

Аддитивное производство, 3D-печать



Ретортная печь NR 150/11, предназначена для отжига металлических деталей для снятия напряжений после 3D-печати



Сушильный шкаф TR 240 для сушки порошков



Сушильные камеры KTR 2000 для отверждения связующих веществ после 3D-печати



Компактная трубчатая печь для спекания или отжига со снятием напряжений после 3D-печати в среде защитного газа или вакуума



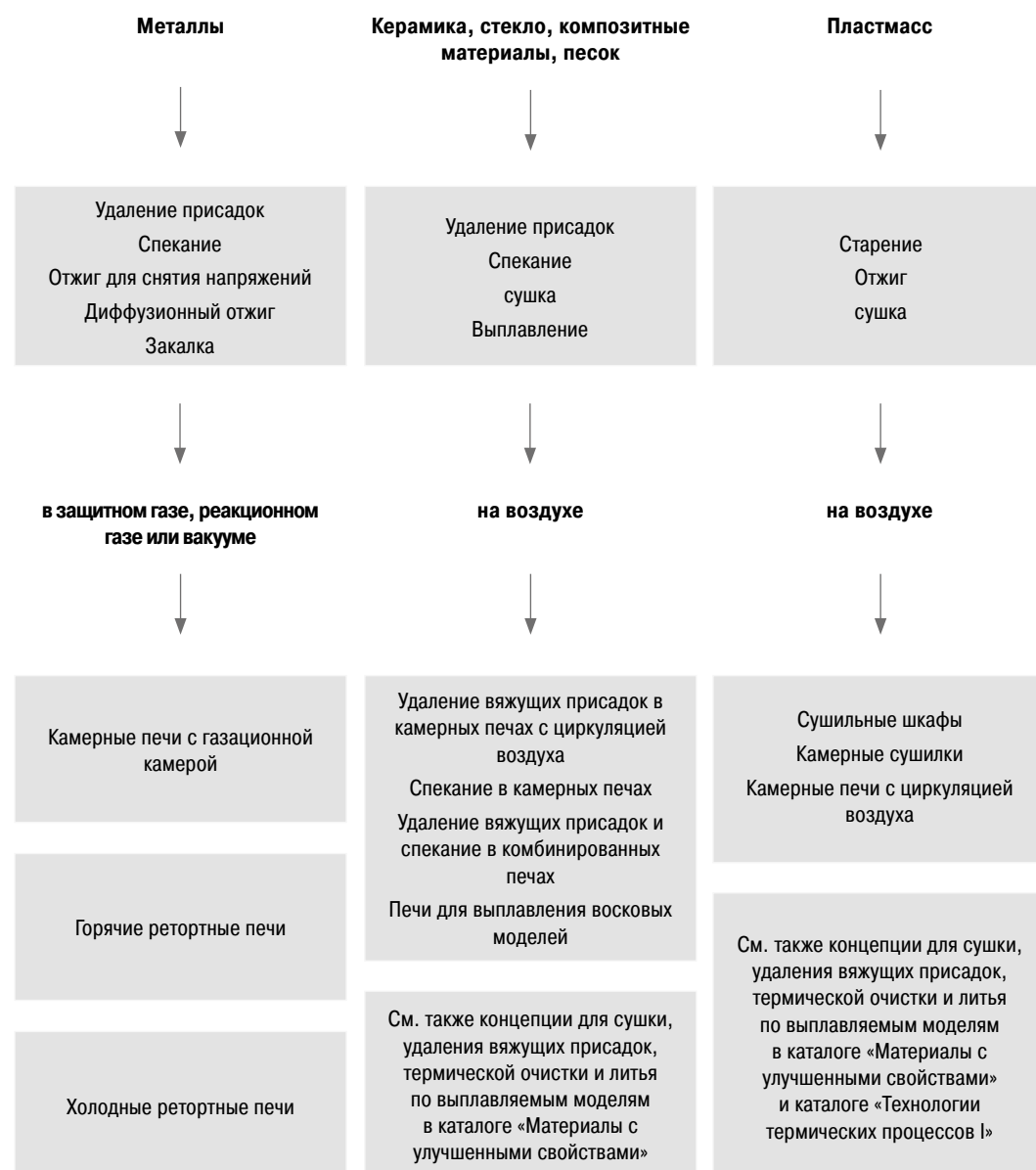
НТ 160/17 DB200 для удаления вязущих присадок и спекания керамических изделий после 3D-печати

Аддитивное производство позволяет осуществлять прямое преобразование файлов с данными конструкции в функциональные объекты. С помощью 3D-печати такие материалы, как металл, пластик, керамика, стекло, песок и т. д. обрабатываются пошагово до получения готового изделия.

