

Изобретение относится к литейному производству, а именно к способам очистки от керамики внутренних полостей отливок, получаемых методами направленной кристаллизации.

Известен способ удаления керамических стержней, изготовленных из $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ из отливок, получаемых направленным затвердеванием эвтектических и жаропрочных сплавов [Патент США №4141781, кл. В 22 D 29/00, опублик. 1979]. Отливку с керамическим стержнем помещают в автоклав с раствором NaOH или KOH и нагревают до 200°C. Обработка керамических стержней щелочными растворами при температурах ниже 200°C не обеспечивает полного растворения корундовой составляющей стержней. После удаления легкорастворимых связей стержня необходимо обрабатывать дополнительно, используя методы механического удаления зерен корунда.

Известный способ не обеспечивает достижение высокого качества изделий. Во внутренних труднодоступных полостях лопаток сохраняются остатки неудаленной керамики, для растворения которой необходимо увеличивать продолжительность щелочной обработки лопаток. Увеличение продолжительности обработки в свою очередь приводит к растравливанию поверхности самой лопатки, т.е. к снижению качества изделия. Даже в условиях максимальных концентраций и температур скорость растворения стержней, а следовательно, и необходимая продолжительность обработки лопаток остается не менее 40 часов, а в случаях растворения стержней с высоким содержанием корунда вообще не обеспечивает их полного удаления.

Практика очистки лопаток от корундовых стержней показала, что в большинстве случаев для полного удаления стержней в известных режимах, 15-30% лопаток необходимо возвращать на повторную обработку из-за наличия остатков керамики во внутренних полостях. Глубина растравливания металлической поверхности изделия составляет при этом не менее 10 мкм.

Задачей изобретения является создание способа очистки внутренних полостей изделий от керамических стержней, в котором за счет изменения условий процесса обеспечивается повышение качества очистки и скорости удаления корундовых стержней.

Для решения поставленной задачи в способе очистки изделий от керамических стержней, включающем термическую обработку изделий растворами гидроксидов натрия, калия или их смесей, согласно изобретению обработку проводят в растворах с общей концентрацией щелочи 400-1600 г/дм³ при температуре 250-500°C.

При концентрации щелочей ниже 400 г/дм³ и температуры ниже 250°C для обеспечения полного удаления стержней требуется увеличение продолжительности обработки.

Увеличению скорости разложения способствуют повышение температуры и концентрации щелочного раствора.

С ростом температуры выше 500°C резко ускоряются процессы растравливания сплава, из которого изготовлены лопатки, хотя продолжительность процесса удаления керамики при этом сокращается в несколько раз. Кроме того, выщелачивание при температурах выше 500°C технически связано с трудностями из-за высоких давлений, возникающих в автоклаве. Верхняя величина концентрации щелочи обусловлена пределом растворения ее и алюминатов на ее основе в воде.

При концентрации щелочей более 1600 г/дм³ наблюдается снижение скорости выщелачивания, что, вероятно, связано с экранированием поверхности корундового стержня нерастворившейся частью щелочи и (или) щелочными алюминатами-продуктами взаимодействия щелочи с корундом. При охлаждении смесей с концентрацией Na_2O более 1600 г/дм³ наблюдается "застывание" обработанных лопаток в закристаллизованном объеме щелочи, что затрудняет их извлечение и требует дополнительно размыва закристаллизовавшейся щелочи. Во всем заявляемом диапазоне концентраций щелочи разрушение поверхностного слоя сплава лопаток было в пределах допустимых значений и не превышало 10 мкм.

Большое влияние на растравливание поверхности лопаток оказывает температура и продолжительность обработки. Оптимальными для повышения качества обработки являются, концентрация щелочного раствора 500-800 г/дм³, продолжительность обработки не более 20 часов при температуре 400°C.

Пример. Обработке подвергали лопатки, полученные методом направленной кристаллизации, основой для формирования внутренней полости которых служили корундовые стержни с содержанием $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 93% и кварца 7%.

Обработку проводили щелочами марки Х4 в стальных автоклавах емкостью 500 и 1000 см³. Автоклавы емкостью 500 см³ были оснащены прижимными крышками, что позволяло вести выщелачивание при температурах до 300°C и давлениях не более 5,0 МПа. Автоклавы на 1000 см³ имели специальный запорный узел с самоуплотняющейся крышкой, что позволяло вести выщелачивание при температурах до 600°C и давлении до 45,0 МПа.

Температуру определяли с помощью термопары, введенной внутрь автоклава. Щелочные растворы для обработки готовили непосредственно в автоклавах, загружая расчетное количество гранулированной щелочи и воды. Продолжительность обработки определяли с момента достижения температуры раствора заданных значений. Продолжительность каждого опыта по выщелачиванию составляла 7 часов, после чего автоклав охлаждали до комнатной температуры, извлекали лопатку и определяли степень удаления стержня. При необходимости цикл обработки лопатки повторяли несколько раз до полного растворения корундового стержня. Суммарная продолжительность обработки не превышала 70 часов. Качество лопатки, а именно растрав поверхностного слоя и наличие остатков неудаленной керамики в труднодоступных местах внутренних полостей, определяли рентгеноспектральным и кристаллооптическим методами после разрезания лопатки.

Результаты испытаний и условие обработки лопаток газотурбинных двигателей растворами щелочей приведены в таблице.

Использование концентраций щелочи известного способа не обеспечивает полного удаления корундового стержня (см. серии 1 и 2 степень удаления стержня в которых составила 12,8 и 83,9% соответственно). Повышение концентрации щелочи с 400 до 1600 г/дм³ обеспечивает резкое увеличение скорости обработки. Для полного удаления керамики необходимо от 1 до 7 циклов по 7 часов каждый, при

этом глубина растрыва поверхности уменьшается до 5-6 мкм.

№ п/п	Условия обработки лопаток				Результаты обработки лопаток		
	Состав щелочи, % вес		Общая концент. щелочи, R ₂ O, г/дм ³	Темпера- тура обра- ботки, °C	Продол- житель- ность обработ- ки, час	Степень удаления стержня	Глубина растрыва поверхно- стного слоя, мкм
	K ₂ O	Na ₂ O					
1	—	100	200	200	70	7,2	8
2	—	100	200	250	70	12,8	11
3	100	—	350	300	70	83,9	16
4	50	50	400	350	49	100	18
5	—	100	400	350	42	100	14
6	100	—	800	350	28	100	11
7	50	50	1200	350	21	100	8
8	100	—	500	400	21	100	9
9	50	50	800	400	14	100	6
10	—	100	1600	400	21	100	10
11	50	50	1200	450	7	100	6
12	—	100	1600	500	14	100	11