



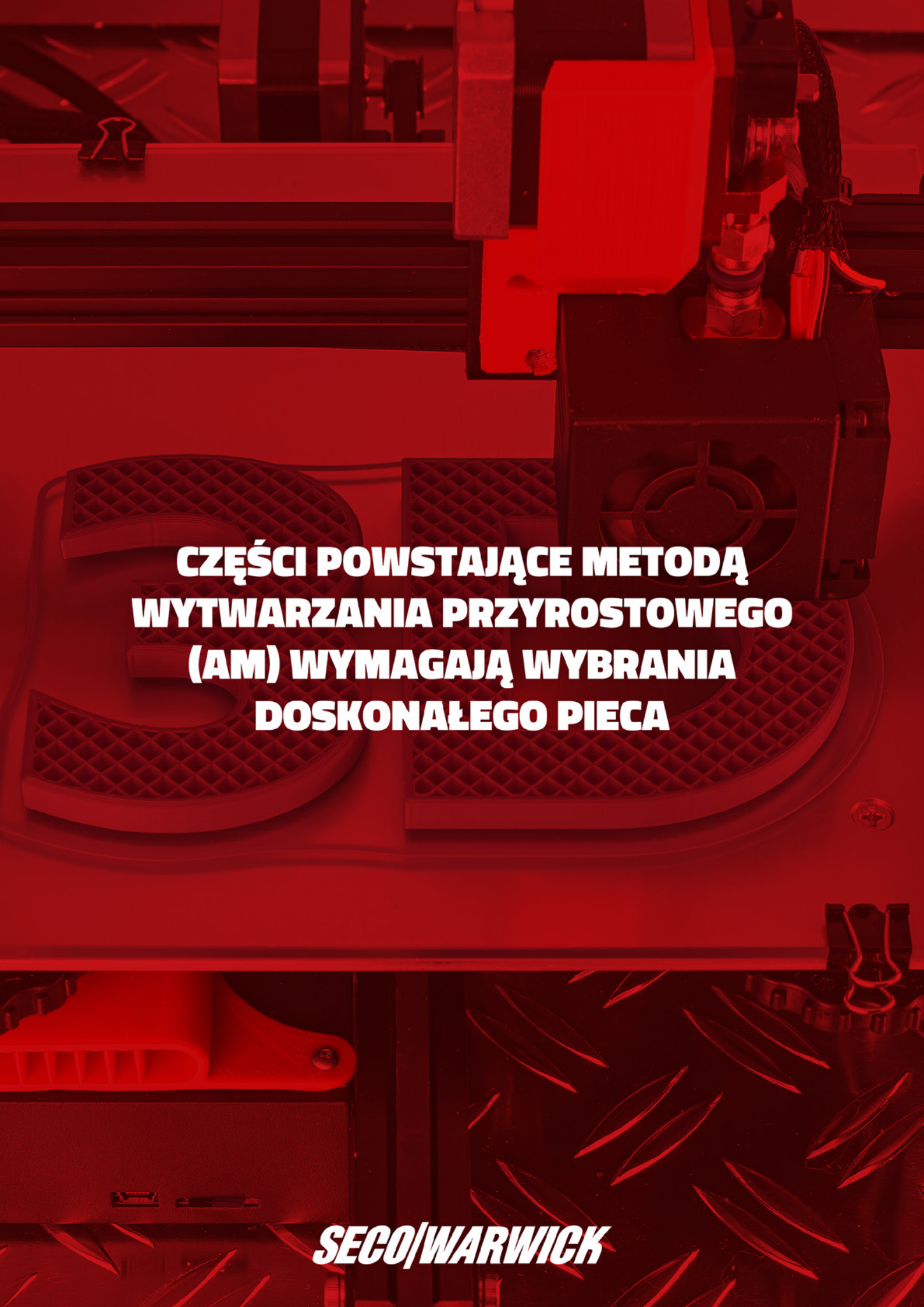
SECO/EBOOK

PREMIUM SECO/WARWICK® CONTENT **KWIECIEŃ, 2020**

ŚWIAT WYTWARZANIA PRZYROSTOWEGO

SECO/WARWICK

INVENTION MEETS RELIABILITY



**CZĘŚCI POWSTAJĄCE METODĄ
WYTWARZANIA PRZYROSTOWEGO
(AM) WYMAGAJĄ WYBRANIA
DOSKONAŁEGO PIECA**

SECO/WARWICK

ŚWIAT WYTWARZANIA PRZYROSTOWEGO

Świat wytwarzania przyrostowego wymaga od producentów pieców do obróbki cieplnej innego podejścia – technologia drukowania 3D ewoluuje niezwykle szybko, a oferowane urządzenia do obróbki cieplnej muszą za nią nadążyć.

Wytwarzanie przyrostowe z metali (AM) – jeden z 10 najważniejszych trendów rynkowych

Wytwarzanie przyrostowe z metali, [które Gartner definiuje jako](#) „możliwość wytworzenia fizycznego obiektu z cyfrowo zakodowanego projektu, poprzez nakładanie materiału w procesie drukowania 3D”, stało się jednym z 10 strategicznych trendów technologicznych w branżach produkcyjnych.

