

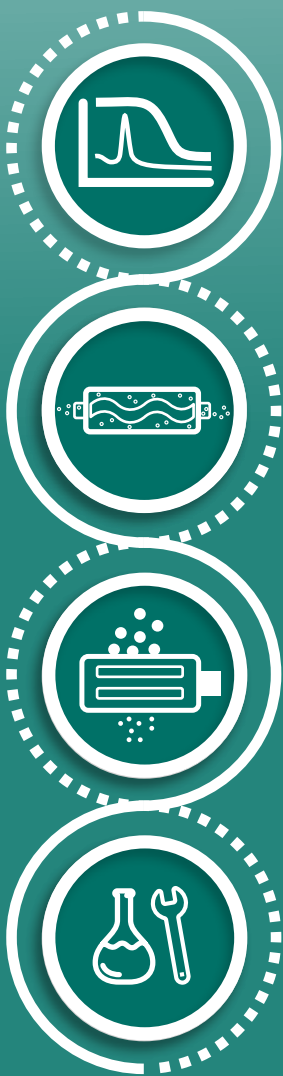
**NETZSCH**

Proven Excellence.



# NETZSCH Energy Solutions

Baterije – karakterizacija i procesne tehnologije



# *Možete imati povjerenja u NETZSCH rješenja za baterijske materijale*

Kod dizajniranja litij-ionskih baterija inženjeri se susreću s izazovima. Kako bi se osigurala efikasnost i životni vijek baterija potrebna je odgovarajuća strategija upravljanja toplinom. Glavni problem u termalnom ponašanju baterija na sobnoj temperaturi je moguće značajno povećanje temperature koje može uzrokovati toplotni odljev. Parametri dizajna baterije, proizvodni proces i radni uvjeti utječu na porast temperature / temperaturni profil za vrijeme rada baterije.

Proizvođači baterijskih komponenti moraju pružiti konzistentnu ukupnu kvalitetu, kroz čitav proizvodni proces. Kontinuitet proizvodnog procesa znači da se nedostaci ili zagađenja akumuliraju u ranoj fazi i imaju puno veći utjecaj u kasnijim fazama proizvodnje. Parametri kvalitete i kritični parametri koji bi mogli utjecati na učinkovitost baterije moraju se pratiti u svakoj fazi - od sirovina do sastavljanja ćelija.

Danas razvoj snažnih baterija povećanog kapaciteta, dužeg životnog vijeka, s kraćim vremenom punjenja, manjom veličinom i težinom postaje još važniji zbog promjena u mobilnosti.

Kemijski sastav, oblik i granulometrijski sastav aktivnih materijala, homogenost i odsutnost nedostataka u premazima na vodljivim folijama elektroda, transport i doziranje teških, agresivnih medija, dobava za vrijeme miješanja i mljevenja te doziranje katodne i anodne kaše utječu na proizvodni proces, a time i na performanse baterije.

NETZSCH nudi široki portfolio strojeva i opreme koji prate sveukupni proizvodni proces kao i istraživanje i razvoj litij-ionskih baterija. Portfolio proizvoda uključuje: suho i mokro mljevenje, miješanje i homogenizaciju, disperziranje, delaminaciju, separaciju, deaeraciju, klasificiranje, sferoidizaciju, crpljenje, termalnu analizu i reologiju.

Proven Excellence. ■

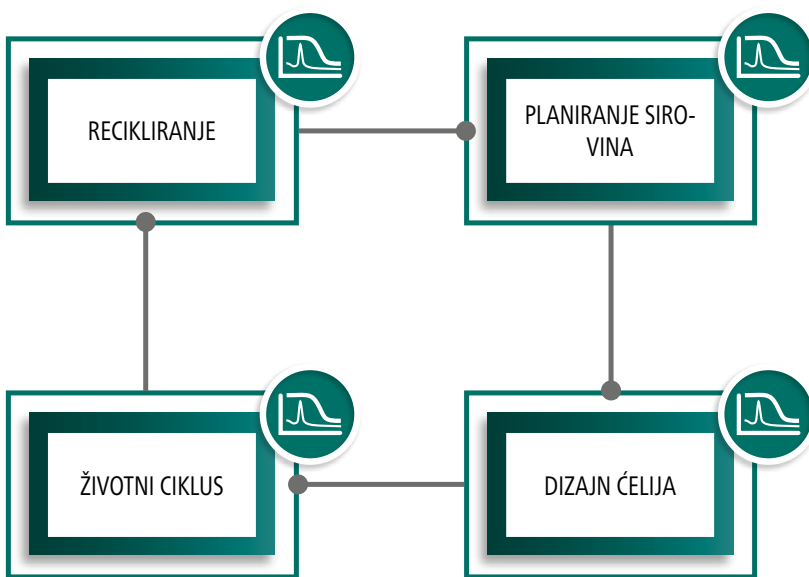
# NETZSCH TEHNOLOGIJE U PROIZVO

*Nudimo rješenja prilagođena kupcu za sve sp*

## PROIZVODNI KORAK

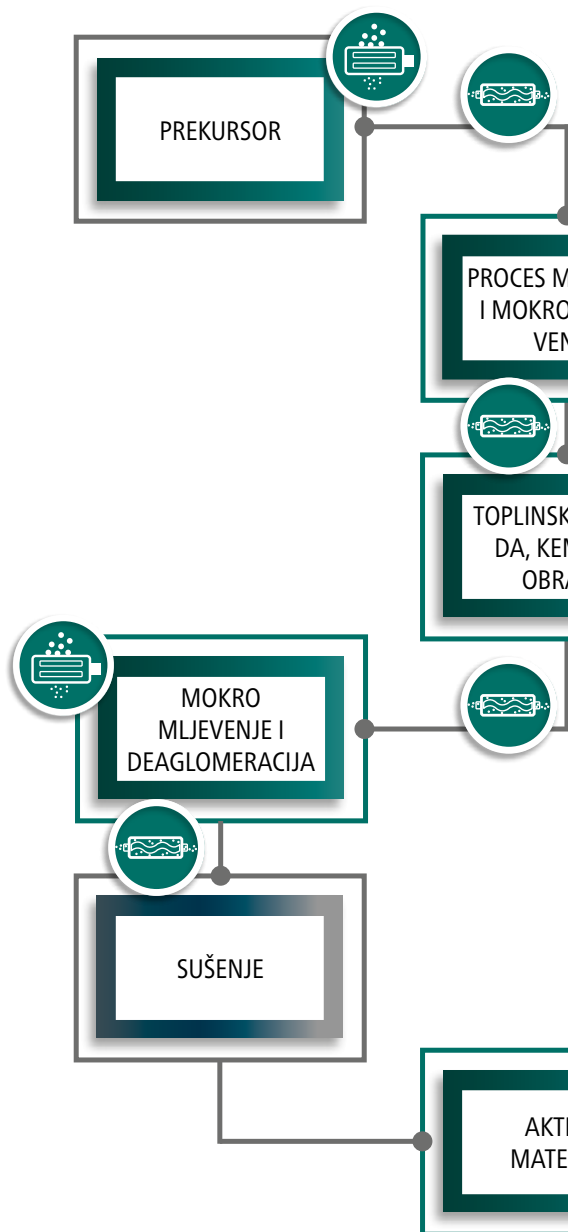
*Karakterizacija komponenti*

*Praćenje R&D procesa*



## PROIZVODNI KORAK

*Sirovine za anode i katode*



Poslovna jedinica  
Analiza i testiranje



Poslovna jedinica  
Crpke i sustavi



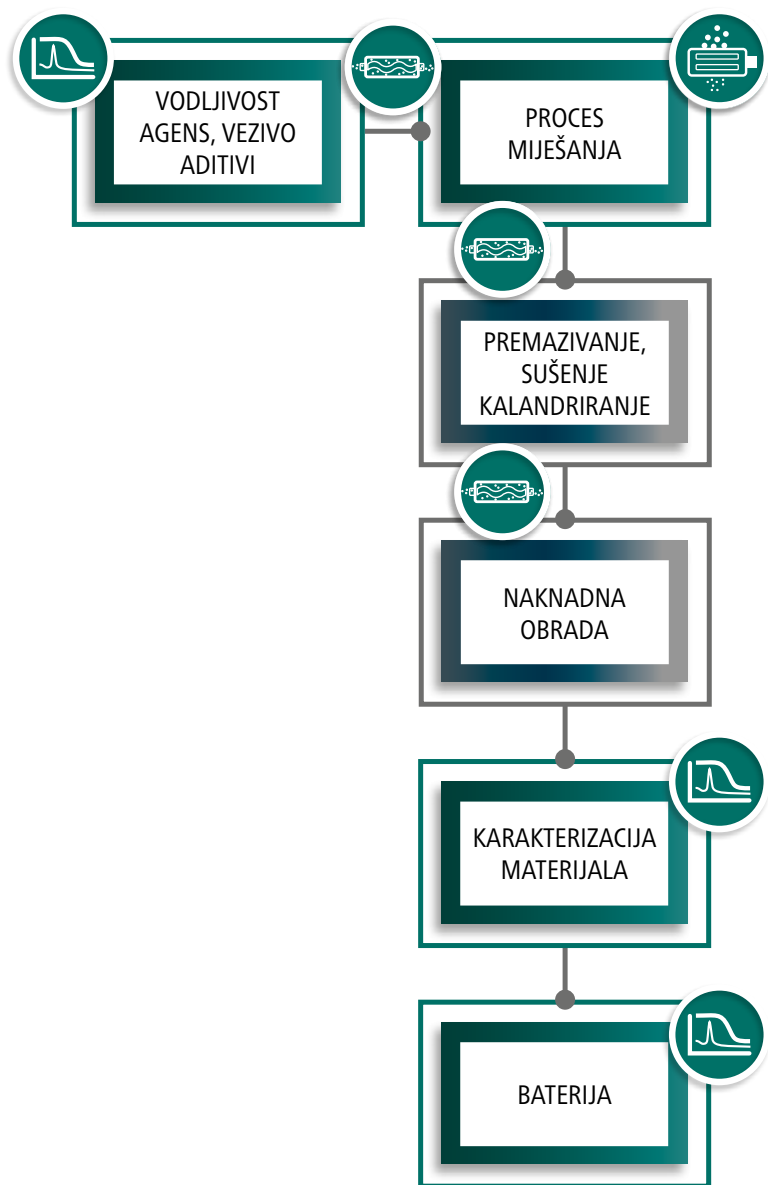
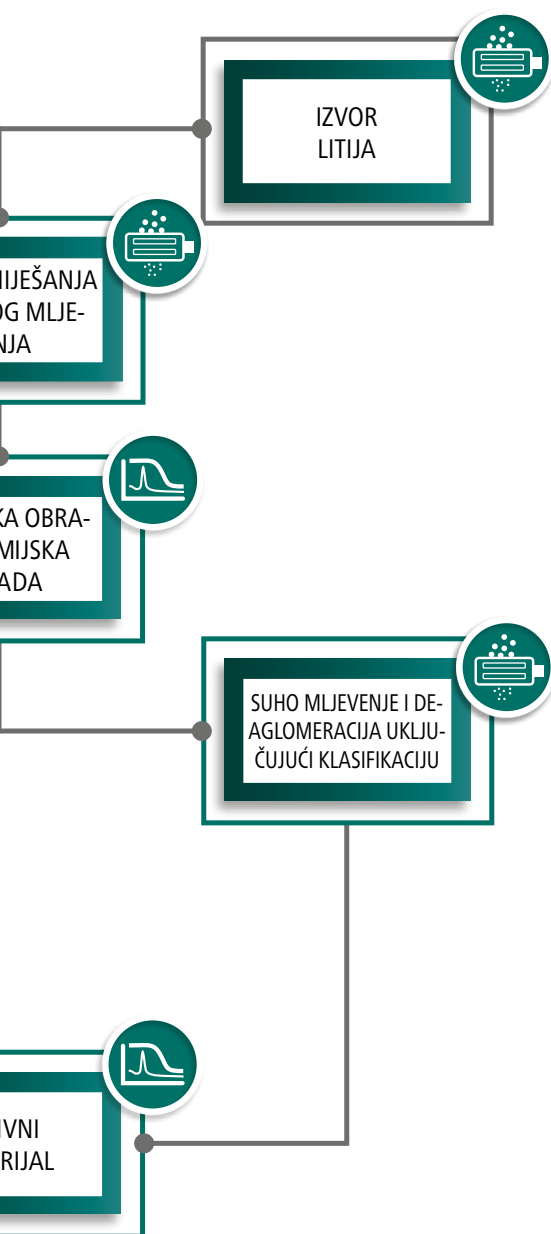
Poslovna jedinica  
Mljevenje i disperziranje

