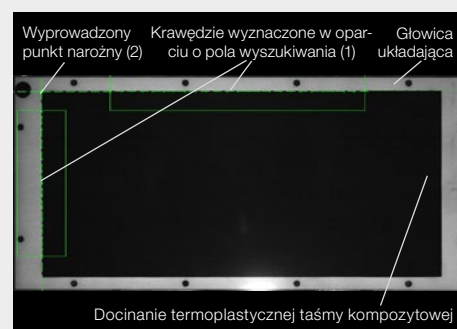
już nad kolejnym rozmiarem komory układania taśm. Umożliwi ona osiągnięcie wymiarów zewnętrznych stosów wynoszących 1100 x 600 mm. To wymiary pozwalające na ekonomiczną produkcję stosów do licznych istotnych elementów konstrukcyjnych.



Rysunek 1: Próba udarowo-zgięciowa z wkładkami taśm z celowo wprowadzonymi wadami. Zarówno szczelina, jak i zakładka ograniczają wytrzymałość na uderzenia w porównaniu z optymalnie wyprodukowaną wkładką zbieżną na styk.



Rysunek 2: Pola wyszukiwania do określania przebiegów krawędzi: zmierzone w 25 pozycjach w celu połączenia punktów prostymi best fit.



Rysunek 3: Na podstawie wyznaczonych przebiegów krawędzi można uzyskać pozycję narożników. Ten proces jest znacznie dokładniejszy niż bezpośredni pomiar optyczny, ponieważ taśmy nie zawsze mają ostre kąty. ■



Idealna pokrywa: Udo Pape i Stefan Witt z ENGEL Deutschland z Philippem i Adrianem Schnellami z Ilsen (od lewej).

Produkcja detali cienkościennych na maszynach w pełni elektrycznych

Jeśli wszystko co trzeba, jest w wiadrze - jest dobrze. Dobrze dla Gerhard Ilsen GmbH & Co. KG w Hövelhof, specjaliści w dziedzinie opakowań z tworzyw sztucznych. „Wiadro o pojemności 5,5 litra z oryginalnym zamknięciem” – tak brzmi przykładowe oznaczenie produktu. Jednak to pozornie zwykłe opakowanie wiąże się z niemałym wysiłkiem po stronie producenta. Aktualne trendy wymagają jeszcze cieńszych ścianek – zarówno w pojemnikach, jak i ich pokrywach. Ważny jest tutaj stabilny proces wtryskiwania. Właśnie to decyduje o wyborze przez Ilsen technologii ENGEL. Pokryvky wiader wytwarzane są na całkowicie elektrycznej wtryskarce e-motion 280.

Salatka ziemniaczana czy surówka z kapusty dostarczana jest w klasycznych wiaderkach o pojemności 5,5 l. To produkty spożywcze, które w milionach sztuk rocznie lądują na taśmach kas w supermarketach. Wymagania odnośnie produkcji pasujących do wiaderek pokrywek z oryginalnym zamknięciem są różnorodne i stale stanowią wyzwanie dla producenta. Wyzwanie to związane jest z dużą stabilnością produkcji przy bardzo krótkich czasach cyklu. To wszystko przy niewielkich grubościach ścianek i długich drogach przepływu.

Wtryskiwanie na maszynach elektrycznych także przy wysokiej sile zwarcia

Aby połączyć wysoką precyzję z bardzo wysoką wydajnością i efektywnością energetyczną w Ilsen podjęto decyzję o inwestycji w całkowicie elektryczną

wtryskarkę. Od roku produkuje się tu pokrywy do 5,5-litrowych wiader na wtryskarce ENGEL e-motion o sile zwarcia rzędu 2800 kN. Decydujące jest przy tym wtryskiwanie elektryczne, które w dużym zakresie siły zwarcia nie jest zwykle możliwe. „ENGEL zapewnia tu przewagę”, mówi Philipp Schnell, prokurent i dyrektor techniczny w Ilsen. Wysoko wydajne maszyny ENGEL dostępne są w wersjach całkowicie elektrycznych do siły zwarcia sięgającej 6500 kN. Gwarantuje to wysoki stopień bezpieczeństwa procesu, do czego przyczynia się również dokładność ruchów otwarcia w maszynie. Dbą