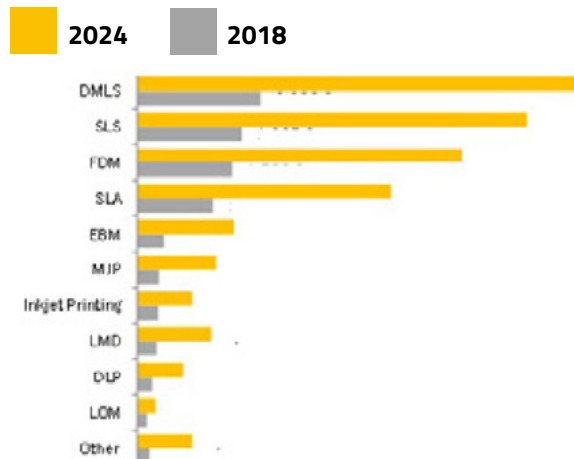
możliwość wytworzenia fizycznego obiektu z cyfrowo zakodowanego projektu, poprzez nakładanie materiału w procesie drukowania 3D

Powód?

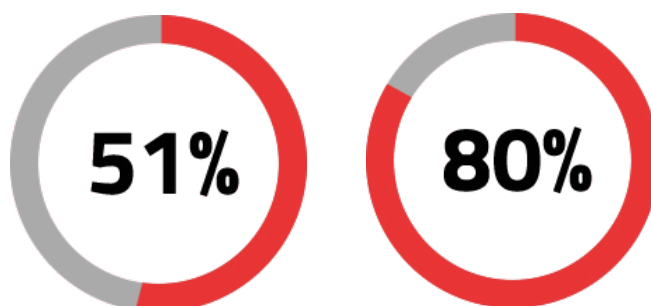
Samodzielny wydruk niezbędnych części jest szybszy i łatwiejszy, niż tradycyjna metoda odlewania elementów metalowych. Koncepcja druku 3D ma już około 30 lat, a branże obronna i lotnicza należały do pierwszych gałęzi przemysłu, które zainteresowały się potencjałem tej technologii. Minęły lata i, [według Grand View Research](#), do wspomnianego grona dołączył przemysł medyczny. Wraz z nim, branże obronna i lotnicza są najbardziej obiecującymi obszarami rozwoju technologii wytwarzania przyrostowego z metali.

 **Obrona**  **Lotnictwo**  **Medycyna**

Rozmiar rynku 3D wg. technologii, w mln dolarów



W ostatnich latach potencjał druku 3D docenił również przemysł motoryzacyjny. Stało się to za sprawą nowego kierunku (związanego z paliwami alternatywnymi i ograniczaniem masy aut), będącego głównym wyzwaniem stawianym przed samochodami nowej generacji. [Według Forbesa](#), w 2019 roku aż 51% przedsiębiorstw wykorzystywało drukowanie 3D w procesie produkcyjnym, zaś 80% mówi, że technologia ta umożliwia im szybszy



51% przedsiębiorstw wykorzystywało drukowanie 3D w procesie produkcyjnym

80% mówi, że technologia ta umożliwia im szybszy rozwój innowacji

rozwój innowacji. [Dane pochodzące z Markets & Markets](#) potwierdzają ten trend podając, iż globalny rynek drukowania 3D osiągnie wartość około 35 mld USD w 2024 roku. Dla porównania, w 2018 roku jego wartość wynosiła „zaledwie” 9,9 miliarda USD. I chociaż perspektywy są bez wątpienia obiecujące, należałoby rozważyć przyszłe potrzeby przemysłu, tj. najwyższą możliwą jakość i trwałość, ponieważ drukowanie metalowych części to dopiero pierwszy krok w całym procesie produkcyjnym.

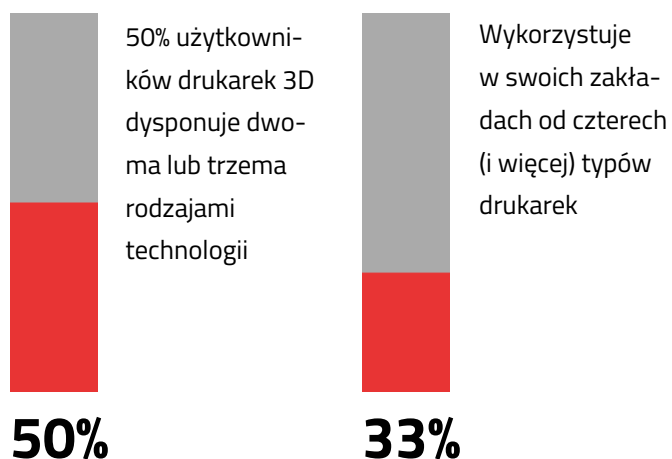
Obróbka cieplna w blasku reflektorów

Wraz z rozwojem technologii drukowania 3D, przedsiębiorstwa produkcyjne poszukują innowacyjnych możliwości technologicznych, te zaś pozwalają osiągnąć wyższą jakość drukowanego produktu – szczególnie ze względu na charakter branż zainteresowanych produkcją skomplikowanych części metalowych o doskonałych właści-

wościach mechanicznych. Dopiero od niedawna zaczęto rozważać procesy obróbki cieplnej w branży druku 3D. W odniesieniu do sprawności, szybkości i kosztów produkcji, coraz więcej danych potwierdza znaczenie, potencjał i wpływ wykorzystania pieca przemysłowego do obróbki cieplnej w wytwarzaniu przyrostowym. Statystyki te rzucają również światło na większe, niż kiedykolwiek wcześniej, znaczenie procesów obróbki cieplnej.

Kilka lat temu posiadanie jednej drukarki 3D do metalu było wielkim osiągnięciem. Według danych z ankiety o obróbce części po drukowaniu metodą przyrostową opublikowanej przez [Post Process](#), obecnie ponad 50% użytkowników drukarek 3D dysponuje dwoma lub trzema rodzajami technologii. 33% wykorzystuje w swoich zakładach od czterech (i więcej) typów drukarek.