# ODNOM PROCESU LI-ION BATERIJA

specifične zahtjeve proizvoda

## PROIZVODNI KORAK

Vodljivi aditivi i baterijska kaša

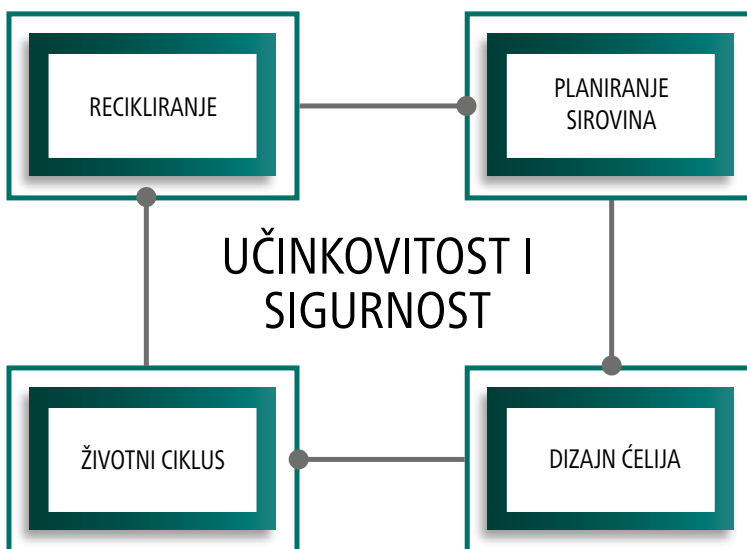


# KARAKTERIZACIJA KOMPONENTI

Bez obzira jeste li proizvođač baterijskih komponenti koji traži veću efikasnost procesa i bolju kontrolu kvalitete, ili istraživač koji pokušava odrediti parametre učinkovitosti novih materijala za baterije, naša rješenja će vam ponuditi nove razine uvida i kontrole potrebne za pokretanje razvoja i proizvodnje baterija superiorne kvalitete.

Proizvođači baterijskih komponenti moraju pružati ne samo konzistentnu ukupnu kvalitetu, već i kvalitetu kroz čitav proizvodni proces. Učinkovitost i sigurnosni aspekti igraju značajnu ulogu i utječu na izbor sirovina, dizajn ćelija, životni ciklus i naknadno recikliranje.

Kontinuitet proizvodnog procesa znači da se nedostaci ili zagađenja akumuliraju u ranoj fazi i imaju puno veći utjecaj u kasnijim fazama proizvodnje. Parametri kvalitete i kritični parametri koji bi mogli utjecati na učinkovitost baterije moraju se pratiti u svakoj fazi - od sirovina do sastavljanja ćelija.



# TERMALNA ANALIZA I REOLOGIJA BATERIJA

## Kritični parametri

Materijali/ komponente baterija		Analitičke tehnike	Proizvodna rješenja
Katodni prekursor i materijali elektroda	Kristalna faza	Simultana toplinska analiza spojena na maseni spektrometar	STA 509 <i>Jupiter</i> <sup>®</sup> serija spojen na QMS 505 <i>Aëolos</i>
Baterijska kaša	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viskoznost</li> <li>Viskoelastičnost</li> <li>Stabilnost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotacijska reometrija</li> <li>Kapilarna reometrija</li> </ul>	Kinexus Prime serija Rosand serija
Elektrode i oblaganje elektroda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulacija topline (toplinska difuzivnost/vodljivost)</li> <li>Specifični toplinski kapacitet</li> <li>Toplinska stabilnost</li> <li>Reaktivnost</li> <li>Promjena radnih svojstava</li> <li>Oblikovanje SEI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza laserskog bljeska</li> <li>Diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC)</li> <li>Izotermalna kalorimetrija</li> <li>Adijabatska reakcijska kalorimetrija (ARC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LFA 717 <i>HyperFlash</i><sup>®</sup></li> <li>DSC 500 <i>Pegasus</i><sup>®</sup></li> <li>MMC 274 <i>Nexus</i><sup>®</sup></li> <li>ARC<sup>®</sup> 244/305</li> </ul>
Elektrolit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplinska stabilnost</li> <li>Razgradnja zrakom/vlagom</li> <li>Promjena radnih svojstava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simultana toplinska analiza vezana uz analizu razvijenog plina (EGA) (npr. QMS ili samo TGA)</li> <li>Diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC)</li> <li>Izotermalna kalorimetrija</li> <li>Adijabatska reakcijska kalorimetrija (ARC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STA 509 <i>Jupiter</i><sup>®</sup> serija spojen na QMS 505 <i>Aëolos</i></li> <li>TG 309 <i>Libra</i><sup>®</sup> <i>Select/Supreme</i></li> <li>DSC 500 <i>Pegasus</i><sup>®</sup></li> <li>MMC 274 <i>Nexus</i><sup>®</sup></li> <li>ARC<sup>®</sup> 244/305</li> </ul>
Vezivo, aditivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplinsko ponašanja</li> <li>Viskoznost</li> <li>Viskoelastičnost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simultana toplinska analiza</li> <li>Rotacijska reometrija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>STA 509 <i>Jupiter</i><sup>®</sup> serija</li> <li>Kinexus Prime serija</li> <li>Rosand serija</li> </ul>
Separator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Specifični toplinski kapacitet</li> <li>Promjena veličine</li> <li>Analiza/kontrola kvalitete</li> <li>Sigurnosna učinkovitost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC)</li> <li>Termomehanička analiza, dilatometrija</li> <li>Izotermalna kalorimetrija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DSC 500 <i>Pegasus</i><sup>®</sup></li> <li>TMA 402 <b>F1/F3</b> <i>Hyperion</i><sup>®</sup></li> <li>DIL 402 <i>Expedis</i><sup>®</sup> <i>Supreme</i></li> <li>MMC 274 <i>Nexus</i><sup>®</sup></li> </ul>
Baterijska ćelija	<ul style="list-style-type: none"> <li>Učinkovitost ćelija</li> <li>Toplinska stabilnost</li> <li>Toplotni odljev</li> <li>Testiranja unutarnjeg kratkog spoja</li> <li>Entalpije</li> <li>Toplinska vodljivost</li> <li>Proizvodnja plina (kvantitativna i kvalitativna)</li> <li>Konstrukcija odzračnika</li> <li>Sigurnost – CID, PTC</li> <li>Razvoj kinetičkog modela</li> <li>Izotropne i parazitske reakcije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konstrukcija odzračnika</li> <li>EGA vezana uz toplinsku analizu</li> <li>Izotermalna kalorimetrija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MMC 274 <i>Nexus</i><sup>®</sup></li> <li>LFA 717 <i>HyperFlash</i><sup>®/I</sup></li> <li>HFM 446 <i>Lambda Medium</i></li> <li>STA 509 <i>Jupiter</i><sup>®</sup> serija spojen na QMS 505 <i>Aëolos</i>/GC-MS/FT-IR</li> <li>PERSEUS STA 509 <i>Jupiter</i><sup>®</sup> spojen na GC-MS/MS</li> <li>Kinetics NEO</li> </ul>
Testiranje materijala	Kompatibilnost između i među različitim dijelovima ćelije	Toplinska analiza općenito	

# MATERIJALI ANODE I KATODE

Jedna opcija za sintezu materijala anode i katode je tzv. poluvodički proces (eng. solid-state process). U ovom procesu aktivni materijal se dobiva od sirovina kroz kemijsku transformaciju u odgovarajućim pećima. Ovisno o sirovinama koje se koriste, može biti potrebna faza mokrog mljevenja sa suhim procesima pred-mljevenja za sirovina prije sinteze.

Za suho mljevenje mogu se koristiti mlinovi sa fluidiziranim slojem CGS i *s-JET*<sup>®</sup>. Za mokro mljevenje koriste se *ZETA*<sup>®</sup>, *NEOS* ili *ZETA*<sup>®</sup> RS agitatorski kuglični mlinovi, ovisno o traženoj ciljnoj finoći. Sinteza preko procesa u peći može dovesti do formiranja neželjenih aglomerata. Kako bi se oni razdvojili, obično se nakon sinteze u peći provodi suho disperziranje sa CSM klasifikatorskim mlinom ili CGS mlaznim mlinom sa fluidiziranim slojem, bez promjene originalne veličine i oblika primarnih čestica.

Uobičajeni sastojci za materijale katode su:

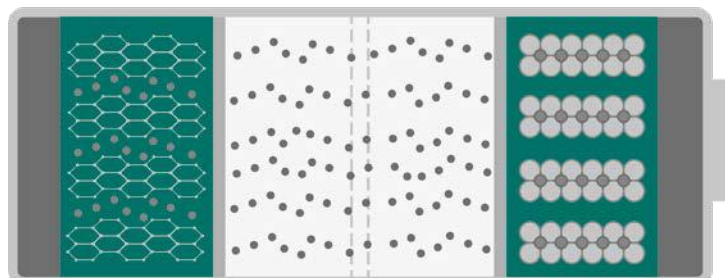
- LCO (litijev kobaltov oksid,  $\text{LiCoO}_2$ )
- NCA (litijev niklov kobaltov aluminijev oksid,  $\text{LiNiCoAlO}_2$ )
- NCM (litijev niklov manganov kobaltov oksid,  $\text{Li}[\text{NiCoMn}]\text{O}_2$ )
- LMO (litijev manganov oksid,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ )
- LFP (litijev željezni fosfat,  $\text{LiFePO}_4$ )

Provodna folija je obično izrađena od aluminija.

Neki primjeri aktivnih materijala za anode su:

- • Amorfni ugljik
- • Grafit
- • Litijev titanat (LTO,  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ )
- • Materijali metalnih anoda (silikon, kositar)

Provodna folija je obično izrađena od bakra.