ona o to, by pokrywy wypadały z formy równomiernie na taśmociąg bez zahaczania się. „Jeśli płyta mocująca zatrzyma się o milimetr za wcześnie, cały następujący później proces kuleje”, podkreśla Philipp Schnell. „W przypadku płyt mocujących e-motion uzyskujemy dokładność ruchu rzędu setnych części milimetra”, mówi Udo Pape, dyrektor sprzedaży ENGEL w siedzibie w Hanowerze. Wszystkie ruchy główne napędzane są serwoelektrycznie w całej serii, co umożliwia równoległe ruchy w procesie i dba o wyjątkowo wysoką dynamikę. „Krótkie czasy cyklu, szybkie wtryskiwanie i chłodzenie są ważną



e-motion 280 jest dla Ilsen pierwszym krokiem na drodze do całkowicie elektrycznego wtryskiwania.



Wysoka precyzja ruchów płyt jest warunkiem optymalnego wyrzucania z formy elementów cienkościennych.



Wysoka wydajność
ENGEL:



Wiadra i dopasowane do nich pokrywy stawiają wysokie wymagania przed procesem wtryskiwania. W Ilsen wytwarzane są one na całkowicie elektrycznej wtryskarce e-motion.

kwęstią przy produkcji pokrywek", wyjaśnia Schnell. Prędkość w branży opakowań jest synonimem zyskowności. A jeśli maszyna zbyt długo stoi bezczynnie i ma tendencję do awarii, to nie jest zgodna z profilem wymagań producenta seryjnego. W końcu przestoje powodują dodatkowe koszty, których generalnie należy unikać.

Drastyczne ograniczenie czasów przestoju i zużycia energii

Przestój maszyny jest niemożliwym do skalkulowania problemem i kolejną przyczyną sondowania rynku dostawców wtryskarek. „Bardzo szybko stało się jasne, że ENGEL oferuje pełen pakiet, obejmujący dokładnie nasze wymagania techniczne”, podkreśla Philipp Schnell. I ma rację, jak okazało krótko po uruchomieniu nowej e-motion 280. „Na nowej maszynie praktycznie nie występują przestoje”, konstatuje Schnell. Do tego dochodzą krótkie czasy zbrojenia. „Jeśli dane ustawienia formy i parametry maszyny dla danego

elementu są już zapisane w sterowniku maszyny CC300, można je zawsze odtworzyć”, mówi Stefan Witt, inżynier sprzedaży w ENGEL Deutschland, w oddziale hanowerskim. „Daje to naszym klientom znaczną elastyczność”. „Uruchamiamy maszynę, a ona po prostu działa”, potwierdza Adrian Schnell, prezes Ilsen. „To oczywiście przekłada się na wzrost produktywności w naszym przedsiębiorstwie”.

Maszyna e-motion 280 jest pierwszą całkowicie elektryczną wtryskarką w parku maszynowym Ilsen. Z inwestycją wiązały się odpowiednio wysokie oczekiwania w stosunku do efektywności energetycznej. „Kwestie związane z energią i zrównoważonym rozwojem zawsze są dla nas bardzo istotne. W końcu jesteśmy audytowani pod tym kątem”, wyjaśnia Adrian Schnell. W Ilsen zoptymalizowano już inne odbiorniki energii elektrycznej, a także oświetlenie. Wraz z e-motion 280 nadszedł czas na park maszynowy. „Już w pierwszym roku od uruchomienia byliśmy w stanie ograniczyć koszty energii o 30 procent”, podsumowuje Schnell. Porównanie dotyczy maszyny hybrydowej, na której dotąd produkowano pokrywy wiader.

Kolejny skok technologiczny

Dobre doświadczenia z e-motion 280 i ze współpracą z ENGEL zaszkutkowały tym, że Ilsen rozważa wykorzystanie całkowicie elektrycznych wtryskarek również do produkcji wiader. W opakowaniach również aktualnie dąży się do zmniejszania grubości ścianki. Jednocześnie w stosie na palecie wytrzymać musi każde wiadro znajdujące się w dolnym rzędzie, bezpiecznie chroniąc produkt. Tę stabilność można uzyskać tylko w stabilnym procesie wtryskiwania. „Chcemy zaadaptować korzyści, z których korzystamy przy produkcji pokrywek, również do produkcji wiader”, mówi Adrian Schnell.