Według danych z ankiety o obróbce części po drukowaniu metodą przyrostową opublikowanej przez Post Process:



Więcej danych potwierdza znaczenie, potencjał i wpływ wykorzystania pieca przemysłowego do obróbki cieplnej w wytwarzaniu przyrostowym.

Jednak, poza dostępnością finansową, technologia musi również dostarczać produkty wysokiej jakości, zarówno przy szybkim tworzeniu prototypów, jak i w produkcji masowej. Dlatego też wady jednej technologii muszą być kompensowane.

Łańcuch tak wytrzymały, jak jego najsłabsze ogniwo

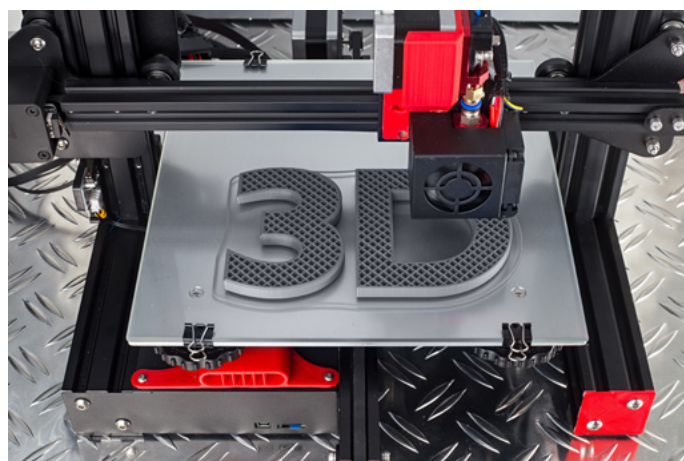
Mówi się, wytwarzanie przyrostowe z metali może usprawnić rozwój produktów dosłownie w każdej istniejącej gałęzi przemysłu. Pamiętając, że prosty

piec jest niewystarczający do zaspokojenia potrzeb oraz wymagań współczesnego druku 3D, rodzi się pytanie: jaki piec pomyślnie stawia czoła takiemu wyzwaniu?

Na przykład SECO/WARWICK. Firma uznawana za jednego z liderów branży [obróbki cieplnej](#), kilka lat temu podjęła kwestię rozwiązań dla wytwarzania przyrostowego z metali. Jak mówi Sławomir Woźniak, CEO SECO/WARWICK:

Jako przedsiębiorstwo, stale poszukujemy rozwiązań, które będą odpowiadały na obecne i przyszłe potrzeby klientów – wytwarzanie przyrostowe z metali nie jest wyjątkiem. Świat druku 3D przez długi czas przyćmiewał obróbkę cieplną, obecnie jednak coraz więcej użytkowników zdaje sobie sprawę z wpływu rozwiązań obróbki cieplnej na kwestię czasu i kosztów procesu.

Druk 3D, zarówno laserowy jak i metodą binder jetting, ma cechy potrzebne w przemyśle. Rozwiązanie laserowe jest bardziej powszechne, ale zauważalne jest rosnące zainteresowanie częściami drukowanymi poprzez połączenie proszku i lepiszcza (zielona część). Mimo wszystko, efekt końcowy nadal jest daleki od jednorodnej części metalowej.



Jakie zatem miejsce zajmuje piec do obróbki cieplnej w powyższych technologiach?

Niezależnie od tego, czy producent wykorzystuje drukarkę laserową o wysokiej rozdzielczości, czy szybkie i dokładne rozwiązanie typu binder jetting, procesy obróbki cieplnej mają wpływ na końcowe parametry części. Na przykład; skoro technolo-

gia binder jetting wymaga procesu spiekania, konieczne jest usunięcie lepiszcza (bindera). Po jego wyeliminowaniu, część umieszczana jest w piecu, a następująca obróbka cieplna odbywa się dzięki odpowiedniej recepturze procesu spiekania. Jeżeli jednak zawartość spoiwa w części drukowanej wynosi około 2%, usuwanie go staje się zbędne – właśnie dzięki innowacyjnym rozwiązaniom.

Piece wykorzystujące odpowiednią technologię i receptury, potrafią niezwłocznie wykonać proces eliminacji zielonej części już przy rozpoczynaniu spiekania. W przypadku części drukowanych laserowo, piece do obróbki cieplnej wykorzystuje się do procesów odprężania i wyżarzania w celu osiągnięcia najwyższej możliwej jakości i jednorodności materiału.

Różne potrzeby. Jedno wyzwanie.

Biorąc pod uwagę wielkość pieców laboratoryjnych, idealnie nadają się one do małych części i celów badawczo-rozwojowych, jednak kolejną potrzebą są piece do średnich i wysokich wolumenów produkcji przemysłowej. S. Woźniak precyzuje: „W niektórych dziedzinach, druk zajmuje mniej czasu niż obróbka cieplna, dlatego też piec musi być odpowiednio wymierzony w celu osiągnięcia zakładanej wydajności produkcyjnej. Czasem, w celu uzyskania właściwości zgodnych z wymogami użytkownika końcowego, części drukowane wymagają dalszej obróbki. Obsługa „części zielonych” jest zaledwie wierzchołkiem góry lodowej. Obecnie dyskusje skupiają się szczególnie na certyfikacji i standaryzacji części drukowanych, a możliwość przeprowadzania różnych procesów wewnątrz firmy jest zawsze cenną korzyścią.”

