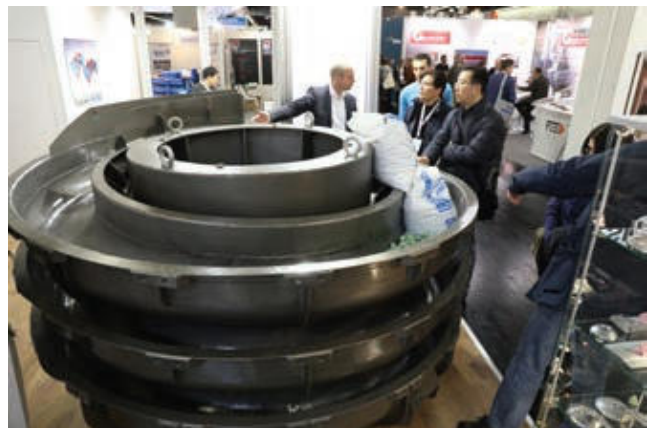


## » Od taljevine do odljevka: alati u tehnologiji tlačnog lijevanja

Središnji element procesa tlačnog lijevanja je alat, koji definira konturu odljevka te utječe na svojstva odljevka. Alatničarstvo na području tlačnog lijevanja ima ogromne potencijale za razvoj, posebice sa stajališta primjene postupaka aditivne proizvodnje.

Postupak tlačnog lijevanja namijenjen je velikoserijskoj proizvodnji proizvoda od aluminijske, cinkove, magnezijevske, bakrene, olova, kositra i legura tih materijala. Postupak tlačnog lijevanja odvija se u stroju za tlačno lijevanje, koji ima vruću ili hladnu komoru, koja se prije tlačnog lijevanja napuni s taljevinom. Najveća razlika između ta dva postupka tlačnog lijevanja je u položaju komore, jer je vruća komora postavljena u unutrašnjost stroja, dok se hladna komora nalazi izvan stroja i moguće ju je dodatno hladiti. Kod oba postupka se taljevina iz komore s klipom tlači u čelični alat (kalup), gdje se hladi i očvršćuje. Alati za tlačno lijevanje su sastavljeni od dvije polovice, što omogućuje izbacivanje odljevaka iz alata. Polovica alata s uljevom za taljevinu je postavljena na mirujuću ploču stroja, dok je druga polovica s izbacivačkim paketom postavljena na pomičnu ploču stroja. Prije zatvaranja alata, unutrašnjost obje polovice alata se premazuje sredstvom za odvajanje, koje omogućuje jednostavnije izbacivanje odljevaka iz alata te do određene mjere hladi površinu alata. Po satu je moguće obaviti do 300 ciklusa lijevanja, što ovisi prije svega o veličini odljevaka.

mora biti zatvoren s visokim silama zatvaranja, koje kod strojeva za tlačno lijevanje s vrućom komorom dosežu vrijednosti do 8.000 kN (800 tona), dok kod tlačnog lijevanja s hladnom komorom dosežu 45.000 kN (4.500 tona). Primjena tako velikih sila zatvaranja omogućuje tlačno lijevanje velikih odljevaka. Kalup mora biti tako razvijen, te izrađen od takvih materijala, koji omogućuju dugotrajno izdržavanje tako visokih opterećenja. Kada materijal u kalupu očvrstne, stroj za tlačno lijevanje otvara polovicu alata, a izbacivački paket potisne iz alata odljevke, koje prihvaća robot te uklanja iz stroja na daljnju obradu.



### Iznimna opterećenja

Kada je alat na stroju za tlačno lijevanje zatvoren, taljevina se potisne u alat s tlakovima do 1.200 bara, pri čemu se tijekom punjenja alata postižu najveće brzine taljevine do 150 m/s (540 km/h). Alat

### Čelici visokih performansi

Kalup kao središnji element postupka tlačnog lijevanja određuje konturu i svojstva odljevaka te mora omogućavati što brže očvršćivanje odljevaka. Na taj način je ubrzano nastajanje sitnozrnate mikrostrukture materijala odljevka, što ima pozitivni učinak na svojstva odlivenih dijelova. Za postizanje optimalnog hlađenja, kalupi za tlačno lijevanje su na određenim dijelovima hlađeni. Ujedno se hlađenjem kalupa skraćuje ciklus lijevanja i tako povećava produktivnost. Razvoj kalupa za tlačno lijevanje opisan je u standardu DIN 16760-1. Kalupi za tlačno lijevanje neizostavno su izloženi visokim toplinskim i mehaničkim opterećenjima te moraju biti vrlo postojani, jer se pri lijevanju cinka očekuje, da kalup izdrži

500.000 do 2 milijuna ciklusa lijevanja. Za postizanje takve učinkovitosti, kalupi za tlačno lijevanje, koji osim dviju polovica kalupa i sustava za temperiranje sadrže i razne kalupne umetke, jezgre, kliznike i izbacivala, moraju biti načinjena od čelika visoke čvrstoće za rad u toplom stanju, kao što je primjerice X40CrMoV5-1 (1.2344), ili od posebnih materijala, kao što su tvrdi metali. Kod kalupa za tlačno lijevanje vrlo je važna otpornost na trošenje,



visoka duktilnost i toplinska otpornost te otpornost na trošenje pri povišenim temperaturama, kao i dobra toplinska provodnost. Kod izbora materijala za kalupe za tlačno lijevanje, potrebno je uzeti u obzir njihova tehnološka svojstva, koncept kalupa, toplinsku obradu kalupa te kompleksnu interakciju između kalupa i materijala za lijevanje. U tu svrhu proizvođači i dobavljači materijala za kalupe za tlačno lijevanje nude informativne brošure i usluge savjetovanja.