Razem z działem technologii procesu i Business Unit Packaging w ENGEL przeprowadzono już pierwsze próby wtryskiwania na całkowicie elektrycznej maszynie. Miało to miejsce w ramach konsekwentnego, stałego rozwoju serii e-motion, która niebawem trafi na rynek. ■

Technologia LSR dla przyszłości

Funkcja masażu w fotelach samochodowych zapewnia relaks podczas długich podróży samochodem. Ta komfortowa funkcjonalność dostępna jest dzięki komórkom powietrznym w oparciu i siedzisku, w których na przemian szybko zmienia się ciśnienie z wykorzystaniem zaworów SMA. Bardzo drobne zawory wlotowe ze zintegrowanymi uszczelkami silikonowymi produkowane są na wtryskarkach ENGEL przez SEI WOO Hi-Tech-Polymer w Górnej Austrii, w Holzhausen. Dzięki przemyślanym projektom rozwojowym ten przetwórca silikonu znalazł się w ekstraklasie mikrowtrysku.



Zawór wlotu powietrza produkowany jest w jednym kroku wtryskowym z poliamidu i silikonu płynnego. Ten element funkcyjny ma szerokość zaledwie 4 mm i wysokość 3 mm.



Doświadczenia ENGEL w obszarze silikonu płynnego zachęciły SEI WOO Österreich, by od początku postawić na ENGEL.

Szerokość tych złożonych, wielokomponentowych detali to jedynie 4, a wysokość wynosi 3 milimetry. Uszczelka silikonowa o masie wtrysku 0,02 g, umieszczona jest na górnym końcu termoplastycznej obudowy zaworu. W środku uszczelki znajduje się drobny drucik zapewniający pamięć położenia o decydującym znaczeniu dla funkcji uszczelki. SMA oznacza Shape Memory Alloy. Po przyłożeniu prądu drucik się rozgrzewa i ściąga, co aktywuje zawór SMA. Po przerwaniu dopływu prądu drucik schładza się w ułamkach sekundy, a zawór zostaje zamknięty. W ten sposób steruje się stopniem wypełnienia komór powietrznych, a tym samym naciskiem podczas masażu.

Oba polimerowe materiały łączy się ze sobą w jednym wtrysku na wtryskarce ENGEL e-victory 140 combi. W 16+16-krotnej formie z talerzem obrotowym najpierw wykonywana jest obudowa z poliamidu (PA). W drugiej pozycji talerza obrotowego bezpośrednio natryskiwany jest płynny silikon (LSR), podczas gdy jednocześnie produkowanych jest 16 dalszych podstawowych korpusów obudowy. PA i LSR wchodzi w reakcję chemiczną. Z uwagi jednak na to, że powierzchnia stykowa jest bardzo mała, gotowe elementy po produkcji w procesie wtryskiwania ze względów bezpieczeństwa termostutowane są w temperaturze 200°C, tak aby doszło do trwałego połączenia termoplastu i silikonu. Następnie elementy przechodzą proces 100-procentowej kontroli jakości z użyciem kamer, po czym natychmiast trafiają do działu logistyki w celu wysyłki do klienta, „światowego lidera rynku w branży masażu w fotelach samochodowych”, jak objaśnia Peter Lehmann, prezes SEI WOO Hi-Tech Polymer GmbH. Spółka SEI WOO dostarczyła dotychczas ponad 200 milionów tych elementów.

Liczba odpadów zmniejszona do zera

„Wielokomponentowe formowanie wtryskowe ogranicza ryzyko błędów, które było ogromne przy montażu mikroczęści”, mówi Lehman i podkreśla: „Filozofia zerowej liczby błędów to filar naszego sukcesu”. Często SEI WOO ściśle współpracuje z klientem już w fazie projektowania i optymalizacji produktu. Zawory



Mikrowtrysk z LSR do
zobaczenia na ENGEL
live e-xperience

włotowe funkcji masażu w fotelu są tego najlepszym przykładem. „Produkt początkowo dostarczał inny przetwórca, jednak udział odpadów był wysoki”, opowiada Lehmann. „Od nowa zaprojektowaliśmy produkt, dopasowaliśmy design i byliśmy w stanie obniżyć ilość odpadów procesowych do zera”. Dzięki wysokim kompetencjom rozwojowym, silnej orientacji na klienta i dużej elastyczności spółka SEI WOO zyskała w obszarze LSR zaufanie dużych graczy rynkowych. Utworzenie SEI WOO w Austrii w roku 2000 jest dowodem na długofalowe przewidywanie grupy SEI WOO z siedzibą w Singapurze w odniesieniu do potencjału płynnego silikonu.