[Branże lotnicza](#), medyczna i motoryzacyjna są głównym celem producentów drukarek 3D, ponieważ wykorzystują one głównie stale specjalne i superstopy. Znane już są korzyści wynikające z obróbki cieplnej tego typu materiałów w [piecach](#)

[próżniowych do obróbki cieplnej](#). Piece te zapewniają pełną kontrolę nad procesem, co bezpośrednio wpływa na kwestie związane z odkształceniami i kurczeniem się części. Stanowią zatem doskonałe uzupełnienie wszystkich technologii opartych na lepiszczu.

Być o krok do przodu

Obecnie piece próżniowe do obróbki cieplnej zdają się być najbardziej kompletnym rozwiązaniem odpowiadającym na potrzeby druku 3D, a potrzeby te mogą się różnić, np. jedna technologia wymagać będzie procesu spiekania, a inna odprężania. Dlatego też, biorąc pod uwagę przyszłe cele producentów (takie jak standaryzacja pieca, produkcja masowa lub stały przepływ zamówień), inwestycja we właściwy piec przemysłowy pozwoli uniknąć większości przeszkód – jeszcze zanim wystąpią.

W rzeczywistości, przedsiębiorstwa nieustannie poszukują rozwiązań odpowiadających na ich konkretne potrzeby, dlatego też coraz więcej klientów ze świata druku 3D metalu skłania się ku Grupie SECO/WARWICK i jej rozwiązaniom w zakresie obróbki cieplnej.

Obecnie piece próżniowe do obróbki cieplnej zdają się być najbardziej kompletnym rozwiązaniem odpowiadającym na potrzeby druku 3D, a potrzeby te mogą się różnić.

A red-tinted photograph of a robotic gripper holding a spherical metal part with a complex lattice structure. The gripper is positioned at the top, with its fingers gripping the top of the sphere. The sphere has a textured, porous appearance. The background is blurred, showing industrial equipment.

NAJCZĘŚCIEJ ZADAWANE PYTANIA

SECO/WARWICK

1) Czy potrzebuję pieca do drukowania metalowych części 3D?

Obróbka cieplna jest niezbędna w przypadku większości technologii druku 3D metalu dostępnych na rynku. Technologie laserowe (EOS, SLM itp.) umożliwiają drukowanie części metalowych, jednakże mają one nieregularną strukturę cząsteczkową. Procesy odpężania lub starzenia pomagają uzyskać bardziej jednorodną strukturę wolną od naprężeń wewnętrznych. W efekcie drukowane elementy mają mniejszą tendencję do pęknięcia w nieoczekiwany sposób.

W przypadku technologii Binder Jetting (ExOne, Desktop Metal, itp.) obróbka cieplna nie jest jedynie opcją, lecz częścią procesu drukowania. Wydruk daje „część zieloną”, która jest połączeniem proszku metalu i spoiwa. W procesie spiekania proszek metalu topi się, a lepiszcze jest usuwane. Oznacza to, że „zielona część” staje się jednorodnym metalem dopiero po procesie obróbki cieplnej.



Oba procesy mogą być realizowane w piecach próżniowych **VECTOR 3D** zaprojektowanych i produkowanych przez **SECO/WARWICK**. Są to najnowocześniejsze piece próżniowe, przygotowane na cząsteczki lepiszcza i zanieczyszczenie występujące w procesie spiekania.

TECHNOLOGIE DRUKU 3D METALU	JAK TO DZIAŁA?	EFEKT DRUKOWANIA
TECHNOLOGIE LASEROWE (EOS, SLM, ITP.)	TECHNOLOGIE UMOŻLIWIAJĄ DRUKOWANIE CZĘŚCI METALOWYCH, JEDNAKŻE MAJĄ ONE NIEREGULARNĄ STRUKTURĘ CZĄSTECZKOWĄ. PROCESY ODPĘŻANIA LUB STARZENIA POMAGAJĄ UZYSKAĆ BARDZIEJ JEDNORODNĄ STRUKTURĘ WOLNĄ OD NAPRĘŻEŃ WEWNĘTRZNYCH.	DRUKOWANE ELEMENTY MAJĄ MNIEJSZĄ TENDENCJĘ DO PĘKANIA W NIEOCZEKIWANY SPOSÓB.
BINDER JETTING (EXONE, DESKTOP METAL, ITP.)	OBRÓBKA CIEPLNA NIE JEST JEDYNIIE OPCJĄ, LECZ CZĘŚCIĄ PROCESU DRUKOWANIA.	WYDRUK DAJE „CZĘŚĆ ZIELONĄ”, KTÓRA JEST POŁĄCZENIEM PROSZKU METALU I SPOIWA. W PROCESIE SPIEKANIA PROSZEK METALU TOPI SIĘ, A LEPISSZCZE JEST USUWANE. OZNACZA TO, ŻE „ZIELONA CZĘŚĆ” STAJE SIĘ JEDNORODNYM METALEM DOPIERO PO PROCESIE OBRÓBKIE CIEPLNEJ.

2) Jakiego rodzaju procesy obróbki cieplnej są wspólne dla drukowania 3D z metalu?

Spiekanie, odpężanie i starzenie to najbardziej powszechne procesy, jednak wszystko zależy od technologii drukowania. W przypadku technologii Binder Jetting uzyskuje się „część zieloną”, która jest połączeniem proszku metalu i lepiszcza. W procesie spiekania proszek metalu topi się, a lepiszcze jest usuwane. Oznacza to, że „zielona część” staje się metalem dopiero po procesie obróbki cieplnej.