В зависимости от материала слои соединяются друг с другом при помощи связующей системы или лазерных технологий.

Многие технологии аддитивного производства требуют последующей термической обработки изготовленных деталей. Требования к печам для термической обработки зависят от материала заготовки, рабочей температуры среды в печи и, конечно, от технологии аддитивного производства.

Nabertherm предлагает решения для отверждения связующих веществ для получения прочности в непросушенном состоянии вплоть до спекания в вакуумной печи, позволяющие закалять и спекать объекты из металла со снятым внутренним напряжением.



Сопутствующие и предшествующие процессы аддитивного производства также требуют применения печи, для того чтобы достичь необходимых характеристик продукции, например, при термической обработке или сушке порошков.

В технологии аддитивного производства, как правило, различают способ печати без вяжущих и с вяжущими присадками. В зависимости от способа изготовления для последующей тепловой обработки используются печи разного типа.

Наряду с вышеприведенными факторами большое влияние на общий результат оказывает тепловая обработка предварительных процессов. Решающим критерием для хорошего качества поверхности является, помимо прочего, качественная очистка деталей перед их тепловой обработкой.

Это также относится к процессам, которые выполняются в условиях вакуума или в печах, в которых предъявляются высокие требования к низкому содержанию остаточного кислорода. Важным условием для этих печей является их регулярная очистка и обслуживание. Даже минимальные утечки или загрязнения могут привести к неприемлемым результатам.



Печатная деталь из алюминия, с тепловой обработкой в модели N 250/85 HA (изготовитель CETIM CERTEC на платформе SUPCHAD)

Системы без вяжущих

В аддитивном производстве без использования вяжущих присадок изготовление деталей в большинстве случаев происходит по технологии лазерной плавки.

В приводимых ниже таблицах представлены обычные материалы и конструкционные размеры лазерных систем с рекомендациями по выбору размеров печей с учетом требуемой температуры обработки и рабочей атмосферы внутри печи.

Детали из алюминия

Тепловая обработка алюминия, как правило, происходит в воздушной среде в температурном диапазоне 150 °C - 450 °C.

Благодаря очень хорошей однородности температуры камерные печи с циркуляцией воздуха подходят для таких процессов, как отпуск, отверждение, снятие остаточного напряжения или предварительный подогрев.

Примеры макс. размеров строительных платформ	Камерные печи с циркуляцией воздуха, см. страницу 60 до 450 °C ¹
210 x 210 mm	NA 30/45
280 x 280 mm	NA 60/45
360 x 360 mm	NA 120/45
480 x 480 mm	NA 250/45
600 x 600 mm	NA 500/45

¹также предлагается в исполнениях 650 и 850 °C

Детали из высококачественных сталей или титана

Тепловая обработка некоторых высококачественных сталей или титана часто происходит при температуре ниже 850 °C в атмосфере защитного газа.

Благодаря использованию газационного короба с соответствующим подводом технологического газа обычная печь может быть дооснащена до печи с защитной газовой атмосферой. В зависимости от вида технологического газа, предварительного насыщения, рабочего насыщения и состояния короба содержание остаточного кислорода может достигать до 100 ppm.

Упомянутые далее камерные печи с циркуляцией воздуха с установленным газационным коробом имеют температурный диапазон от 150 °C до 850 °C. При извлечении газационного короба из печи также возможна тепловая обработка деталей из алюминия в воздушной среде.

Примеры макс. размеров строительных платформ	Камерные печи с циркуляцией воздуха, см. страницу 60 до 850 °C с газационным коробом
100 x 100 mm	N 30/85 HA
200 x 200 mm	N 60/85 HA
280 x 280 mm	N 120/85 HA
400 x 400 mm	N 250/85 HA
550 x 550 mm	N 500/85 HA



Камерная печь с циркуляцией воздуха NA 250/45 для тепловой обработки в воздушной среде



Камерная печь с циркуляцией воздуха N 250/85 HA с газационным коробом для тепловой обработки в атмосфере защитного газа



Ретортная печь с горячей стенкой NRA 150/09 для тепловой обработки в атмосфере защитного газа

При работе с чувствительными материалами, например титана, возможно окисление детали остаточным кислородом в газационном коробе.

В этих случаях используются ретортные печи с горячей стенкой с максимальной температурой 950 °С или 1100 °С. Эти газонепроницаемые ретортные печи оптимально подходят для процессов тепловой обработки, которые требуют наличия определенной атмосферы с защитным или реакционным газом. Для тепловой обработки в условиях вакуума до 600 °С также предлагаются компактные модели. При использовании этих печей опасность окисления детали заметно ниже.