# PODRUČJA PRIMJENA

*koja smo uspješno savladali*

## SUHA PRERADA

Proizvod	Tehnologija	Stroj	Radni kapacitet [kg <sub>solid</sub> /h]	Finoća [µm]
Litijev željezni fosfat (LFP)	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 100	500	d <sub>50</sub> = 2,4 µm
Silikonski prah (Si)	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 16	up to 5	d <sub>50</sub> = 2 - 7 µm
Litijev hidroksid (LiOH)	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 71	400 - 600	d <sub>99</sub> = 50 - 80 µm
Litijev karbonat (Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 100	1 500 - 1 700	d <sub>50</sub> = 4 - 5 µm
Litijev niklov kobaltov manganov oksid (NCM)	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 71	800 - 1 000	d <sub>50</sub> = 10.5 µm
Litijev niklov kobaltov aluminijev oksid (NCA)	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 71	1 000	d <sub>50</sub> = 12 µm
Litijev kobaltov oksid (LCO)	Mlin s klasifikatorom	CSM 165	400	d <sub>50</sub> = 11 - 12 µm
Litijev niklov kobaltov aluminijev oksid (NCA)	Mlin s klasifikatorom	CSM 260	300 - 350	d <sub>50</sub> = 11 µm
Litijev niklov kobaltov manganov oksid (NCM)	Mlin s klasifikatorom	CSM 260	500 - 600	d <sub>50</sub> = 11 - 12 µm
Litijev niklov kobaltov manganov oksid (NCM)	Mlin s klasifikatorom	CSM 360	1 000	d <sub>50</sub> = 11,5 µm
NCM monokristal	Mlazni mlin s fluidiziranim slojem	CGS 71	650	d <sub>50</sub> = 6 µm

Radni kapacitet ovisi o traženoj finoći i karakteristikama proizvoda.

## MOKRA PRERADA

Proizvod	Tehnologija	Stroj	Radni kapacitet [kg <sub>solid</sub> /h]	Finoća [µm]
Litijev manganov oksid (LMO)	Agitatorski kuglični mlin	ZETA® 25	110	d <sub>50</sub> = 0,15
Litijev željezni fosfat (LFP)	Agitatorski kuglični mlin	NEOS 150	200 - 300	d <sub>50</sub> < 0,2 - 0,4
Litijev titanat (LTO)	Agitatorski kuglični mlin	ZETA® 25	20	d <sub>50</sub> = 0,10
Metalni silikon	Agitatorski kuglični mlin + Nano mlin	ZETA® 25 + ZETA® RS 60	3 - 4,5	d <sub>50</sub> = 0,09
Višezidna ugljikova nanocijev	Agitatorski kuglični mlin	ZETA® 10	3 - 10	d <sub>50</sub> ≤ 5 - 10

Radni kapacitet ovisi o traženoj finoći i karakteristikama proizvoda.

# SEPARATORI

Agitatorski kuglični mlinovi za mokro mljevenje su najprikladnija tehnologija za mljevenje abrazivnih keramičkih materijala do tražene submikronske veličine čestica.

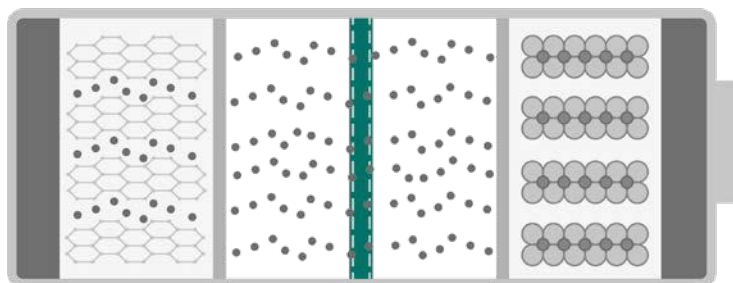
Drugačiji sustavi mljevenja se koriste ovisno o traženoj čvrstoći materijala i vezanoj traženoj gustoći energije i veličini čestica.

Kako bi garantirali potpuno izbjegavanje kontaminacije metalom, svi dijelovi stroja u dodiru s medijem mogu se izraditi od keramike.

Kako bi se spriječio interni kratki spoj u ćelijama, između elektroda se stavlja separator. Separatori, koji su obično izrađeni od polimera (npr. PE, PP), su perforirani kako bi se omogućio prolazak ionima.

Za povećanu termalnu stabilnost i sprječavanje skupljanja, sve se više koriste tzv. anorganski kompozitni separatori (folije presvučene keramikom).

Keramičke suspenzije koje se ovdje koriste obično imaju submikronske veličine čestica. Mlinovi za mokro mljevenje, kao što su *DISCUS*, *ZETA*<sup>®</sup>, *NEOS* ili *ZETA*<sup>®</sup> RS, koriste se za proizvodnju ovih premaza.



# PODRUČJA PRIMJENA

*koja smo uspješno savladali*

## MOKRA PRERADA

Proizvod	Tehnologija	Stroj	Radni kapacitet [kg <sub>solid</sub> /h]	Finoća [μm]
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Agitatorski kuglični mlin	ZETA® 10	50	d <sub>95</sub> = 1,0
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Agitatorski kuglični mlin	DISCUS 20	580	d <sub>50</sub> ≤ 1,0

Radni kapacitet ovisi o traženoj finoći i karakteristikama proizvoda,

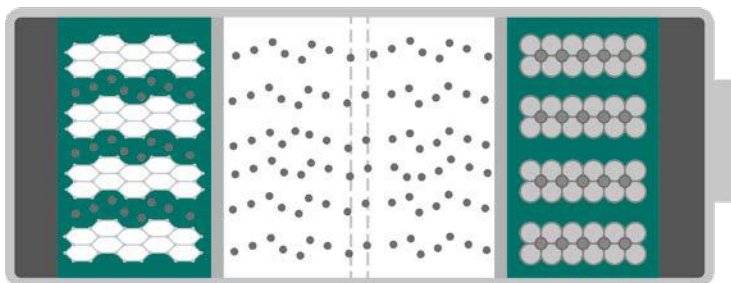
# VODLJIVI ADITIVI I BATERIJSKE KAŠE

Za proizvodnju visokokvalitetnih baterijskih materijala i komponenti kao što su aktivni materijali, aditivi, katodne ili anodna kaše i keramičke suspenzije za anorganske kompozitne separatore, potrebno je mnogo različitih procesnih koraka i opreme.

## Vodljivi aditivi

Većina aktivnih materijala u elektrodi ima ograničenu električnu vodljivost. Uz to, polimerna matrica u elektrodi mora biti električno provodljiva. Zbog toga se koriste aditivi. Također, aditivi se dodaju baterijskim kašama radi smanjenje vremena punjenja baterije. Koriste se prije svega sirovine na bazi ugljika, kao što su čađa, grafit i ugljikove nanocijevi (CNT), koje bi trebale imati najveći mogući omjer poprečnog presjeka.

Materijali se najprije moraju pažljivo disperzirati ili delaminirati u preliminarnim fazama. Ovdje veličina primarnih čestica, svojstva rasutih krutih tvari i zahtjevi za čistoćom obično predstavljaju osobite izazove, koje NETZSCH rješava mlinovima *EPSILON*, *OMEGA*®, *S-JET*® i sustavima za mljevenje *ZETA*® i *DISCUS*.



## Baterijske kaše

PMH/PML planetarni mikseri uspostavili su se kao najsuvremenija tehnologija za proizvodnju tzv. baterijskih kaša. S PMH/PML planetarnim mikserima kombinacija različitih procesa kao što su rastvaranje veziva, pred-miješanje i legiranje suhih komponenti, miješanje, miješenje i homogenizacija, kao i otplinjavanje ljepljivih kaša visoke viskoznosti može se realizirati uz odličnu kontrolu temperature.

Međutim, ovisno o sustavu materijala koji se koristi, vezivo se može rastopiti prvo i vrlo nježno miješati nakon dodavanja aktivnih materijala. Kako bi se

spriječile nepravilnosti u premazu zbog plinskih inkluzija, proces miješanja se obično provodi pod vakuumom. Na taj način, zračni džepovi koji su ušli preko sirovina mogu se odstraniti iz proizvoda.

Ključni aspekti za odabir PMH/PML planetarnog miksera su odlična kontrola temperature i širok raspon viskoznosti za koji je ovaj stroj prikladan. Punjenje planetarnog miksera i crpljenje izmiješanih tekućina do spremnika pouzdano i efikasno obavljaju naše crpke s pozitivnim istiskivanjem.

# PODRUČJA PRIMJENA

*koja smo uspješno savladali*

## MOKRA PRERADA

Proizvod	Tehnologija	Stroj	Radni kapacitet [kg <sub>solid</sub> /h]	Proces
Višezidne ugljikove nanocijevi (MWCNTs) u NMP	Disperzer	OMEGA® 500	50	Način rada u prolazu
Ugljikove nanocijevi jednostrukih stijenki (SWCNTs) u vodi	Disperzer	OMEGA® 500	15	Način rada s recirkulacijom
Ugljikove nanocijevi jednostrukih stijenki (SWCNTs) u vodi	Disperzer	OMEGA® 500	25	Način rada s recirkulacijom
Ugljikove nanocijevi jednostrukih stijenki u NMP	Disperzer	OMEGA® 500	25	Način rada s recirkulacijom
Acetilenska čađa u vodi	Disperzer	OMEGA® 500	90	Način rada u prolazu
Acetilenska čađa u NMP	Disperzer	OMEGA® 500	90	Način rada u prolazu


Radni kapacitet ovisi o traženoj finoći i karakteristikama proizvoda.





## CRPLJENJE

Tip crpke	Proces
NEMO® ekscentrično-vijčane crpke	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vakuumsko uklanjanje pjene</li><li>▪ Punjenje spremnika za miješanje i pohranu</li><li>▪ Premazivanje</li><li>▪ Miješanje i mokro mljevenje</li></ul>
TORNADO® Rotacijsko klipne crpke	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Punjenje spremnika za miješanje i pohranu</li><li>▪ Miješanje i mokro mljevenje</li></ul>
PERIPRO® Peristaltičke crpke	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vakuumsko uklanjanje pjene</li><li>▪ Miješanje i mokro mljevenje</li><li>▪ Punjenje spremnika za miješanje i pohranu</li><li>▪ Dodavanje veziva i ljeplila</li></ul>

# MATERIJALI ZA BATERIJE

*Prikladni instrumenti, crpke i strojevi*

	Materijali anode i katode	Separatori	Vodljivi aditivi i Baterijske kaše	Baterijske ćelije	Elektrolit
<b>Karakterizacija materijala</b> 					
Diferencijalna pretražna kalorimetrija DSC 500 <i>Pegasus</i> ® DSC 300 <i>Caliris</i> ® <i>Select/Supreme</i>		■			■
Simultana toplinska analiza STA 509 <i>Jupiter</i> ® series Četverostruki maseni spektrometar QMS 505 <i>Aëolos</i>	■	■			■
Termogravimetrija TG 309 <i>Libra</i> ® <i>Select/Supreme</i>	■	■			■
Termomehanička analiza / dilatometrija TMA 402 <b>F1/F3</b> <i>Hyperion</i> ® DIL 402 <i>Expedis</i> ®		■			
Kalorimetrija Kalorimetar s višestrukim modulima MMC 274 <i>Nexus</i> ®	■		■	■	■
Adijabatska reakcijska kalorimetrija ARC® 244/305	■		■		■
Analiza laserskog bljeska LFA 717 <i>HyperFlash</i> ® Mjerač toplinskog toka HFM 446 <i>Lambda</i>	■			■	■
Kinexus Prime serija Rosand serija			■		