Technologie laserowe umożliwiają drukowanie części metalowych, jednak mają one nieregularną strukturę cząsteczkową. Procesy odpężania lub starzenia pomagają uzyskać bardziej jednorodną strukturę wolną od naprężeń wewnętrznych. W efekcie drukowane elementy mają mniejszą tendencję do pęknięcia w nieoczekiwany sposób.

Należy pamiętać, że wydrukowana część, nawet po obróbce, może wymagać jeszcze dodatkowego procesu dokładnie tak samo, jak element odlewany uzyskany w tradycyjny sposób. Warto rozważyć piec, który będzie nadawał się do przeprowadzenia dodatkowych procesów obróbki cieplnej.



Piec próżniowy VECTOR 3D, zaprojektowany i produkowany przez SECO/WARWICK, jest doskonałym przykładem urządzenia uniwersalnego, w którym można przeprowadzać wszystkie ewentualne procesy. Dodatkowo piec jest przygotowany na cząstki lepiszcza, które są naturalnym efektem ubocznym spiekania. Pięć różnych systemów zabezpieczeń utrzymuje piec w dobrym stanie i gwarantuje jego trwałość na lata.

SECO/WARWICK
INVENTION MEETS RELIABILITY

Więcej niż trzy wymiary wytwarzania przyrostowego z metalu (AM)

VECTOR 3D

**ZAPROJEKTOWANY
Z MYŚLĄ O OBRÓBCE
CIEPLNEJ SZEROKIEJ
GAMY PRODUKTÓW
WYTWARZANYCH
METODĄ ADDITIVE
MANUFACTURING
(3D PRINTING)**

www.secowarwick.com

3) Mam już piec próżniowy. Czy mogę go również wykorzystać do zastosowań związanych z drukiem 3D?

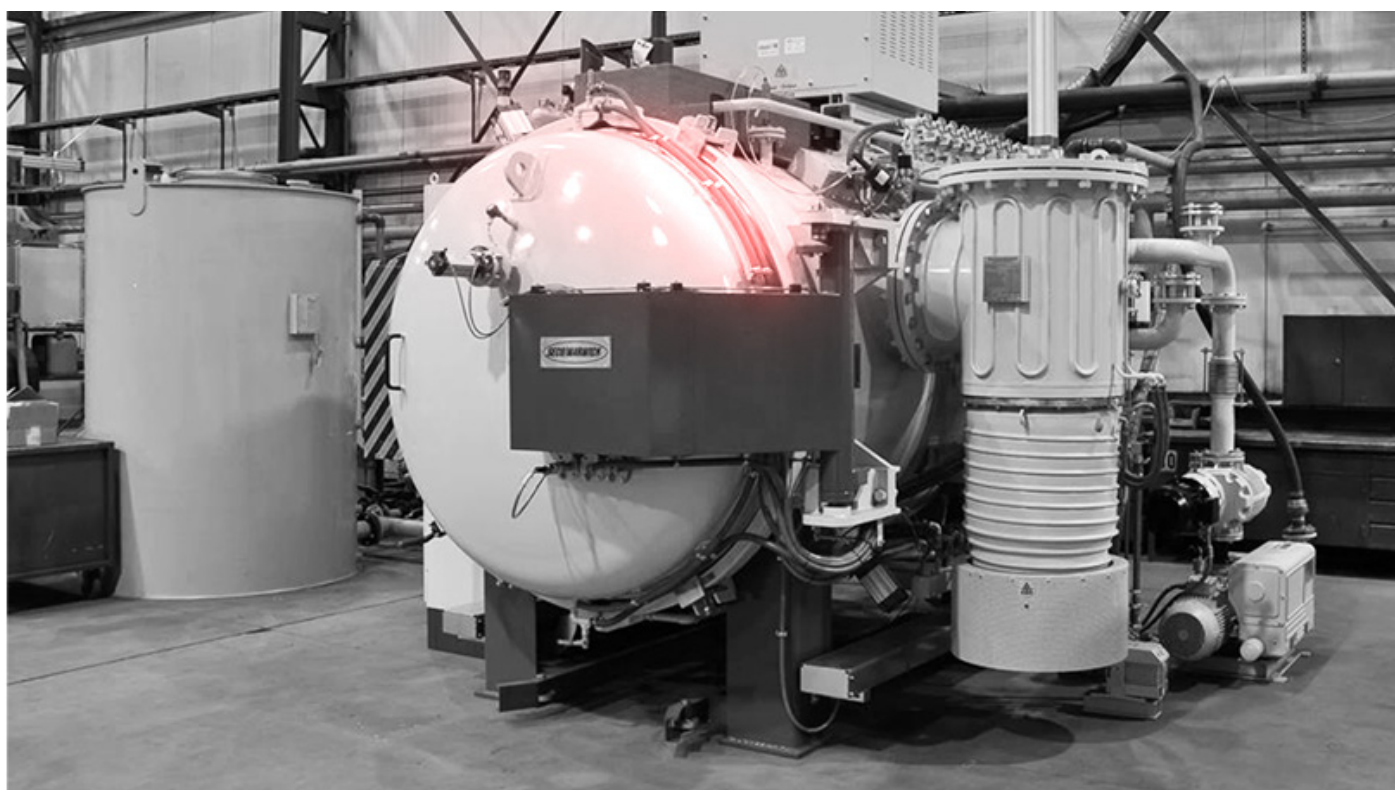
To zależy. Większość pieców próżniowych jest dostosowana do przeprowadzania procesów odprężania lub starzenia. Jeżeli wymagana temperatura mieści się w zakresie pieca, nie powinno być problemu z takim zastosowaniem. Sytuacja jest bardziej skomplikowana w przypadku technologii Binder Jetting i procesów spiekania. Podczas obróbki cieplnej dochodzi do parowania lepiszcza, które to pary mogą gromadzić się w zimnej części pieca, instalacji pompowej lub przepustach zasilania. Może to doprowadzić do skrócenia żywotności niektórych elementów pieca, a nawet doprowadzić do poważnego zwarcia skutkującego pożarem.