Odtwarzalna jakość przy konkurencyjnych kosztach za sztukę

Dzięki wyjątkowej odporności i biokompatybilności oraz efektywnej możliwości przetwarzania LSR od wielu lat zyskuje coraz to nowe obszary rynku. Specjalizacja w dziedzinie mikrotechnologii i zastosowaniach wielokomponentowych pozwala SEI WOO wykorzystać dla siebie szanse w kolejnej niszy. Wśród najmniejszych części, jakie do dziś wyprodukowała SEI WOO, należą pierścienie uszczelniające do kabli do ładowarek smartfonów o masie produktu rzędu tysięcznej części grama. „Z naszym produktem poruszamy się po obszarze, w którym można zaprzeczyć prawom grawitacji,” mówi Lehmann. „Przekładanie mikrodetali jest ogromnym wyzwaniem”. To przede wszystkim nowe zastosowania napędzają trend do coraz to mniejszych części, między innymi w obszarach elektroniki pojazdów,

telefonii komórkowej, emisji dźwięku i medycynie. Jednocześnie wraz z malejącymi rozmiarami detali rosną wymagania w stosunku do procesu wtryskiwania. „Naszym klientom mogę zaoferować tylko to, co umożliwia mi wtryskarka i forma”, podkreśla Lehmann. Stabilne procesy produkcyjne, maksymalna odtwarzalność oraz precyzja – oto wymagania, które w przypadku zaworów włotowych powietrza we wtryskarce ENGEL e-victory spełniane są bez żadnych kompromisów. Dzięki elektrycznej jednostce wtryskowej w połączeniu z serwohydrauliczną, bezkolumnową jednostką zamykania, ten typ maszyny łączy bardzo wysoką precyzję z doskonałą ekonomicznością.

W halach produkcyjnych SEI WOO w Holzhausen jest łącznie 17 wtryskarek, w tym 6 maszyn wielokomponentowych. Wszystkie dostarczył ENGEL z oddalonego o zaledwie 50 kilometrów Schwertbergu. Każda z nich jest w pełni zautomatyzowana. „Bez automatyzacji nie mamy szans w Europie”, twierdzi Lehmann.



SEI WOO Hi-Tech Polymer ma szeroką ofertę produkcyjną części m.in. dla branży motoryzacyjnej, lotniczej, elektronicznej i life sciences.

Decydujące są doświadczenie i innowacyjność

Wieloletnie doświadczenia z LSR oraz innowacyjność w tym obszarze zachęciły Petera Lehmana, by od początku postawić na ENGEL. „Już u mojego poprzedniego pracodawcy miałem możliwość zgromadzić doświadczenie z maszynami ENGEL i wiem, że ta firma jest jednym z liderów technologicznych. Dla nas oznacza to niezbędną przewagę konkurencyjną”. Tym samym spółka SEI WOO stała się jednym z pierwszych użytkowników mikroagregatu wtryskowego LSR, stworzonego przez ENGEL we współpracy z ACH Solution. Przedsiębiorstwo z branży budowy maszyn, specjalista w dziedzinie silikonu i procesów wielokomponentowych, również pochodzi z Górnej Austrii i jednocześnie jest najważniejszym partnerem w konstrukcji form dla SEI WOO. Niewielka odległość, jaka dzieli trzech partnerów, nie jest przypadkowa. Górna Austria jest istotnym clusterem dla światowej branży silikonu.



Partnerzy od ponad 20 lat: Peter Lehmann z SEI WOO (po lewej) i Leopold Praher z ENGEL.



Obudowy cylindrów amortyzatorów, ze względu na swoje wymiary oraz wykorzystywane materiały, stawiają wysokie wymagania wobec procesu wtryskiwania.