	Materijali anode i katode	Separatori	Vodljivi aditivi i Baterijske kaše	Baterijske ćelije	Elektrolit
<b>Crpljenje</b> 					
NEMO® ekscentrično-vijčane crpke	■		■		
TORNADO® Rotacijsko klipne crpke	■		■		
PERIPRO® Peristaltičke crpke	■		■		
<b>Miješanje i emulgiranje</b> 					
OMEGA® disperzer			■		
PMH/PML Strojevi za planetarno miješanje i miješenje			■		
EPSILON linijski disperzer			■		
PMD intenzivni mikser			■		
<b>Mokro mljevenje</b> 					
LABSTAR laboratorijski mlin	■	■	■		
DISCUS sustav za mljevenje	■	■			
ZETA® sustav za mljevenje	■	■	■		
NEOS sustav za mljevenje			■		
ZETA® RS nano mlin	■	■			
<b>Suho mljevenje</b> 					
CSM mlin s klasifikatorom	■				
CGS mlazni mlin s fluidiziranim slojem	■		■		
GYRHO jedinica za zaobljivanje	■				
CFS/HD-S visoko učinkoviti fini klasifikator	■				

# DOKAZANA RJEŠENJA

u karakterizaciji  
komponenti



Dobro upravljanje toplinom osigurava dulji životni vijek održavajući ćelije unutar ograničenog raspona temperature za vrijeme skladištenja, rada i punjenja. Da bismo razumjeli koliko topline ćelije mogu rasipati potrebno je razumjeti osnovna svojstva prijenosa topline u dizajnu ćelija. Mjerenje toplinske difuzivnosti i toplinske vodljivosti uz specifični toplinski kapacitet čini osnovu za sveobuhvatno razumijevanje. Za istraživanje ovih termofizičkih svojstava, NETZSCH nudi sustave za analizu laserskog bljeska (LFA) kao i sustave za diferencijalnu pretražnu kalorimetriju (DSC). Greške u sustavu toplinskog upravljanja mogu se izbjeći.

## Toplinska difuzivnost i toplinska vodljivost kroz analizu laserskog bljeska

Tehnika analize laserskog bljeska pokazala se brzom, svestranom i apsolutnom metodom za mjerenje toplinske difuzivnosti. Pouzdana toplinska vodljivost baterije značajna je za točno predviđanje toplinskih karakteristika baterije za vrijeme punjenja/pražnjenja. Za vrijeme korištenja (ili nepravilnog korištenja) unutar baterije se stvara prilično velika toplina. Rasipanje ove topline što je prije moguće ključno je za osiguravanje sigurnosti.



LFA 717 HyperFlash®

- Raspon temperature:  $-100^{\circ}\text{C}$  do  $500^{\circ}\text{C}$
- Različiti uređaji za hlađenje
- Raspon toplinske vodljivosti:  $0.1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  do  $3000 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Izvor svjetlosti: Ksenonska bljeskalica
- Prikupljanje podataka: do 2 MHz
- Automatski izmjenjivač uzoraka za do 16 uzoraka  
( $4 \times \text{Ø } 25,4 \text{ mm}$ ,  $6 \times \text{Ø } 12,7$ ,  $16 \times \text{Ø } 10 \text{ mm}$ )
- Posebni držači uzoraka: tekućine, paste i praškovi, vlakna, itd.
- Različiti modeli izračuna, korekcija i matematičkih operacija
- Model wizard

# UPRAVLJANJE TOPLINOM

## Upravljanje toplinskim karakteristikama baterija - separator, elektroda i premazivanje elektrode

### Termomehanička analiza i dilatometrija

Svaki put kad je materijal izložen promjenama temperature dolazi do varijacija u njegovim dimenzijama. Ovisno je li u tijeku svoje regularne toplinske ekspanzije ili prolazi kroz fazni prijelaz, supstanca će se ili stisnuti ili izdužiti. Npr., separatori od polimera mogu se značajno stisnuti pri povišenim temperaturama, što utječe na učinkovitost baterije. Kako bi predvidjeli deformaciju i naprezanje u separatoru u baterijskim ćelijama, potrebno je izmjeriti ponašanje ekspanzije/skupljanja. To se postiže termomehaničkom analizom (TMA) i dilatometrijom (DIL), a izražava koeficijentom toplinskog širenja (CTE).

- Linearno toplinsko širenje
- Koeficijent toplinskog širenja (CTE)
- Volumno toplinsko širenje
- Koraci skupljanja
- Točka omekšavanja
- Staklište
- Fazni prijelazi
- Temperatura i korak sinteriranja
- Promjena gustoće
- Utjecaj aditiva i sirovina
- Anizotropno ponašanje



TMA 402 **F1** Hyperion®



DIL 402 Expedis® Supreme

- Raspon temperature: -150°C do 1550°C (tri zamjenjive peći)
- Mjerenje promjene dužine i odgovarajuće sile
- Vakuumski čvrst termostatski mjerni sustav
- Lako zamjenjivi držači uzoraka izrađeni od taljenog kvarca ili aluminijevog oksida
- Maks. dužina uzorka 30 mm
- Visoka rezolucija: 0,125 nm/digit
- Raspon sile: 1 mN do 4 N (samo za **F1**, 3N za **F3**, **F3 verzija za polimer**)
- Modulirana sila (samo za **F1**)

- Raspon temperature: -180°C do 2800°C, različite peći
- Jednostruki ili dvostruki dilatometar
- Raspon mjerenja: 25 mm/ 50 mm
- NanoEye
- $\Delta l$  rezolucija: 1 nm/ 0,1 nm/digit
- Automatsko otkrivanje dužine uzorka
- Kontrolirani kontakt
- Raspon sile: 0,01 N do 3 N
- Modulacija sile
- Dužina uzorka: 0 mm do 52 mm
- Vakuumska čvrstoća  $\approx 10^{-5}$  mbar

# DOKAZANA RJEŠENJA

u karakterizaciji  
komponenti



Elektrolite karakterizira visoka vodljivost, dobra elektro-kemijska stabilnost i sposobnost rada na niskim temperaturama. Međutim, toplinska stabilnost mnogih otopina elektrolita ograničena je čak i na umjerenim temperaturama. Zbog prekomjernog punjenja baterije se mogu pregrijati toliko da dolazi do zapaljenja. Osim različitih metala (npr. Co, Al, Mg, itd.) katodni materijal Li-ionskih baterija sadrži nikal. Postoji pozitivna korelacija između sadržaja nikla i kapaciteta baterije. Međutim, nikal smanjuje stabilnost jer lako reagira s vanjskom okolinom.

## Diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC)

DSC metoda prikladna je za ispitivanje elektroda, elektrolita, separatora, kaša, itd. Na primjer, može se koristiti za ispitivanje energije koja se otpušta za vrijeme reakcije između elektrolita i elektrode. Postoji povezanost između otpuštanja energije i povećanja temperature ćelija. Toplina reakcije može biti jedan od faktora koji igraju ulogu u formulaciji baterije.

- Specifični toplinski kapacitet
- Topljenje, kristalizacija
- Staklište
- Oksidativna stabilnost
- Kristalnost polukristalnih materijala
- Početak raspadanja
- Prijelaz između različitih krutih (kristalnih) stanja
- Omjer tekućine i krutih tvari
- Polimorfizam
- Fazni dijagrami
- Eutektička čistoća
- Kompatibilnost



DSC 300 Caliris® Select/Supreme



DSC 500 Pegasus®

- Raspon temperature: ovisno o instrumentu - 180°C do 1750°C
- Brzina zagrijavanja/hlađenja do 500 K/min
- Određivanje specifičnog toplinskog kapaciteta (cp)
- Automatski izmjenjivač uzoraka (opcionalno)
- Funkcije AutoEvaluation i Identify za evaluaciju i interpretaciju krivulja
- Modulacija temperature
- Sustavi nepropusni na plin i vakuum
- Izbor između modula za senzorske peći ili peći

# TOPLINSKA STABILNOST

Sigurnost je osigurana kad se izbjegne pogoršanje stabilnosti

## Analiza razvijenog plina sa simultanom toplinskom analizom (STA)/termogravimetrijom (TGA)

Seriya STA 449 *Jupiter*<sup>®</sup> kombinira fleksibilnost konfiguracije i nenadmašivu produktivnost u samo jednom instrumentu. Zamjenjivi priključni DSC i TGA senzori i različite peći omogućuju precizna termo-analitička mjerenja. Uz dodatni MS priključak, moguć je još veći broj detaljnih analiza.

- DSC rezultati (vidi lijevu stranicu)
- Temperaturna stabilnost
- Oksidacijsko/redukcijsko ponašanje
- Raspadanje
- Studije korozije
- Termokinetika

- Raspon temperature: -150°C do 2400°C
- Peći: 10, uklj. Peć na vodenu paru, peć velike brzine
- Težina uzorka, raspon vaganja: 5 g, 35 g
- TGA rezolucija: 0,025 µg, 0,1 µg
- Vakuum: 10 - 4 mbara
- Senzori: TGA, TGA-DSC, TGA-DSC-CP, TGA-DTA
- Modulacija temperature
- Automatski izmjenjivač uzoraka: 20 uzoraka
- Verzija s pretincem
- Optimizirani prijenos plina
- Bez mrtvog volumena
- Nisko razrjeđivanje - visoka osjetljivost
- Do 300 u/512 u
- 3D prikaz rezultata
- Granica detekcije: > 100 ppb (ovisno o plinu)



STA 509 *Jupiter*<sup>®</sup> spojen na QMS 505 *Aëolos*

# DOKAZANA RJEŠENJA

u karakterizaciji  
komponenti



Konkretno, razumijevanje stvaranja topline za vrijeme ciklusa punjenja/pražnjenja ključno je za poboljšanje efikasnosti ćelija, performanse i životni vijek baterija. Mjerenje toplinskog traga dugmasti ćelija za vrijeme ciklusa pruža uvid u povezane procese i omogućuje kvantitativni način uspoređivanja kemijskih promjena iznad mjerenja struje i napona. Količina topline koja se otpušta ili apsorbira tijekom svih ovih fizikalno-kemijskih promjena i brzina promjene energije unutar dugmaste ćelije pružaju dodatne informacije i mogu ubrzati proces razvoja.