Większość pieców próżniowych jest dostosowana do przeprowadzania procesów odprężania lub starzenia. Jeżeli wymagana temperatura mieści się w zakresie pieca, nie powinno być problemu z takim zastosowaniem.



Piec próżniowy VECTOR 3D jest zaprojektowany specjalnie z myślą o procesie Binder Jetting. Jest on dodatkowo wyposażony w układy zabezpieczeń, które pomagają utrzymać piec w dobrym stanie przez wiele lat.

Oczywiście, piec zaprojektowany z myślą o procesie Binder Jetting można wykorzystywać do innych procesów dokładnie tak samo, jak zwykły piec próżniowy. Należy pamiętać, piec próżniowy jest najlepszym możliwym urządzeniem do zastosowań wytwarzania przyrostowego, jednakże nie każdy piec próżniowy jest przystosowany do wymagań związanych z typowymi procesami wytwarzania przyrostowego.



4) Planuję wykorzystywać kilka drukarek 3D do metalu pracujących z różnymi technologiami. Czy znajdę piec, który poradzi sobie ze wszystkimi?

Tak. Piec próżniowy jest uniwersalnym urządzeniem, który nadaje się do większości procesów obróbki cieplnej. W jednym urządzeniu można przeprowadzać:

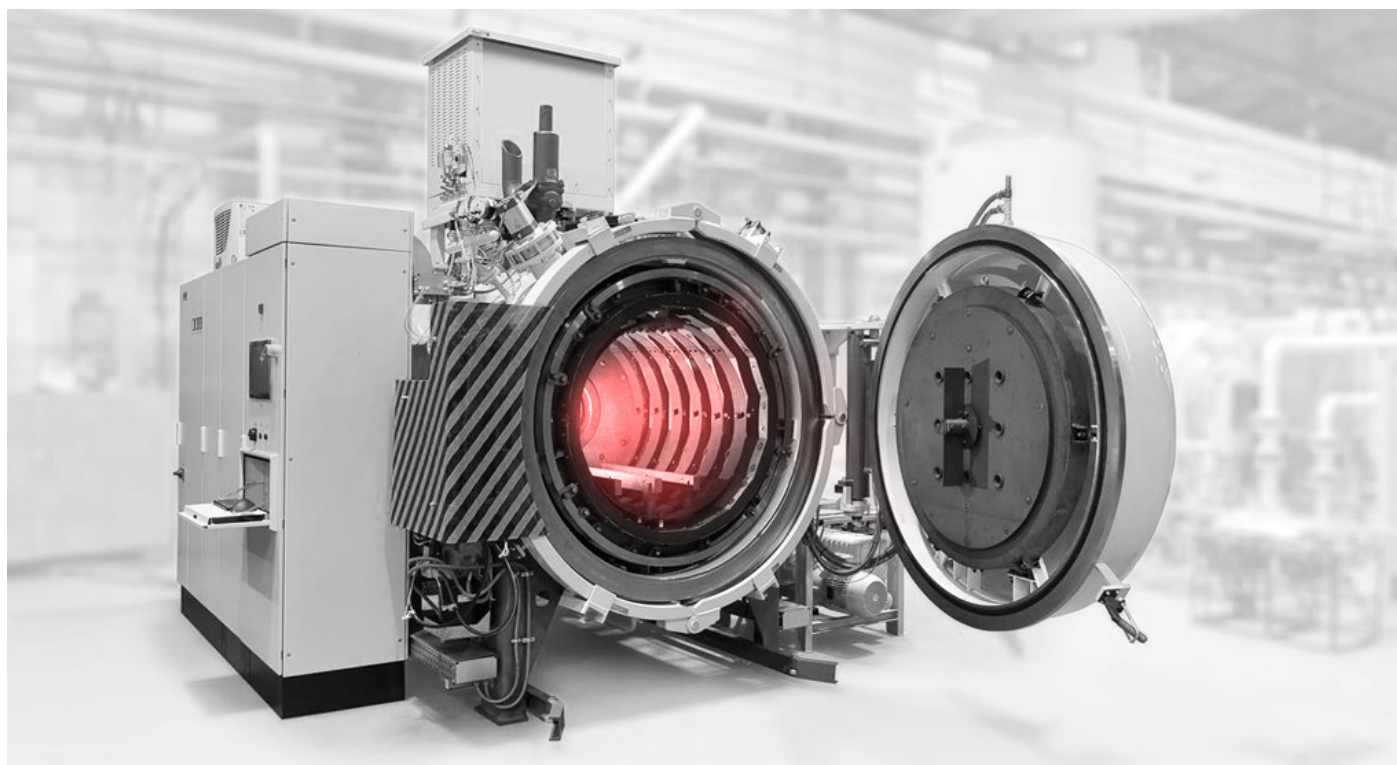
- / spiekanie,
- / odpężanie,
- / starzenie,
- / utwardzanie,
- / nawęglanie,
- / wyżarzanie,
- / lutowanie twarde,
- / powlekanie,
- / hartowanie,
- / przesycanie.

Oczywiście, konieczna jest odpowiednia konfiguracja pieca na etapie projektowania i wykonania. Rozbudowa w przyszłości może być zbyt kosztowna. Jako że piec to zwykle inwestycja na 10-30 lat, zawsze warto rozważyć potrzeby, jakie mogą wystąpić w przyszłości.



