

Quale forno per quale processo?



Forno a camera N 300/G con raffreddamento regolato

Distensione/raffreddamento del vetro

Durante la formatura di componenti in vetro si formano tensioni meccaniche. Nel caso del vetro sodio-calcico o borosilicato è possibile ridurre le tensioni mediante un raffreddamento lento e definito nell'intervallo di temperatura compreso tra 600 °C e 400 °C. L'intervallo di temperatura e la durata del processo di raffreddamento dipendono dal tipo di vetro particolare e dalla geometria dei componenti. Nabertherm offre diverse soluzioni per il raffreddamento del vetro. In molte officine, ad esempio nella produzione di dispositivi, i forni a camera con isolamento in pietra (modelli N ../G v. pag. 28) sono da anni una soluzione consolidata. Tutti i controller standard offrono già la possibilità di impostare i tempi di raffreddamento come durata o gradiente di raffreddamento predefinito, consentendo un raffreddamento lento e definito. Se il forno si raffredda a una velocità maggiore di quella predefinita, il comando avvia automaticamente il riscaldamento per evitare una discesa troppo rapida della temperatura.

Durante il raffreddamento di vetri tecnici, fibre di vetro o componenti ottici per i quali è fondamentale avere un'ottima uniformità e una conduzione precisa della temperatura, risultano particolarmente indicati i forni a convezione (vedi pagina 18). A prescindere dalla famiglia di forni, il forno può essere personalizzato in base alle esigenze del cliente grazie a una ricca dotazione aggiuntiva.



Forno a camera a convezione NAT 30/85 come modello da tavolo

Sterilizzazione di vetri da laboratorio

La sterilizzazione di vetri da laboratorio e contenitori è un compito esigente, ma necessario per molti procedimenti d'analisi e metodi di misurazione. I contenitori di vetro vengono in genere puliti con dispendiosi metodi meccanici e chimici. In uno degli ultimi passaggi i vetri vengono spesso riscaldati per diverse ore a 400 °C-600°C, per rimuovere depositi e piccoli residui organici. Per questo processo sono particolarmente indicati i forni a camera con isolamento in pietra (modello N ../G vedi pagina 28) oppure i forni a convezione (vedi pagina 18). La dotazione aggiuntiva, tra cui telai di caricamento con ripiani, consente di posizionare i componenti in vetro comodamente su più livelli nel forno.

Tempra del vetro al quarzo

Anche nella produzione di vetro al quarzo si formano tensioni meccaniche. Durante la tempra del vetro al quarzo, il vetro viene sottoposto a distensione con il trattamento termico. Il vetro al quarzo viene riscaldato a una temperatura sufficientemente elevata di 1000 °C-1200 °C e sottoposto a distensione per un certo tempo. Nabertherm offre molti impianti standard e personalizzati per la tempra del vetro al quarzo. Per i componenti più piccoli sono particolarmente indicati i forni a camera con isolamento in pietra (modello N ../G vedi pagina 28). Per i componenti grandi e pesanti, che richiedono il caricamento con gru o carrello elevatore, sono consigliati i forni a cassone (vedi pagina 48), i forni a suola mobile (vedi pagina 50) o i forni a campana mobile (vedi pagina 52). I potenti sistemi di raffreddamento opzionali o un isolamento adatto in materiale fibroso speciale con una bassa massa termica consentono tempi ciclo rapidi.



Forno a suola mobile W 7500

Essiccazione e applicazione di rivestimenti

Per proteggere, perfezionare od ottenere proprietà speciali sulla superficie dei vetri viene spesso applicato un rivestimento. Alcuni esempi di applicazione tipici sono vetri stampati o smaltati, rivestimenti in metallo nobile o altri strati protettivi. Attraverso il cambio continuo dell'aria e la circolazione forzata dell'aria, gli armadi riscaldanti (vedi pagina 10), gli essiccatori ad armadio (vedi pagina 12) o gli essiccatori a camera (vedi pagina 14) sono particolarmente indicati per processi di essiccazione o applicazione fino a 360 °C. Per i processi durante i quali vengono liberati solventi combustibili, i forni possono essere dotati di una tecnologia di sicurezza adeguata conforme a norma EN 1539. Se il rivestimento deve essere essiccato e anche applicato, sono necessarie temperature più elevate. Per questo compito sono particolarmente indicati i forni a camera con isolamento in pietra (vedi pagina 28) oppure i forni a convezione per temperature elevate (vedi pagina 20). Con una dotazione aggiuntiva più ricca come telai di caricamento con ripiani per forni a camera o ripiani di caricamento per forni a convezione è possibile personalizzare i forni in base alle esigenze individuali.