Termostatowanie, nie zalewanie

Te niepozorne na pierwszy rzut oka szare rurki mają wielką moc. Obejmują delikatny mechanizm, który w wyposażeniu kuchni dba o to, by szuflady zamykały się cicho i delikatnie, niezależnie od tego, jak mocno się je popchnie. Wysokiej jakości systemy zawiasów, wyciągów i klap dla branży meblowej są specjalnością Blum z siedzibą w Höchst w Austrii. Aby połączyć w produkcji wtryskowej maksymalną precyzję i efektywność, bardzo szybko w międzynarodowych fabrykach producenta okuć zastosowano innowacyjne technologie. Jedną z nich jest iQ flow control, inteligentne rozwiązanie termostatowania od ENGEL, które powoli staje się standardem w branży.

„Chcemy być zawsze State of the Art“, zdradza Philipp Schlatteringer, w Blum odpowiedzialny za produkcję w technologiach tworzyw sztucznych. „To jest warunek konkurencyjności na trudnym rynku meblarskim“. W zakładzie w Fußach, w austriackim Vorarlbergu, produkuje się wymagające obudowy cylindrów amortyzatorów oraz liczne inne techniczne elementy precyzyjne systemów okuć. W procesie wykorzystywana jest metoda wtryskiwania na bezkolumnowych wtryskarkach ENGEL. 30 lat temu Blum był jednym z pierwszych użytkowników technologii bezkolumnowej. Także teraz dokładnie śledzi innowacje swojego partnera z Górnej Austrii, obejmujące cyfryzację procesów produkcyjnych. Dwa lata temu zainwestował w pierwszą instalację produkcyjną z iQ flow control, wraz z urządzeniami termostatującymi typu e-temp, które wtedy wytwarzane były w zerowej serii. Dzięki dużym obciążeniom w ciągłym ruchu cylindry amortyzatorów z POM są optymalnym polem doświadczalnym. „Poruszaliśmy się w pewnym sensie

po nieznanym obszarze“, opowiada Martin Sailer, konstruktor form w Blum. „Z uwagi na to, że jednostka produkcyjna wykorzystywana jest wyłącznie dla formy do cylindrów, byliśmy w stanie uzyskać optymalne warunki termostatowania“. Na potrzeby formy o licznych gniazdach bezkolumnowa wtryskarka e-victory 220 została wyposażona w elektroniczne rozdzielacze wody termostatującej typu e-flomo i cztery agregaty termostatujące serii e-temp ENGEL. W przypadku gniazd i płyt formy trzeba rozpatrzyć szereg obwodów termostatujących

– to bardzo złożone“, mówi Sailer. Na początku osoby odpowiedzialne za projekt podchodziły sceptycznie do tego, czy cztery urządzenia termostatujące zalecane przez ENGEL na pewno wystarczą. Dziś to właśnie te oszczędności powodują włączenie iQ flow control do kolejnych produktów i uznawanie go za standard w coraz liczniejszej grupie obszarów.

Maksymalna trwałość wymiaru bez odpadu

„Wiemy, że mamy bardzo dobre formy, ale dotąd nie mieliśmy pewności, co się dzieje w kanałach termostatowania“, Schlatteringer wskazuje pierwotną motywację dla sięgnięcia po technologię termostatowania ENGEL. „W przypadku wad poszukiwanie przyczyn jest



Termostatowanie na malej
przestrzeni: zwiększono liczbę
zagięć, ograniczając jednak
liczbę urządzeń termostatujących.

ekstremalnie trudne, jeśli dostępna jest tylko czarna skrzynka”.

Ponad 10 lat temu ENGEL podjął się misji rzucenia światła na termostatowanie form. „20 procent wszystkich odpadów w branży wtryskiwania powstaje wskutek błędów termostatowania”, Klaus Tänzler, manager produktu termostatowania w ENGEL, wskazuje przyczynę, która doprowadziła do tej strategicznej decyzji. Dziś ENGEL dostarcza kompleksowe, zintegrowane rozwiązania inteligentnego sterowania procesami termostatowania. Podstawą jest zawsze elektroniczny rozdzielacz wody termostatującej e-flomo. Na podstawie wartości pomiarowych ustalonych poprzez e-flomo iQ flow control dynamicznie i samoczynnie dostosowuje proces termostatowania, utrzymując warunki procesowe na stałym poziomie. Oprogramowanie z oferty inject 4.0 od ENGEL aktywnie reguluje wedle wyboru ilości przepływu albo różnice temperatur we wszystkich, indywidualnych obwodach. W przypadku zastosowania urządzeń termostatujących ENGEL e-temp iQ flow control umożliwia ponadto w razie potrzeby dopasowanie prędkości obrotowej pomp w termostatach. Łączy to stałość termostatowania z wysoką produktywnością i efektywnością energetyczną.