Piec próżniowy VECTOR 3D jest doskonałym przykładem urządzenia uniwersalnego, w którym można przeprowadzać wszystkie procesy obróbki cieplnej.

Dodatkowo jest przygotowany do procesów wytwarzania przyrostowego, w tym systemów usuwania lepiszcza.



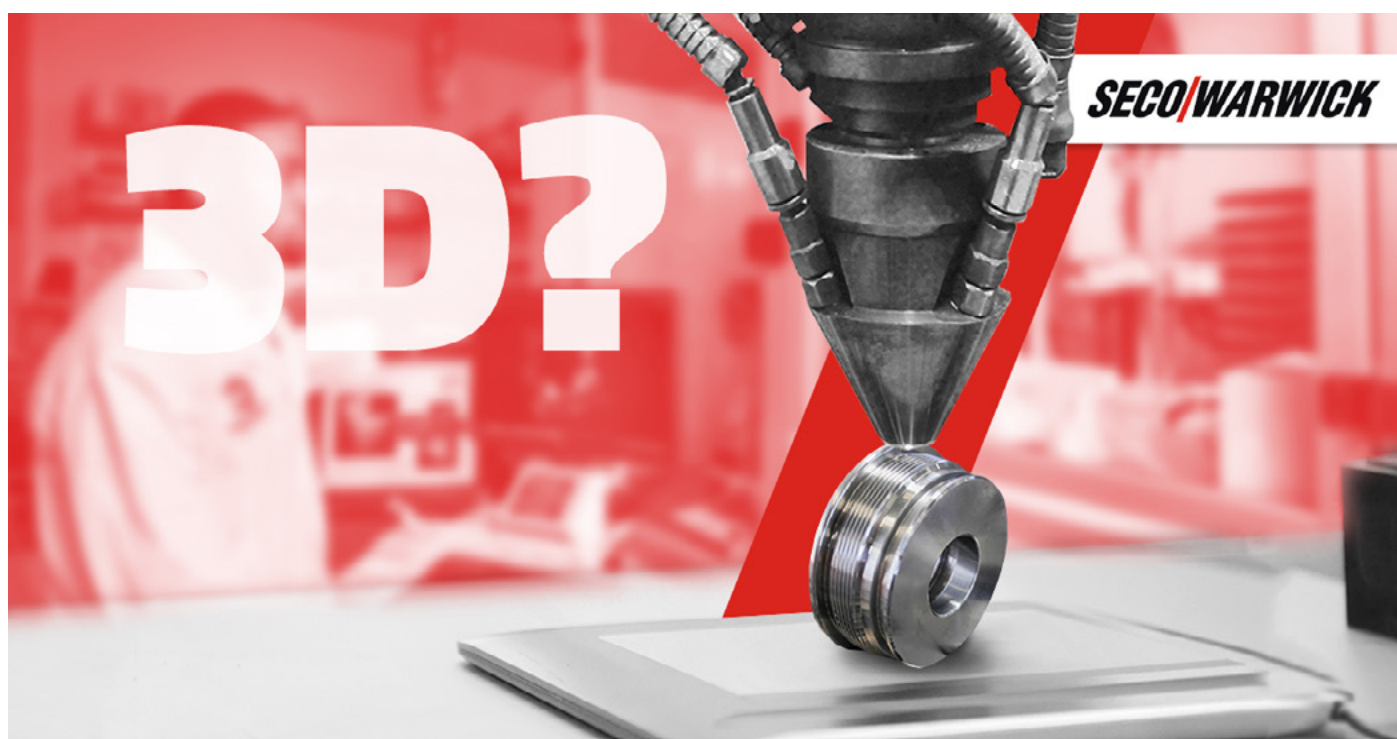
5) Na rynku istnieją różne rodzaje pieców. Jaki jest najbardziej optymalny do zastosowań drukowania 3D metalu?

Obecnie drukowanie 3D metalu skupia się na stali nierdzewnej i superstopach, np. tytanowych lub aluminiowych itp. W takich przypadkach procesy obróbki cieplnej należy przeprowadzać w środowisku pozbawionym tlenu, co można uzyskać poprzez wykorzystanie pieca atmosferycznego pracującego z atmosferą ochronną zapewnianą przez mieszankę gazów lub pieca próżniowego, w którym poziom tlenu jest ograniczony jest określonym poziomem próżni.

Trendy rynkowe pokazują, że do produkcji niemasowej prostych elementów i prototypów stosuje się głównie proste laboratoryjne piece atmosferyczne ze względu na koszt urządzeń. Zawsze tam, gdzie koszty eksploatacji i czas przygotowania nie są najważniejsze.



Z kolei w przypadku średnich i dużych wolumenów produkcji części dla wymagających rynków, np. lotnictwa, naturalnym wyborem są piece próżniowe, do których zalicza się VECTOR 3D. Wyższy koszt zakupu w porównaniu z prostym urządzeniem atmosferycznym jest kompensowany podczas eksploatacji pieca.



6) Obszar roboczy mojej drukarki to 400x250x250. Czy powinienem rozważać piec o takiej samej wielkości?