## Kalorimetar s višestrukim modulima

MMC 274 Nexus® nudi tri izmjenjiva modula kalorimetra:

- Modul za dugmaste ćelije za testiranje kompletne dugmaste ćelije, količine oslobođene ili apsorbirane topline tijekom kemijskih promjena, punjenja/pražnjenja, brzine promjena energije, efikasnosti
- ARC modul za grijanje-čekanje-pretraživanje (engl. Heat-Wait-Search - HWS), studije pohrane i transporta
- Modul za skeniranje za pretraživanje uzoraka, izotermalno i testiranje konstantnog rasta temperature



- Modul za testiranje dugmasti ćelija (npr. CR2032):
  - Raspon temperature: RT do 300°C
  - Izotermalna kalorimetrija
  - „DSC velikog volumena“
- ARC i modul za skeniranje
  - Brzina praćenja od 50 K/min
  - Raspon temperature: RT do 500°C
  - Maks. tlak: 100 bara
  - Volumen spremnika: 0,1 do 8,5 ml

# KARAKTERIZACIJA

## DUGMASTIH ĆELIJA U CJELINI

Toplinski trag kao ključna informacija za razvoj i testiranje baterija

### Adijabatska reakcijska kalorimetrija (ARC)

Adijabatski reakcijski kalorimetri pomažu osigurati siguran i ekonomičan rad u industriji. Kao vrlo svestrani minijaturni kemijski reaktori, oni mjere toplinska i tlačna svojstva egzotermnih kemijskih reakcija. Dobivene informacije pomažu inženjerima i znanstvenicima identificirati potencijalne opasnosti i posvetiti se ključnim elementima projektiranja

sigurnosti procesa, uključujući sustave za pomoć u kriznim situacijama, optimizaciju procesa i toplinsku stabilnost. Za sve NETZSCH adijabatske reakcijske kalorimetre s unutarnjim grijačima, patentirana VariPhi® opcija omogućuje mjerenje pri konstantnim brzinama zagrijavanja (egzo/endo). Moguće je praćenje podataka o tlaku s ARC sustavima.



ARC® 305

- Raspon temperature: RT do 500°C
- Maks. tlak: 200 bara
- Maks. brzina praćenja:
  - ARC 244 20 K/min
  - ARC 305 200 K/min
- Volumen uzorka: 0,5 ml do 7 ml

# DOKAZANA RJEŠENJA

u karakterizaciji  
komponenti



Baterijska kaša se obično preraduje premazivanjem oštricom (blade coating) ili „slot die“ premazivanjem (slot die coating) Za vrijeme ovih procesa kaša je izložena srednjim brzinama smicanja u kratkom vremenskom periodu, nakon čega slijede gravitacijski pritisci koji djeluju na kašu nakon procesa premazivanja. To djeluje na niveliranje pri niskim brzinama smicanja i ujednačenost premaza.

## Kinexus Prime serija

Reologija omogućuje optimizaciju svojstava protoka baterijskih kaša. Različito ponašanje pri niskom smicanju može utjecati na niveliranje. S visokim udjelom čvrste tvari, u obradi može doći do zgušnjavanja smicanjem, što uzrokuje poteškoće za vrijeme procesa premazivanja. Uz funkciju smične viskoznosti, važna je elastičnost kaše pod posmičnim strujanjem. To može dovesti do nestabilnosti u strujanju, kao što su puknuće premaza ili neravni rubovi sloja premaza. Elastičnost kaše, međutim, pomaže spriječiti sedimentaciju čestica u mirovanju i treba je izbalansirati nasuprot negativnom utjecaju elastičnog normalnog opterećenja za vrijeme obrade. Nadalje, industrijska proizvodnja litij-ionskih elektroda koristi tzv. „slot die“ metodu premazivanja, koja rezultira vrlo visokim brzinama smicanja, do  $10\,000\text{ s}^{-1}$ . Stoga, analiza brzine smicanja bliska proizvodnim uvjetima, koja koristi visokotlačne kapilarne reometre, pruža daljnje uvide i bolje razumijevanje ponašanja baterijskih kaša u protoku (optimizacija procesa).



Kinexus Prime ultra+

Rosand RH2000

### Kinexus Prime rotacijski reometri

- Raspon temperature:  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $450^{\circ}\text{C}$
- Raspon zakretnog momenta: 0,5 nNm do 250 nNm, ovisno o verziji instrumenta
- Rezolucija zakretnog momenta: 0,05 nNm do 0,1 nNm, ovisno o verziji instrumenta
- Raspon sile: 0,001 N do 50 N

### Rosand kapilarni reometri

- Raspon temperature: RT  $-400^{\circ}\text{C}$  (opcionalno do  $500^{\circ}\text{C}$ )  $+5^{\circ}\text{C}$  do  $300^{\circ}\text{C}$  (opcija rashladne zavojnice)
- Raspon sile: 12kN, 20kN, 50kN i 100kN
- Raspon pretvarača tlaka: 250 psi - 30000psi (17 bara - 2000 bara)

# SVOJSTVA OBRADE I KARAKTERISTIKE NIVELIRANJA

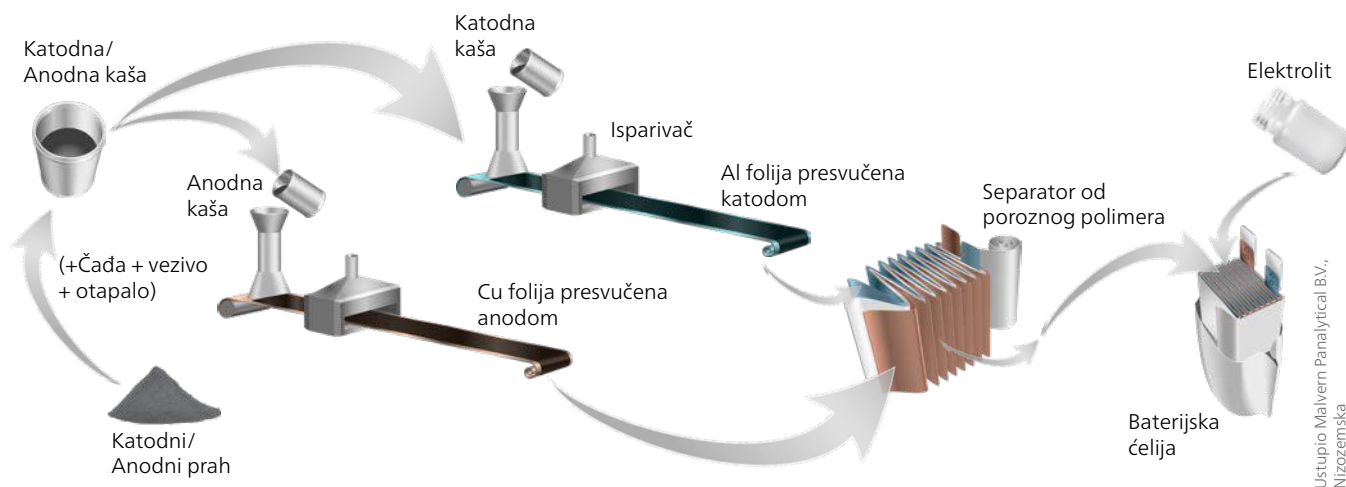
## Kako nanijeti baterijsku kašu na elektrodu

### Critical Factors Influencing Rheology of the Slurry:

- Volumni udio
- Veličina i distribucija čestica
- Oblik
- Elektrostatičke interakcije
- Molekularna težina
- Intrinzična viskoznost

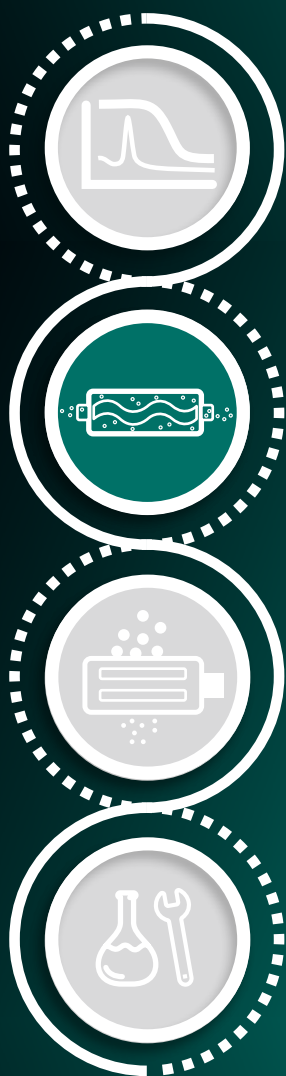
### Kritični faktori koji utječu na reologiju kaše:

- Stabilnost kaše
- Karakteristike toka (viskoznost i elastičnost) za vrijeme premazivanja
- Nestabilnost toka
- Struktura premaza / ponašanje kod niveliranja



# DOKAZANA RJEŠENJA

u tehnologijama  
crpljenja



Agresivni i abrazivni mediji kao što je litij crpe se sigurno i nježno našim crpkama s pozitivnim istiskivanjem. Ove crpke se koriste u gotovo svim industrijskim sektorima za transport i doziranje zahtjevnih medija, kao što su tekućine koje sadrže čvrste tvari, niske do vrlo visoke viskoznosti ili čak agresivnih medija koji se koriste u proizvodnji baterija.

NETZSCH Crpke i sustavi konstantno prilagođava svoj asortiman proizvoda kako bi podržao operatore pravom tehnologijom crpki. NETZSCH nudi tri tipa crpki s pozitivnim istiskivanjem za proizvodnju baterija: TORNADO® Rotacijsko klipne crpke, NEMO® ekscentrično-vijčane crpke i PERIPRO® crijevne crpke. Ovisno o primjeni, svaka tehnologija nudi specifične prednosti koje mogu posebno pomoći korisnicima. Ove crpke dostupne su u industrijskoj i higijenskoj verziji.

Mi smo pouzdani partner za naše korisnike kroz čitav životni ciklus svakog NETZSCH proizvoda. Ovime NETZSCH osigurava brzu i profesionalnu pomoć za tehničke probleme na lokacijama širom svijeta. Uvijek ćemo pronaći rješenje, čak i za neobične probleme. To vam pomaže smanjiti troškove i uštedjeti na vremenu.

## TORNADO® Rotacijsko klipna crpka

- Kapacitet od nekoliko ml/h do 1000 m<sup>3</sup>/h
- Tlak do 8/10 bara.
- Dostupna u industrijskoj ili higijenskoj verziji, s poliranim ili ne-poliranim površinama.
- Temperature do 100 °C
- Pogon sa zupčastim remenom, bez ikakvog ulja

### Vaše koristi od crpki s istiskivanjem:

- Samousisne
- Mogu se servisirati bez odspajanja cjevovoda
- Prikladne za gotovo svaki medij: sa ili bez krutih čestica, niske do visoke viskoznosti, tiksotropičan i dilatantan, osjetljiv na smicanje, podmazujući i nepodmazujući, agresivan, adehziv, toksični



TORNADO® Rotacijsko klipna crpka od nehrđajućeg čelika

U proizvodnim procesima kao što je dobava za vrijeme miješanja i mljevenja ili doziranje anodne i katodne kaše, NETZSCH crpke su korisni i pouzdani suputnici.

Ove crpke dostupne su u dvije različite verzije: industrijska verzija od metala i elastomera i higijenska verzija s nehrđajućim čelikom. Površine higijenske verzije koje su u

kontakta s medijem polirane su kako bi se spriječila adhezija i olakšao protok.