„W klasycznym procesie termostatowania przepływ jest statyczny”, objaśnia Tänzler. „Jeżeli coś w jednym z kanałów termostatowania się zmieni, w konsekwencji dochodzi do zmian w innych kanałach, co prowadzi do nierównomiernego rozprowadzenia wody i temperatury. Tymczasem w naszym dynamicznym systemie każdy obwód rozdzielacza regulowany jest osobno. W ten sposób warunki termiczne w formie pozostają stałe nawet przy wahaniach w systemie”. Krytyczne znaczenie w produkcji obudów cylindrów amortyzatorów ma sztywność. Z uwagi na ich wymiary

– długość i cienkościenność – cylindry należą do jednych z najbardziej wymagających elementów wtryskowych będących w ofercie Blum. Dochodzą do tego charakterystyczne wyzwania związane z materiałem, ponieważ POM charakteryzuje się bardzo dużą kurczliwością. „Dzięki stałemu termostatowaniu już teraz jesteśmy w stanie bardzo dobrze kontrolować kurczliwość”, mówi Christian Ackerl, technik produkcyjny w Blum. Tolerancje w niektórych obszarach detali mają zakresy setnych części milimetra, ponieważ stałość wymiaru ma decydujące znaczenie dla funkcjonalności i żywotności produktów Blum. Gwarancja Blum obowiązuje w całym okresie żywotności kuchni, obliczanym na 20 lat.

Przystawienie się na regulację różnic temperatur

Odpowiednio do wymiarów detalu kanały chłodzące w długich rdzeniach form mają bardzo niewielkie średnice, które mogą zostać zatkane już przez bardzo niewielkie drobiny w wodzie chłodzącej. „Dopiero e-flomo dostarcza nam danych, które pozwalają się



„Jeśli weźmiemy pod uwagę wszystkie wtryskarki w zakładzie, iQ flow control może nam rocznie zaoszczędzić prąd o sześciocyfrowej wartości w euro”.

Philipp Schlatteringer, Blum

zorientować, czy zapewniony jest przepływ”, mówi Sailer. Pozwala to wykryć błędy w termostatowaniu przed wyprodukowaniem wadliwego detalu. „Wszystko inne to marnotrawstwo energii, surowca i czasu”, podkreśla Patrik Johler z działu sprzedaży ENGEL. Już sama funkcja regulacji przepływu szybko przekonała osoby odpowiedzialne za projekty w Blum. Jeszcze wyraźniejsze są efekty przy przejściu na regulację różnic temperatur. Zamiast ilości przepływu system w tym przypadku utrzymuje stałą temperaturę powrotu w każdym z obwodów. System pobiera tylko tyle wody, ile jest konieczne, dzięki czemu jeszcze bardziej spada zużycie wody chłodzącej i energii.

Im więcej gniazd, tym mniej urządzeń termostatujących

Przed inwestycją w nową instalację produkcyjną obudowy cylindrów amortyzatorów przez długi czas produkowano w formach o mniejszej liczbie gniazd.

Wymagało to zastosowania ośmiu urządzeń termostatujących, w związku z czym osoby odpowiedzialne za projekt założyły, że zwiększenie skali będzie wymagało zwiększenia liczby termostatów. W tym przypadku było odwrotnie. Zwiększono liczbę zagłębień, ograniczając jednak liczbę urządzeń termostatujących. Przyniosło to pozytywne efekty dla samej inwestycji, ale również obni-