To zależy. Na potrzeby produkcji prototypów, kiedy drukowanie odbywa się sporadycznie, może to być optymalne rozwiązanie. Jednakże w przypadku średnich i dużych wolumenów produkcji należy rozważyć również wydajność urządzeń. Rosnąca prędkość druku to obecnie jedna z najważniejszych kwestii dla wszystkich producentów drukarek. W efekcie rośnie ona z miesiąca na miesiąc. Z drugiej strony procesy obróbki cieplnej doszły już do ścian, a zwiększenie prędkości nie jest takie łatwe, ponieważ trudno oszukiwać fizykę. Z tego powodu użytkownicy drukarek często stawiają na większe piece umożliwiające obróbkę kilku drukowanych partii. W ten sposób wymiarem pieca można zrównoważyć prędkość drukarki.

Obecnie większość użytkowników drukarek posiada więcej niż jeden egzemplarz. Warto to również wziąć pod uwagę. Piece są zazwyczaj inwestycją na lata. Nie wolno pozwolić, aby były „najślabszym ogniwem w łańcuchu”.

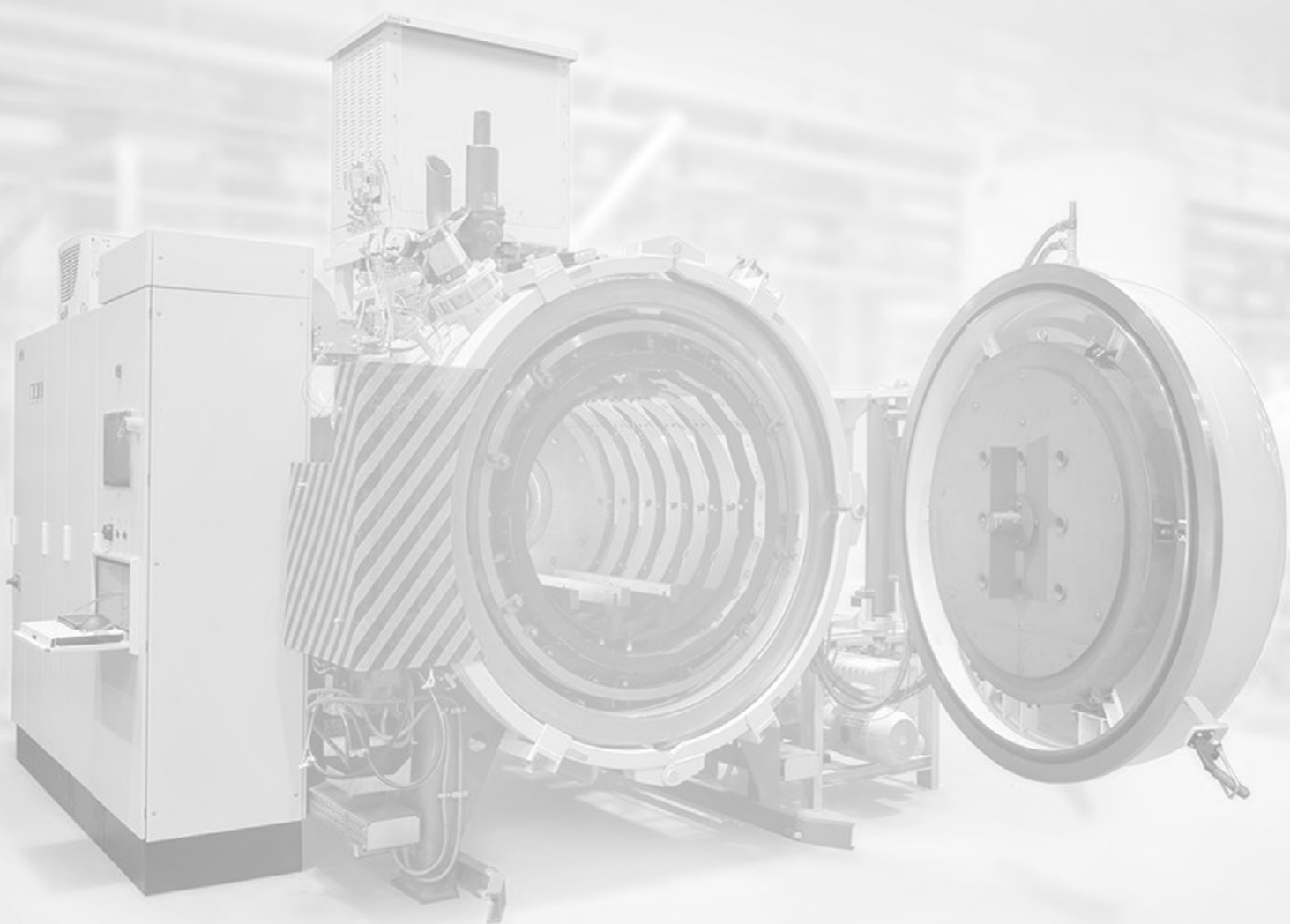


Dlatego też VECTOR 3D oferujemy w 4 standardowych wielkościach:

- 1. 250x250x400,**
- 2. 400x400x600,**
- 3. 600x600x900,**
- 4. 900x900x1200.**

Jeżeli proces klienta wymaga innych wymiarów, firma SECO/WARWICK pozostaje otwarta na indywidualne konstrukcje. W ofercie spółki można znaleźć liczne urządzenia zaprojektowane do potrzeb klienta, nawet tak ogromne konstrukcje jak całkowicie metalowy piec próżniowy o długości 32 m zapewniający jednorodność temperatury na poziomie $\pm 3^{\circ}\text{C}$ lub poziomy piec próżniowy obsługujący wsady do 120 ton.

Piece są zazwyczaj inwestycją na lata. Nie wolno pozwolić, aby były „najślabszym ogniwem w łańcuchu”.



SECO/WARWICK
WWW.SECOWARWICK.COM