## PERIPRO® Peristaltičke crpke

- Brzina protoka od 200 l/h do 17 000 l/h, korištenjem crpke s dvostrukom glavom može se povećati sve do 34 000 l/h
- Za tlak do 10 bara
- Temperature do 80 °C
- Tolerancija za rad na suho



PERIPRO® Peristaltičke crpke u industrijskoj verziji i higijenskoj verziji

## NEMO® ekscentrično-vijčane crpke

- Kapacitet od nekoliko ml/h do 1000 m<sup>3</sup>/h
- Broj faza od 1 do 8 za tlakove od 6 do 48 bara (standard)
- Dostupna u industrijskoj ili higijenskoj verziji, s poliranim ili ne-poliranim površinama
- Temperature od 20 °C do 200 °C
- Gotovo bez pulsacija



NEMO® ekscentrično-vijčane crpke

## Crpka s magnetnom spojkom

- Potpuno hermetički zatvorena crpka
- Posebno dizajnirana za kaše viskoznosti do 20 000 cps
- Moguć proces automatskog čišćenja



Crpka s magnetnom spojkom

# DOKAZANA RJEŠENJA

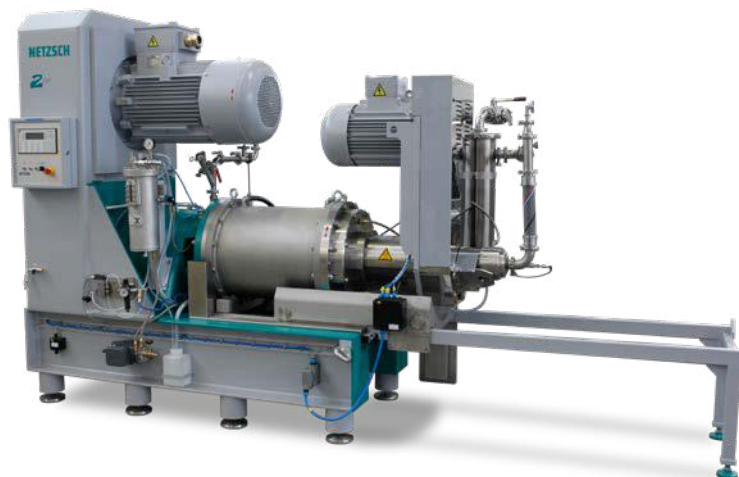
*u tehnologijama  
mokrog mljevenja*

Naša snaga je u povezivanju procesnog znanja i širokog programa strojeva od laboratorijskih, proizvodnih strojeva do kompletnih proizvodnih linija. Močenje i homogenizacija krutih tvari u tekućinama, deaglomeracija i disperzija, sve do stvarnog usitnjavanja primarnih čestica čine agitatorski kuglični mlin univerzalnim strojem za mokru preradu.

## Nano mlin ZETA® RS

Visokoučinkovit centrifugalni sustav separacije omogućuje korištenje najmanjih medija za mljevenje promjera od 30 µm - 300 µm u pouzdanom kontinuiranom radu.

Posebno je dizajniran za procese mokrog mljevenja i disperziranja, osobito „nježno disperziranje“ u nanometarskom području. Rad s ovim strojevima je zadovoljstvo zbog jednostavnog upravljanja.



Nano mlin ZETA® RS 60



# USKA RASPODJELA ČESTICA PO VELIČINI

Učinkovit proces za materijale za baterije

## Okvir stroja

Na standardni okvir stroja *ALPHA* mogu se montirati različiti sustavi za mljevenje, ovisno o proizvodu koji se prerađuje. Dok se sustav mljevenja diskovima *Discus*<sup>®</sup> uglavno koristi za rad u jednostrukom i višestrukum prolazu, za sustave mljevenja *ZETA*<sup>®</sup> ili *NEOS*<sup>®</sup> preferira se način rada u recirkulaciji. Zbog standardizacije čitavog sustava može se garantirati visok stupanj dostupnosti rezervnih dijelova. Jasan i jednostavan dizajn s integriranim crijevima i cijevima također omogućuje pojednostavljen rad, prevenira kontaminaciju a istovremeno to znači da je potrebno znatno manje napora kod čišćenja.

## Sustav za mljevenje *DISCUS*

Aktivacija medija za mljevenje visokim intenzitetom u čitavoj komori za mljevenje pomoću vratila miješalice s diskovima. Koristi medij za mljevenje od cca. 0,5 mm do 5,0 mm.

## Sustav za mljevenje *ZETA*<sup>®</sup>

Zatvoreni horizontalni agitatorski kuglični mlin dizajniran je za najveće kapacitete protoka i ima sustav mljevenja iglicama s izuzetno visokim intenzitetom mljevenja.

Prikladan za širok raspon svake viskoznosti i gotovo bilo koji proizvod, s ovom tehnologijom postići ćete najviše kvalitete i finoće proizvoda u nanometarskom rasponu koristeći širok raspon medija za mljevenje promjera od 0,3 mm do 3 mm.

- Najveća produktivnost
  - Niski specifični zahtjevi za energijom
  - Znatno uža distribucija vremena zadržavanja
  - Vrlo učinkovit sustav separacije medija za mljevenje
  - Pouzdano povećanja
- Optimalno hlađenje proizvoda unutarnjom cijevi spremnika za mljevenje izrađenog od *NETZSCH-CERAM C*
- Moguća je efikasna recirkulacija



Agitatorski kuglični mlin  
*ALPHA*<sup>®</sup> *ZETA*<sup>®</sup> 10

# DOKAZANA RJEŠENJA

u tehnologijama  
miješanja

Naša oprema za miješanje koristi se za proizvodnju suspenzija krutih čestica/praškova u tekućini. Krute čestice obično se pojavljuju u obliku aglomerata zbog velikih površinskih sila koje se javljaju. Kako bi odabrali pravi stroj za razdvajanje praha, najprije moramo provjeriti svojstva kao što su promjer, dužina i tip (grupiran ili isprepleten). NETZSCH nudi novo, kompaktno rješenje za proizvodnju homogenih disperzija s ponovljivom kvalitetom u linijskom procesu.

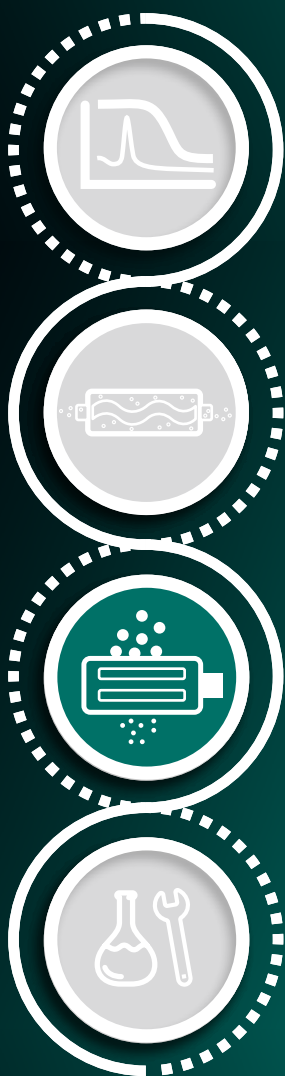
## Linijski disperzer *EPSILON*

Strujanje tekućine u hermetički zatvorenoj procesnoj komori *EPSILONA* stvara podtlak koji uzrokuje ekspanziju zraka od sredine dobavljenih aglomerata.

Nakon kontakta između krutih čestica i tekućine rotor *EPSILON* crpi suspenziju do izlaza iz procesne komore. U tom trenutku tlak je viši od atmosferskog tlaka, što uzrokuje kompresiju zraka kao i moćnije jezgre. Stoga je potrebna ulazna energija za proces disperziranja niska, čime se smanjuje zagrijavanje proizvoda na minimum. Ovisno o svojstvima rasutog materijala, *EPSILONA* linijski disperzer može raditi s različitim konceptima dobave za prahove ili krute tvari. Linijski disperzer *EPSILON* radi bez prašine i emisija te je izuzetno energetski učinkovit.



Linijski disperzer *EPSILON* 30



# RJEŠENJE ZA VODLJIVU KAŠU

## Razdvajanje praha

### Planetarni mikser PMH / PML

U planetarnom mikseru elementi za miješanje vrte se na središnjoj osi u fiksnom spremniku, dok se svaki element rotira oko svoje vlastite osi i tako prolaze kroz cijelu mješavinu. Jedna prednost ovog stroja je da je moguće precizno i potpuno automatsko doziranje različitih komponenti kao što su veziva, aditivi, aktivni materijali i otapala prema definiranom vremenskom profilu, u zatvorenom sustavu bez emisija i kontaminacije okoline.

Nadalje, svi neophodni koraci za proizvodnju visokokvalitetne baterijske kaše kao što su otapanje veziva, pred-miješanje i mehaničko legiranje suhih sastojaka, miješanje, homogenizacija, miješanje vrlo viskoznih, ljepljivih kaša i otplinjavanje kaše mogu se realizirati u samo jednom stroju pod uvjetima odlične kontrole temperature.



Planetarni mikser PML 90

### Intenzivni mikser PMD

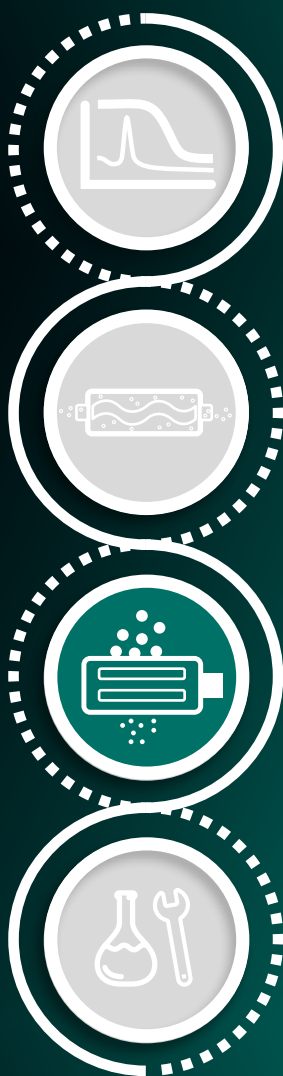
PMD-VC intenzivni mikseri su stacionarne jedinice za miješanje i disperziranje velikog volumena, za procesiranje šarži proizvoda srednje do velike viskoznosti. Uspješno se koriste prije svega u industrijama premaza, tiskarskih boja, boja za zidove, pigmenata i u građevinskoj industriji. Posebna geometrija posude za miješanje omogućuje preradu parcijalnih šarži od cca 25% navedenog efikasnog volumena, i time garantira veliku fleksibilnost.



Intenzivni mikser PMD 500

# DOKAZANA RJEŠENJA

u tehnologijama  
disperziranja



S NETZSCH tehnologijama disperziranja poboljšava se kvaliteta proizvoda i minimiziraju troškovi. Izuzetno kratko vrijeme prerade osobito donosi znatne uštede. Uporaba ekonomičnog disperzera je posebno ekonomična u usporedbi sa standardnim tehnologijama.

## Ekonomični disperzer *OMEGA*®

Ekonomični disperzer *OMEGA*® je najprikladniji stroj za realizaciju glatkog razdvajanja ili defibrilacije ugljikovih nanocijevi (CNT) bez rezanja vlakana ili dužine cijevi, ili za delaminaciju grafita uz zadržavanje najboljeg mogućeg omjera poprečnog presjeka.

Uspješno disperziranje zahtijeva ciljanu silu kako bi se razdvojile čestice aglomerata. Ekonomični disperzer *OMEGA*® primjenjuje disperzivne sile tada i tamo gdje su posebno efikasne: u tijelu *OMEGA*® disperzera energija se transformira u vrlo velike brzine pod tlakom. Turbulencija i kavitacija u savršenoj kombinaciji sa specifično primijenjenim silama smicanja osiguravaju maksimalne rezultate disperziranja. Dodatno, sustav se može lako prilagoditi različitim uvjetima rada ili formulacijama zahvaljujući tijelu *OMEGA*® disperzera, koje se sastoji od mlaznice s beskonačnim mogućnostima podešavanja protoka.