Essiccatore a camera KTR 1500

Fusing

Il fusing è un processo nel quale diversi componenti di vetro vengono fusi insieme. Le temperature di applicazione tipiche sono comprese tra 700 °C e 900 °C. La fusione di lastre di vetro monocromatiche o a più colori o di piccoli pezzi di vetro (polvere o granuli) in una lastra di vetro sono solo alcuni esempi. Per gli artisti professionisti del vetro Nabertherm offre forni per il fusing di diverse dimensioni ed esecuzioni (vedi pagina 30). Per aumentare la resa nell'uso professionale sono disponibili forni con sistema a tavoli intercambiabili. È possibile cambiare i piani già prima del raffreddamento completo. Un tavolo libero può essere caricato mentre l'altro è ancora nel forno. In tal modo i tempi ciclo si riducono notevolmente (vedere pagina 34).



Forno per il fusing GF 240

Curvatura e bombatura

Durante la curvatura e la bombatura le lastre di vetro vengono riscaldate fino a quando, attraverso la bombatura e l'abbassamento in una forma adeguata, si formano oggetti di vetro. Alcuni esempi sono i vetri di display bombati, mobili in vetro, cabine doccia, coppe e altri oggetti di vetro. Con i forni a bacino (vedi pagina 36) e i forni a campana mobile (vedi pagina 38), Nabertherm offre soluzioni per la bombatura e la curvatura di forme complesse. I forni sono riscaldati su più lati e si caratterizzano per una buona uniformità della temperatura. Il sistema è modulare e può essere ampliato con l'aggiunta di bacini/piani e adattato al processo del cliente.



Forno a bacino GW 2200



Forno ad alta temperatura LHT 01/17 D

Fusione di piccoli campioni

Per la produzione di vetro da materiale grezzo in laboratorio sono necessarie temperature molto elevate, fino a 1700 °C, che consentano la fusione e l'unione dei singoli materiali. Nabertherm offre diverse soluzioni per la fusione di piccole quantità di materiale in crogioli del cliente. Nei compatti forni ad alta temperatura, realizzati come modello da tavolo (vedi pagina 56), è possibile regolare piccoli crogioli e riscaldarli fino a 1700 °C. L'esecuzione con piano sollevabile motorizzato (vedi pagina 57) semplifica notevolmente il caricamento del forno.



Forno a camera N 7/H come modello da tavolo

Preriscaldamento di forme e utensili

Durante la produzione del vetro è spesso necessario preriscaldare forme o utensili metallici, per evitare che il vetro solidifichi troppo in fretta e per ridurre al minimo lo shock termico. I forni a camera con riscaldamento a radiazione (vedi pagina 42) o i forni a camera a convezione (vedi pagina 20) sono l'ideale per il preriscaldamento dei componenti. I forni sono dotati di porta ad apertura parallela o porta orientabile per apertura a forno caldo. In caso di apertura il lato caldo della porta è lontano dall'operatore, per semplificare il lavoro.



Forno tubolare RSH 80/500/13 con tubo a tenuta di gas e flange raffreddate ad acqua

Impianti per la produzione di fibre di vetro

La produzione di fibre di vetro è un processo tecnicamente molto complesso, che richiede diversi trattamenti termici. Il materiale grezzo, il vetro in polvere/granuli, viene in genere riscaldato in un'atmosfera speciale per pulirlo. Altri processi sono la sinterizzazione o il degasaggio di preforme. Considerata la geometria lineare, il dimensionamento flessibile per diverse atmosfere e la possibilità di controllare i gradienti di temperatura locali con la massima precisione, per la produzione di fibre di vetro vengono spesso utilizzati forni tubolari personalizzati. I forni vengono dimensionati in base alle esigenze specifiche dei clienti per quanto concerne temperatura, dimensioni e interfacce con sistemi di livello superiore o altre parti di impianti. A pagina 76 è presentata una panoramica dei forni tubolari di base e della dotazione aggiuntiva completa.