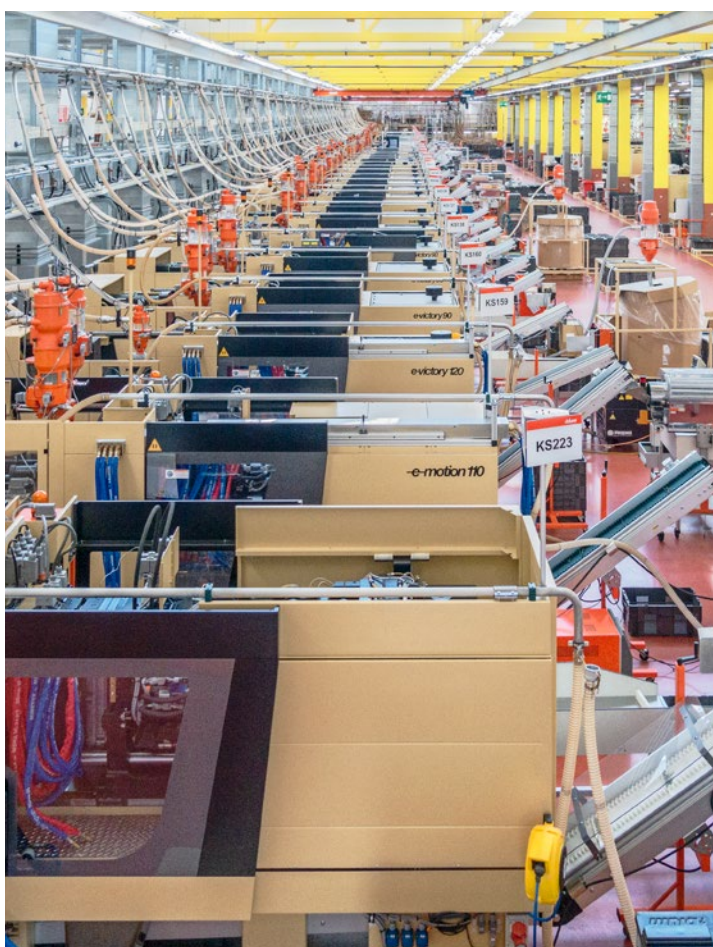
żyło bieżące koszty eksploatacyjne. Urządzenia termostatujące ENGEL są w pełni zintegrowane przez OPC UA ze sterownikiem CC300 wtryskarek ENGEL. W ten sposób można odpowiednio do potrzeb regulować prędkość obrotową pomp. Podczas gdy tradycyjne urządzenia termostatujące stale pracują na pełnej mocy, iQ flow control koreluje wydajność pomp z ustawieniami zaworów w obwodach chłodzących i dopasowuje ją do całego czasu trwania procesu. Naszym hasłem jest nie zalewać, lecz inteligentnie termostatować, aby nie tylko oszczędzać energię, ale również ograniczać nakłady na utrzymanie ruchu. Jeśli pompa nie pracuje stale pod pełnym obciążeniem, zużycie drastycznie spada. „Jeśli weźmiemy pod uwagę wszystkie wtryskarki w zakładzie, iQ flow control może nam rocznie zaoszczędzić prąd o sześciocyfrowej wartości”, mówi Schlatteringer. ■

Wspólne poszukiwanie potencjałów zwiększania efektywności: Martin Sailer z Blum, Patrik Johler i Klaus Tänzler z ENGEL, Christian Ackerl i Philipp Schlattinger z Blum (od lewej).



Wtryskarka e-victory 220 przeznaczona jest wyłącznie do produkcji obudów cylindrów amortyzatorów.

Poznaj iQ flow
control jeszcze
lepiej:



Bezcolumnowe maszyny e-victory i victory w zakładzie Blum w Fußach wykonują lwią część prac.



Jasno deklarujemy – najwyższy czas zamknąć obieg surowców.

ENGEL ma świadomość swojej odpowiedzialności i wspiera klientów w dążeniu do zrównoważonej produkcji wtryskowej. Naszą działalność koncentrujemy na rozwiązaniach inject 4.0 dla smart factory, które otwierają nowe możliwości związane z gospodarką o obiegu zamkniętym. Przykładowo, oprogramowanie iQ weight control przeciwdziała wahaniom w procesie podczas obróbki recyklatów. Dzięki stale wysokiej jakości detali spektrum zastosowania materiału z recyklingu rozszerza się.

W obszarze technologicznym również wspieramy intensywne zastosowanie recyklatu: nowa technologia ENGEL skinmelt daje możliwość zastosowania materiałów o wysokim stopniu odzysku nawet w przypadku detali o złożonej geometrii.

Nasze maszyny są zielone nie tylko z wyglądu – zapraszamy do zapoznania się z naszymi sprawdzonymi rozwiązaniami i skontaktowania się z nami jeszcze dziś.



ENGEL
be the first