Optimalna adaptacija i povećana efikasnost dovode ne samo do smanjene potrošnje energije u proizvodnom procesu, a time i manjeg razvoja topline, već također i do manje habanja u usporedbi s tradicionalnim tehnologijama.



Ekonomični disperzer  
*OMEGA*® 500

# PROJEKTIRANJE POSTROJENJA I PROCESNI INŽENJERING

## Vaš proizvod - naše rješenje

Na osnovu našeg znanja strojarstva i projektiranja postrojenja možemo vam ponuditi kompletna rješenja (postrojenja na principu ključ u ruke) - direktno iz NETZSCH laboratorija u vašu proizvodnu halu.

### Projektiranje postrojenja

Bez obzira trebate li rješenje po principu ključ u ruke ili pomoć oko određenog aspekta projektiranja postrojenja, mi imamo potrebno stručno znanje. NETZSCH već preko 100 godina projektira proizvodna postrojenja, koristeći najsuvremeniju proizvodnu opremu i proizvodne tehnike. Vodimo projekte za tvrtke širom svijeta, uključujući:

- Dizajn postrojenja
- Praćenje procesa, upravljanje i automatizacija
- Razvoj programskih rješenja i programiranje aplikacija u stvarnom vremenu
- Strojlarstvo
- Elektrotehnika
- Dizajn čeličnih konstrukcija
- Sustavi za smanjenje emisija
- Proizvodnja strojeva i posuda
- Sustavi za odvođenje emisija

### Upravljanje projektima

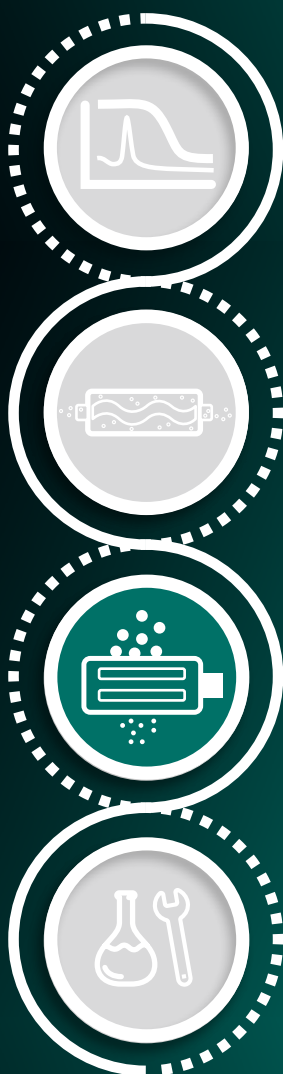
Od početka do kraja, možete se pouzdati u profesionalno i precizno upravljanje projektima. U NETZSCHU imamo resurse i sposobnosti nadgledanja čitavog projekta, čak i najsloženijeg. Svim projektima pristupamo s potpunom posvećenošću održavanju najviših standarda na svim područjima, uključujući:

- Planiranje projekta
- Zaštita na radu, uključujući potpuno iskustvo u radu prema direktivama EU ATEX 94/9 i ATEX 100a
- Nadgledanje i upravljanje gradilišta
- Instalacija strojeva
- Instalacija i testiranje instrumenata i kontrolnih sustava
- Puštanje u rad strojeva i postrojenja
- Obuka radnika
- Podrška kroz povećanje proizvodnje



# DOKAZANA RJEŠENJA

u tehnologijama  
suhog mljevenja



Različite tehnologije suhog usitnjavanja i klasifikacije koriste se za mljevenje izrazito abrazivnih materijala bez kontaminacije ili za deaglomeraciju aktivnih materijala za baterije na nježan način nakon sinteze, bez promjene njihovog početnog oblika čestica.

Uporabom najnovijih patentiranih klasifikatora može se podesiti definirana raspodjela čestica po veličini, ili se sustavi materijala mogu otprašivati.

## Mlazni mlin s fluidiziranim slojem CGS

kombinacija zračnog mlaznog mlina s integriranim dinamičkim zračnim klasifikatorom. U fluidiziranom sloju koji se fluidizira mlazovima plina, čestice se ubrzavaju u slobodnom strujanju i na putu do središta, kao i u samom središtu, sudaraju se s drugim, sporijim česticama te se drobe. Mljevenje je u potpunosti autogeno, tako da nema trošenja alata za mljevenje a time ni kontaminacije mljevenih materijala. Zračnom strujom koja se diže u središtu čestice se transportiraju do klasifikatorskog kotača koji odbija čestice koje su pregrube i dopušta prolaz samo česticama koje odgovaraju zadanim uvjetima.

- Precizna kontrola finoće kroz integrirani dinamični zračni klasifikator
- Značajno niži kapacitet kompresora u usporedbi sa sličnim mlaznim mlinovima (*E-JET*®)
- Najviša finoća i maksimalna brzina mogu se postići sa samo jednim klasifikatorskim kotačem
- Bliska i jednakomjerna veličina čestica



Mlazni mlin s fluidiziranim slojem CGS 500

# RAZLIČITI PRISTUPI POBOLJŠANJU UČINKOVITOSTI

Poboljšani katodni i anodni materijali u litij-ionskim baterijama

## Klasifikatorski mlin CSM *CERAMIC*

Klasifikatorski mlin CSM je kombinacija mehaničkog udarnog mlina s integriranim dinamičnim zračnim klasifikatorom za jednakomjernu veličinu čestica. U području baterijskih materijala CMS se najčešće koristi za vrlo nježnu deaglomeraciju niskom brzinom udarnog rotora i visokim brzinama protoka zraka za mljevenje i klasificiranja, kao što je prikazano u ovom primjeru za deaglomeraciju aktivnih materijala bez lomljenja čestica i bez promjena oblika primarnih čestica.

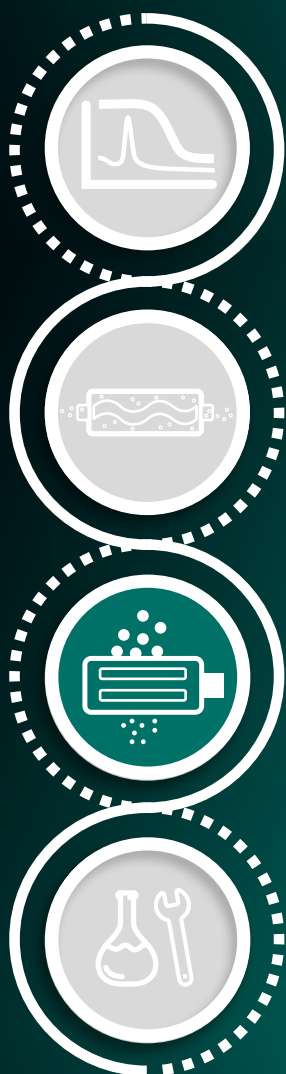
- Najveća finoća proizvoda bez kontaminacije metalom.
- Sustav zatvorenog kruga kako bi se održao nizak sadržaj vlage (kao opcija)
- Brzo i lagano čišćenje i održavanje zbog optimalnog pristupa komori za mljevenje i klasifikatoru
- Dobava proizvoda preko sustava gravimetrijskog doziranja ili injektora, usmjerena na primjenu
- Bez neželjenih metala (bakar, cink) ili neželjenih slitina za dijelove koji su u kontaktu s proizvodom ili procesnim plinom



Klasifikatorski mlin CSM 260 *CERAMIC*

# DOKAZANA RJEŠENJA

za zaobljivanje  
grafita



Grafit se globalno najčešće javlja u obliku tzv. grafita u pahuljicama. To su pahuljice koje sadrže samo mali udio pravog grafita (max. 20%) koji je fino raspoređen u kamenu. Ovaj prirodni grafit mora se preraditi uporabom različitih metoda kako bi se dobio završni proizvod koji se koristi za primjenu u baterijama i ima čistoću od preko 99,95%. Osim kemijske čistoće i morfologija grafite također ima odlučujuću ulogu. Sferni grafit (SPG) je idealan za primjenu kao sirovina za anode. Njegova glatka, mala površina sprječava mrvljenje i znači malen nepovratan gubitak kapaciteta i dug radni vijek. Zahvaljujući visokoj gustoći nakon potresanja postiže se visoko punjenje i posljedično viša gustoća energije.

## Izuzetno učinkovit fini klasifikator CFS/HD-S

Kako bi se dobio visokokvalitetan proizvod s precizno definiranom veličinom čestica, NETZSCH Izuzetno učinkovit fini klasifikator CFS/HD-S radi vrlo efikasno zbog svoje usko definirane oštine reza i vrlo specifičnog strujanja čestica. Ne može doći do miješanja klasificiranog grubog materijala i ulaznog materijala unutar klasifikatora.

Optimizirana geometrija klasifikatorskog kotača proizvodi najfinije rezne točke i visoke prinose kakvi nisu bili mogući s konvencionalnim klasifikatorima proizvodne razine s jednim kotačem. Posebna zona disperzije u neposrednoj blizini klasifikatorskog kotača koristi čisti plin za efikasno disperziranje materijala koji se klasificira. Lak pristup i čišćenje stroja zagarantirani su zbog vrata kućišta sa šarkama i košare na vodilicama koja se može izvaditi.



Izuzetno učinkovit fini klasifikator CFS 30 HD-S

# SFEROIDIZACIJA GRAFITA

Efikasan i ekonomičan proces s *GyRHO* jedinicom za zaobljivanje

## Jedinica za zaobljivanje *GyRHO*

Sustav razvijen u NETZSCH-u nadilazi sve mane standardne tehnologije i pruža elegantno rješenje za efikasno zaobljivanje grafita optimizirano za procesne tehnologije. U prvom koraku grafit u pahuljicama se prethodno melje na optimalnu početnu veličinu čestica za sferoidizaciju u klasifikatorskom mlinu ili mlaznom mlinu s fluidiziranim slojem. Samo zaobljivanje čestica događa se direktno nakon toga u novo dizajniranoj NETZSCH jedinici za zaobljivanje *GyRHO*, koja je dostupna u različitim veličinama i može biti posebno izvedena kako bi odgovarala potrebnim izlaznim količinama. Za veće volumene protoka dva (ili više) stroja mogu raditi istovremeno i zamijeniti niz od 40 ili više strojeva.

Podaci postrojenja s NETZSCH *GyRHO* sustavom u usporedbi s konkurentnim sustavima:

**30 %** veća dostupnost postrojenja u usporedbi s prethodno korištenim procesima

**60 %** manje površine uz isti proizvodni kapacitet zahvaljujući kompaktnoj instalaciji

**35 %** niži troškovi rada\* u usporedbi sa standardnim proizvodnim linijama

\* oportunitetni troškovi, troškovi rada, rezervnih dijelova, električne energije, amortizacije i troškovi za koncentrat grafita

**90 %** Inži troškovi održavanja zahvaljujući znatno manjem broju strojeva

**65 %** ukupnog prinosa\* zahvaljujući inovativnom konceptu postrojenja, optimiziranom dizajnu komore za mljevenje i klasifikatora

\* do 65 % ukupnog prinosa na osnovu sirovine i ovisi o njenom tipu i porijeklu

**60 %** manje energije za identični proizvodni kapacitet (pola instalirane snage i optimizirani način rada)



Jedinica za zaobljivanje *GyRHO*

# DOKAZANA RJEŠENJA

za zaobljivanje  
grafita



Proces sferoidizacije podijeljen je u tri faze: Punjenje, zaobljivanje i pražnjenje. Za vrijeme faze punjenja maksimalni volumen proizvoda se dovodi u procesnu komoru. Za vrijeme faze zaobljivanja čestice su pod pritiskom dok ne budu zaobljene optimalnom geometrijom i procesnim parametrima. U fazi pražnjenja, procesna komora se prazni usisnom jedinicom s ciklonom i čestice se razdvajaju.