Forno a bagno di sale TS 4/50

Tempra chimica del vetro

La tempra chimica trova impiego soprattutto per l'indurimento di vetri molto sottili. Il forno a bagno di sali TS/50 (vedi pagina 71) è concepito in modo particolare per la tempra chimica di componenti in vetro per laboratorio. Dispone di una camera di preriscaldamento sopra il bagno di sale che, dopo il trattamento termico, viene utilizzata contemporaneamente per il raffreddamento dolce del vetro.

Gruppo forni	Modello	Essiccazione e applicazione di rivestimenti	Preriscaldamento di forme e utensili	Sterilizzazione	Distensione/raffreddamento	Fusing	Curvatura e bombatura	Tempra del vetro al quarzo	Fusione di piccoli campioni	Ricerca e sviluppo	Realizzazione di fibre di vetro	Tempra chimica
Armadi riscaldanti, essiccatori ad armadio ed essiccatori a camera fino a 300 °C												
Armadi riscaldanti, pagina 10	WK	●										
Essiccatori ad armadio, pagina 12	TR	●										
Essiccatori a camera, pagina 14	KTR	●	●									
Forni a convezione e forni a camera fino a 900 °C												
Forni a camera a convezione, pagina 20	NA, N .. HA	●	●	●	●							
Forni a convezione a suola mobile, pagina 26	W .. A	●	●		●							
Forni a camera con isolamento in pietra, pagina 28	N ../G	●		●	●							
Forni per il fusing, forni per curvatura e impianti per bombatura fino a 950 °C												
Forni per il fusing con tavolo fisso, pagina 32	GF					●						
Forni per il fusing con tavolo o bacino mobile, pagina 34	GFM					●						
Forni a bacino con riscaldamento a resistenza elettrica, pagina 36	GW						●					
Forni a campana mobile con riscaldamento a resistenza elettrica con tavolo, pagina 38	HW				●		●					
Forni a camera, a cassone, a suola mobile e a campana mobile fino a 1400 °C												
Forni a camera per il preriscaldamento di forme e utensili, pagina 42	N ../HS		●									
Forni a camera con isolamento in pietra o isolamento in fibra, pagina 44	LH, LF		●					●				
Forni a camera con riscaldamento a resistenza elettrica, pagina 46	N, N ../H, N ../14							●				
Forni a cassone, pagina 48	S							●				
Forni a suola mobile, pagina 50	W, W ../H, W ../14							●				
Forni a campana mobile o forni a base sollevabile con riscaldamento a resistenza elettrica, pagina 52	H .. LB/LT							●				
Forni ad alta temperatura fino a 1800 °C												
Forni ad alta temperatura in versione da banco, pagina 56	LHT, LHT .. LB								●			
Forni ad alta temperatura con riscaldamento in disilicuro di molibdeno con isolamento in fibra, pagina 58	HT								●			
Forni ad alta temperatura con riscaldamento a barre SiC fino a 1550 °C, pagina 60	HTC									●		
Forni ad alta temperatura con riscaldamento in disilicuro di molibdeno con isolamento in mattoni refrattari leggeri fino a 1700 °C, pagina 61	HFL								●			
Forni a calotta e base sollevabile ad alta temperatura con riscaldamento in disilicuro di molibdeno, pagina 62	HT .. LB/LT									●		
Forni per applicazioni speciali												
Forni per processi continui, pagina 68	D	●										
Forni a bagno di sali, pagina 71	TS											●
Forni a storte a pareti calde, pagina 72	NR, NRA									●		
Forni tubolari, pagina 76										●	●	