Примеры макс. размеров строительных платформ	Ретортные печи с горячей стенкой см. страницу 16
180 x 180 mm	NR(A) 17/..
280 x 280 mm	NR(A) 50/..
400 x 400 mm	NR(A) 150/..



Растянутые стержни из титана после тепловой обработки в NR 50/11 в среде аргона



Камерная печь LH 60/12 с газационным коробом для тепловой обработки в атмосфере защитного газа

Детали из инконеля или кобальт-хрома

Тепловая обработка таких материалов, как инконель и кобальт-хром, как правило, происходит при температуре выше 850 °С (вплоть до 1100 °С - 1150 °С). Для этих процессов могут использоваться печи разных серий. Во многих случаях достаточно использования камерных печей серии LH .. или NW .. с установленным газационным коробом, которые выгодно отличаются превосходным соотношением цены и мощности. Обе группы печей предназначены для температуры от 800 °С до 1100 °С.

Примеры размеров строительных платформ	Камерная печь, см. страницы 54 и 58 до 1100 °С с газационным коробом
100 x 100 mm	LH 30/12
250 x 250 mm	LH 120/12
400 x 400 mm	LH 216/12
420 x 520 mm	NW 440
400 x 800 mm	NW 660



Ретортная печь VHT 100/12-МО с холодной стенкой для процессов в условиях высокого вакуума

Для процессов в среде защитного газа выше 1100 °С или в вакууме выше 600 °С используются ретортные печи с холодной стенкой.

Примеры размеров строительных платформ	Ретортные печи с холодной стенкой см. страницу 26
100 x 100 mm	VHT 8/12-МО
250 x 250 mm	VHT 40/12-МО
400 x 400 mm	VHT 100/12-МО

Системы с вяжущими

По технологии изготовления деталей печатанием используются органические вяжущие, которые испаряются в ходе тепловой обработки. Детали могут изготавливаться, например, из керамики, металла, стекла или песка. В зависимости от количества испаряемого материала используются печи с отдельными системами обеспечения безопасности для удаления вяжущих и спекания.

Удаление вяжущих присадок и спекание в воздушной среде

В этой таблице представлены примеры печей с соответствующими предохранительными устройствами для удаления вяжущих в воздушной среде и подходящие агломерационные печи для высоких температур, например для спекания множества керамических деталей на основе оксидов.

Размеры конструкционного пространства до	Печи с функцией очистки ¹ см. каталог Advanced Materials	Агломерационные печи ² см. каталог Advanced Materials
100 x 100 x 100 mm	L 9/11 BO	LHT 4/16
200 x 200 x 150 mm	L 9/11 BO	HT 40/16
300 x 400 x 150 mm	L 40/11 BO	HT 64/17

¹ Соблюдайте параметры очистки, такие как макс. количество органических материалов, скорость испарения

² Печи предлагаются в исполнении с различной макс. температурой печного пространства



Муфельная печь L 40/11 BO с пассивной системой безопасности и встроенной системой дожигания для тепловой очистки в воздушной среде

Удаление вяжущих присадок и спекание в среде защитного или реакционного газа или в вакууме

Для защиты металлических деталей, обрабатываемых печатанием с вяжущими, от окисления оба технологических этапа (удаление вяжущих и спекание) проводятся без кислорода.

Удаление вяжущих выполняется в зависимости от материала и системы вяжущих либо в среде негорючего защитного газа (IDB), в водородной среде (H₂), либо каталитическим способом в смеси из азотной кислоты и азота. Для безопасного выполнения этих процессов используются адаптированные предохранительные устройства.

В таблице представлены примеры печей, которые могут оснащаться подходящими предохранительными устройствами. При этом ретортная печь с горячей стенкой служит в качестве печи с функцией очистки, а ретортная печь с холодной стенкой – в качестве агломерационной печи. В зависимости от области применения в некоторых случаях также возможно использование одной печи для обоих процессов.

Размеры конструкционного пространства до	Ретортная печь с холодной стенкой ¹ см. страницу 16	Ретортная печь с горячей стенкой ² см. страницу 26
150 x 150 x 150 mm	NRA 17/09	VHT 8/16-MO
300 x 300 x 300 mm	NRA 50/09	VHT 40/16-MO
400 x 400 x 400 mm	NRA 150/09	VHT 100/16-MO

¹ Предохранительные устройства, см. страницу 18

² Детали без остаточных вяжущих. При низком содержании остаточных вяжущих мы рекомендуем использовать цементационный ящик.



Высокотемпературная печь HT 64/17 DB100 с пассивной системой безопасности для очистки и спекания в воздушной среде

Указанные в таблицах модели представляют лишь некоторые примеры печей.