## Efikasno zaobljivanje

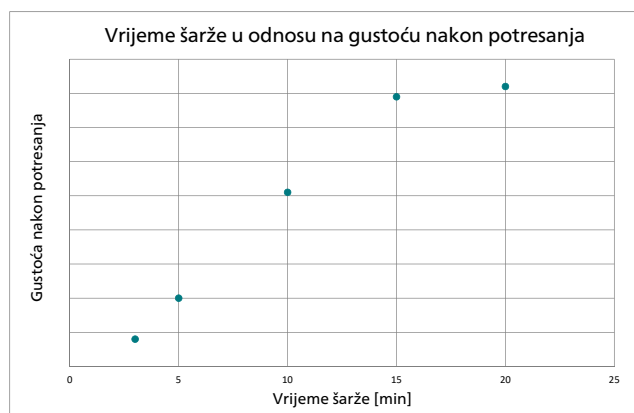
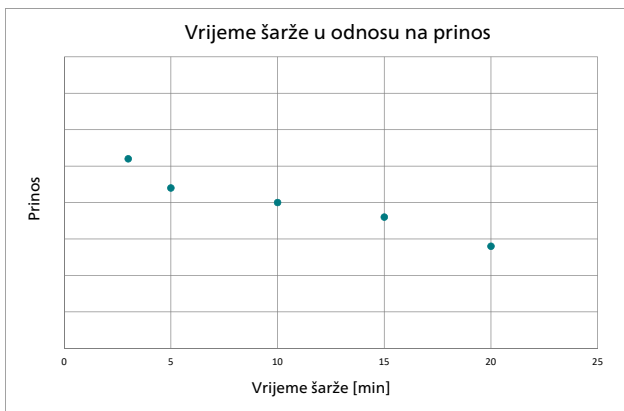
Za proizvodnju litij-ionskih baterija idealan je sferni grafit. Prirodni grafit i grafit dobiven sintezom su pločastog oblika i imaju tipičnu slojevitú strukturu. Stoga se sljedeći zadatak proizvodnje i smanjenja veličine sastoji od dobivanja zaobljenog konačnog proizvoda s uskom distribucijom veličine čestica, visokim prinosom i gustoćom nakon potresanja.

Sa specifičnim postavkama moguće je postići maksimalni prinos završnog proizvoda željene kvalitete. Na kriterije kvalitete kao što su širina raspodjele, gustoća nakon potresanja i veličina čestica može se utjecati promjenom procesnih parametara.

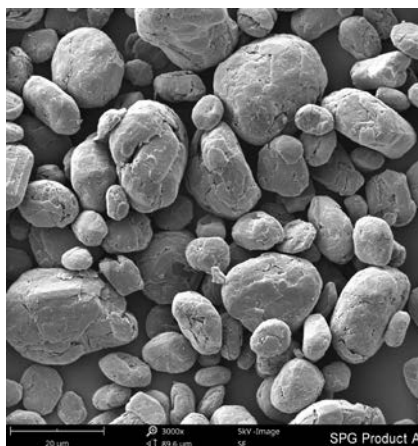
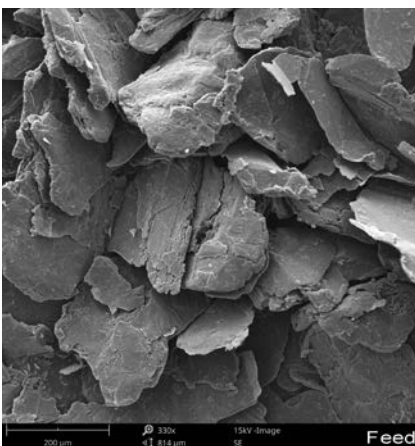
Na taj način, uporabom novorazvijenog sustava GyRho moguće je postići sve kvalitete koje zahtijeva tržište, kao što su sferni grafit gustoće poslije potresanja od 963 g/l i  $d_{50}$  vrijednosti od 16,8  $\mu\text{m}$  (prinos na bazi količine sirovine od 60,7 %).

# SFEROIDIZACIJA GRAFITA

Efikan i ekonomičan proces s *GyRHO* jedinicom za zaobljivanje



## REM slike



Proizvod A:  
Prinos = 60,7 wt.-%,  $d_{50} = 16,8 \mu\text{m}$ , gustoća nakon potresanja = 963 g/l

Proizvod B:  
Prinos = 49,3 wt.-%,  $d_{50} = 18,4 \mu\text{m}$ , gustoća nakon potresanja = 1019 g/l

# LABORATORIJ & USLUGE

NETZSCH laboratoriji za primjene opremljeni su najsuvremenijom tehnologijom i dio su našeg širokog programa usluga. NETZSCH laboratoriji primjenjuju najviše standarde kvalitete i omogućuju nam precizno testiranje proizvoda naših kupaca.

## Probe mljevenja

Probe mljevenja mogu se provoditi na strojevima laboratorijske ili proizvodne veličine. Nakon što je proba završena, za kupca se priprema i dostavlja opširno izvješće o probama, uključujući uzorak završnog proizvoda.

Kupci su dobrodošli sudjelovati u testiranju svog proizvoda, što jamči da će se sve probe provesti točno prema njihovim zahtjevima. Za vrijeme proba kupci će također naučiti više o našoj tvrtki, njenim sposobnostima proizvodnje i specijaliziranim tehničarima.

## Toplinska analiza i reologija

U području toplinske analize i termofizičkih svojstava, nudimo vam široku liniju najrazličitijih tehnika toplinske analize za karakterizaciju materijala (krutih, praškastih i tekućih). Mjerenja se mogu provesti na uzorcima najrazličitijih geometrija i konfiguracija.

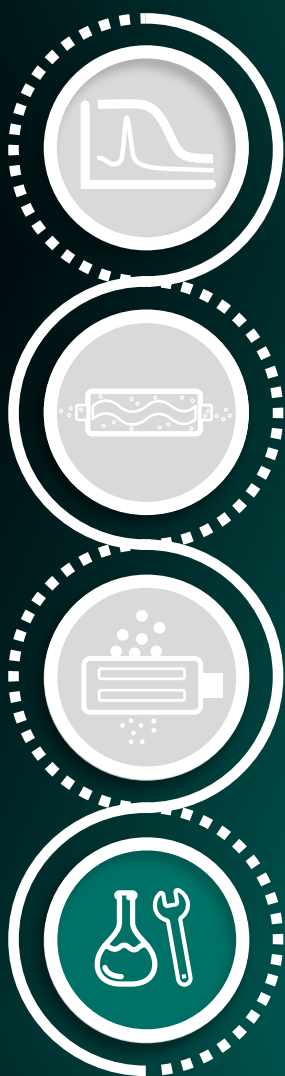
Za optimizaciju vaših kemijskih procesa (npr. stvrdnjavanje smole, optimizacija procesa sinteriranja) nudimo širok paket usluga uključujući probna mjerenja s kinetičkom procjenom i različitim predviđanjima za različite temperaturne uvjete.

## Zatražite savjet stručnjaka

Savjetujte se sa stručnjacima u našim laboratorijima kako biste odabrali najbolju metodu za svoje konkretne potrebe.

Radit ćete sa znanstvenicima (fizičarima, kemičarima, stručnjacima za materijala) koji imaju konsolidirano znanje o najrazličitijim metodama i spektru materijala.

Možete biti sigurni da će vaši podaci ostati povjerljivi.



# DOKAZANA UČINKOVITOST ZA MATERIJALE

Najviši standardi kvalitete

## Naša globalna mreža stručnih servisa omogućuje vam pouzdanost proizvodnje

Tehnička pomoć mora stići brzo i funkcionirati savršeno. Zbog toga nudimo izuzetan raspon servisnih usluga, uz sigurnost da će visokokvalificirano NETZSCH osoblje pružiti ove usluge širom svijeta. Naši specijalisti pružaju brzu i pouzdanu pomoć. Gdje god se nalazili, savjetujemo vas na vašem jeziku.

NETZSCH servisna mreža pokriva sve kutove svijeta. Kao rezultat toga jačamo konkurentnost naših kupaca, omogućujemo odvijanje efikasnih procesa i osiguravamo maksimalnu dostupnost strojeva i instrumenata.

### TEHNIČKE USLUGE



Održavanje,  
modifikacije  
i popravci



Procedure  
puštanja u rad



Usluga  
zamjene



Pomoć oko  
rezervnih  
dijelova



IQ/OQ  
dokumentacija



Usluga  
premeštanja



Ažuriranje  
softvera



Usluga  
kalibracije



Optimizacija  
procesa

### EDUKACIJA



Osnovni  
seminari



NETZSCH  
Online  
akademija



Detaljna edukacija o  
instrumentima  
i metodama

### LABORATORIJ



Usluge aplikacija  
i ugovornog testiranja



Lokacije  
širog svijeta

Grupa NETZSCH kojom upravlja vlasnik vodeća je globalna tehnološka tvrtka specijalizirana za strojarski inženjering postrojenja i instrumenata.

Pod upravom Erich NETZSCH B.V. & Co. Holding KG, tvrtka se sastoji od tri poslovne jedinice: Analiza i Testiranje, Mljevenje i Disperziranje te Pumpa i Sustavi, koje su usmjerene prema specifičnim industrijama i proizvodima. Svjetska mreža prodaje i usluga jamči blizinu kupcima i kompetentnu uslugu od 1873. godine.

# Proven Excellence.

## Vaš lokalni kontakt

Agitrade d.o.o.  
Radnicka cesta 34  
10000 Zagreb, Croatia  
Tel.: +385 1 2444 216  
Fax: +385 1 2339 654  
agitrade@agitrade.com  
www.agitrade.hr

NETZSCH-Gerätebau GmbH  
Wittelsbacherstraße 42  
95100 Selb  
Germany  
Phone: +49 9287/881-0  
Fax: +49 9287/881-505  
at@netzsch.com

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH  
Sedanstraße 70  
95100 Selb  
Germany  
Phone: +49 9287 797 0  
Fax: +49 9287 797 149  
info.nft@netzsch.com

NETZSCH Pumpen & Systemen GmbH  
Geretsrieder Straße 1  
84478 Waldkraiburg  
Germany  
Phone: +49 8638 63-0  
info.nps@netzsch.com

NETZSCH Trockenmahltechnik GmbH  
Rodenbacher Chaussee 1  
63457 Hanau  
Germany  
Phone: +49 6181 506 01  
Fax: +49 6181 571 270  
info.ntt@netzsch.com



**NETZSCH**®

[www.netzsch.com](http://www.netzsch.com)