### CAD/CAM sustavi

U prošlosti su kalupi za tlačno lijevanje bili izrađeni na temelju crteža, iako sada konstruktori kalupa primjenjuju 3D CAD-podatke i najnaprednije informacijske tehnologije pri razvoju kalupa. Kod razvoja kalupa za tlačno lijevanje potrebno je uzeti u obzir proces lijevanja, koji obuhvaća tok taljevine i hlađenje, odnosno očvršćivanje odljevaka u kalupu te geometriju i dimenzije odljevaka. Odljevak kod tlačnog lijevanja mora sadržavati homogenu, sitno-

zrnatu mikrostrukturu, visoku dimenzijsku točnost te dimenzijsku stabilnost i visoku kvalitetu površine. Alatničari primjenjuju CAM-modele za izradu kalupa na CNC-obradnim strojevima te na potopnoj i žičnoj elektroerozijskoj obradi, što omogućuje visokotočnu izradu kompleksnih kontura kalupa. Izrada kalupa za tlačno lijevanje je vrlo kompleksan i skup postupak, jer predstavlja do dvadeset posto svih troškova izrade aluminijskih odljevaka. Kod velikoserijske proizvodnje odljevaka, postupak tlačnog lijevanja troškovno je učinkovitiji od proizvodnje takvih proizvoda postupcima glodanja ili tokarenja. Institut za razvoj strojeva s njemačkog sveučilišta u Magdeburgu je razvio standardiziranu proceduru razvoja kalupa za tlačno lijevanje, koja skraćuje vrijeme razvoja.

### Još mnogo raspoloživih potencijala

Raznolikost razvoja odljevaka za tlačno lijevanje te potražnja za takvim proizvodima je u stalnom rastu, što podiže i zahtjeve kalupa za tlačno lijevanje i glede koncepta kalupa, kao i svojstva materijala, od kojih su kalupi izrađeni. Kalupni čelici, programska oprema i simulacije za razvoj i izradu kalupa te mogućnosti obradnih sustava za izradu kalupa neprestano se razvijaju. Sve važniji postaju digitalizacija u okviru Industrije 4.0 i metode 3D-tiskanja metala, na što reagiraju i stručni sajmovi na tom području. Sajam EUROGUSS posvećuje posebnu pozornost tim područjima sa svojim namjenskim događajem na temu aditivne proizvodnje. Primjena digitalnih tehnologija omogućuje što učinkovitiju kontrolu procesa i bolje prepoznavanje potencijala optimiranja. Postupci aditivne proizvodnje, kao što je 3D-tiskanje, omogućuju izradu dijelova, koje nije moguće izraditi s pomoću konvencionalnih postupaka, kao što su kalupni umetci za tlačno lijevanje s kompleksnim oblicima i ugrađenim kanalima za temperiranje, koji su krivuljni i nalaze se blizu stijenke kalupne šupljine. Dr. Ioannis Ioannidis, predsjednik uprave i direktor proizvođača strojeva za tlačno lijevanje Oskar Frech, predsjednik Udruženja proizvođača opreme za ljevarstvo i član odbora za Udruženje za aditivnu proizvodnju kod njemačkog udruženja VDMA, vjeruje, da područje tlačnog lijevanja ima još mnogo potencijala na području alatničarstva. Na cjelovito upravljanje toplinskim uvjetima u kalupu može se utjecati tako, da su kalupi bitno otporniji na trošenje, a poboljšana je i kvaliteta odljevaka.

➔ [www.euroguss.de](http://www.euroguss.de)

## INDUSTRIAL FURNACES FOR HEAT TREATMENT

**CODERE**  
INDUSTRIAL FURNACES FOR HEAT TREATMENT  
Swiss quality since 1961

*Together, building your success!*

Heat treatment processes in high precision:

Hardening Tempering Carburising  
Annealing Carbonitriding  
Bainitic hardening Nitriding

**CODERE SA**  
CH - 2942 Alle | Suisse  
T +41 32 465 10 10 | F +41 32 465 10 11  
info@codere.ch

**LOCAL PARTNER**  
**PRO-C.T.I. d.o.o.**  
10000 Zagreb, HR  
Mob: +385 98 352 116  
E-mail: zdravko.prosic@zg.t-com.hr

