

ШТАМПОВЫЕ БЛОКИ ГАЗОВОГО НАГРЕВА ДЛЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Формообразующим инструментом для изотермического деформирования металлов служат специализированные штамповые блоки, представляющие собой камерные нагревательные печи, в рабочем пространстве которых размещены штампы [1]. Штамповые блоки устанавливаются в рабочем пространстве прессов и, кроме штампа, содержат узлы нагрева и теплоизоляции штампов, стенд для регулировки теплового режима работы и, при необходимости, систему охлаждения стола, ползуна и направляющих колонн прессы.

Изотермические штамповые блоки – трудоемкая и дорогостоящая оснастка, затраты на их изготовление, ремонт и эксплуатацию существенно влияют на себестоимость штампуемых поковок. Серийное производство блоков отсутствует, изготовление их собственными силами достаточно трудоемко и связано с использованием ряда дорогостоящих дефицитных материалов.

Уменьшение затрат на штамповые блоки достигается совершенствованием систем нагрева и теплоизоляции печи, а также материалов, из которых изготовлен штамп. В промышленности используют штамповые блоки, в основном, трех видов нагрева деформирующего инструмента. Нагрев осуществляют газовыми горелками, индукторами и элементами сопротивления (ленточными, спиральными или трубчатыми электронагревателями). Для изотермического деформирования аморфных сплавов применяют электроконтактный нагрев [2].

Блоки нагрева электросопротивлением, в сравнении с индукционными, характеризуются меньшим в 1,5...2 раза расходом энергии, меньшей занимаемой площадью, возможностью автономного нагрева отдельных частей штампа, отсутствием системы охлаждения нагревателей. В то же время, недостатками этих блоков являются небольшой срок службы электронагревателей (до 5 тыс. часов работы), сложность их замены, необходимость использования дефицитных материалов для крепления нагревателей.

К преимуществам блоков индукционного нагрева относятся их надежность в работе, удобство ремонтных и наладочных работ, увеличенные габариты штамповых вставок для одного и того же прессы. Однако эти блоки требуют дорогостоящей дополнительной аппаратуры (силовых трансформаторов, преобразователей и т.д.), рассчитаны на большую установочную мощность, и в ряде случаев требуют защитных мер для обслуживающего персонала от воздействия высокочастотных электромагнитных волн. Кроме того, практический опыт их эксплуатации показал, что индукционный нагрев штампов, имеющих рабочие гравюры с тонкими сечениями, нередко сопровождается их местным перегревом, а при диаметре штампов свыше 250 мм вообще малоэффективен.

Недостатками блоков газового нагрева являются их повышенная пожаро- и взрывоопасность. Они в большей мере загрязняют окружающую среду и непригодны для изотермической штамповки при температурах ниже 800 °С. Однако существенным преимуществом блоков является меньшая стоимость энергоносителей. Конструкция блоков газового нагрева проще и технологичней, они быстрее выходят при нагреве на рабочий режим, имеют более высокий КПД.

Указанные преимущества послужили основой для выбора этих блоков в качестве формообразующей оснастки для изотермической штамповки поковок из титановых и никелевых сплавов судового назначения.

Цель статьи – разработка и совершенствование конструкций штампового инструмента для высокотемпературной изотермической штамповки поковок судового назначения.

На рис.1 представлен общий вид штампового блока БИГ-280 с газовым нагревом заготовок. Блок содержит верхнюю и нижнюю штамповые вставки 15, 19, крепящиеся штырями 17 к подвижному 14 и неподвижному 20 штамподержателям, и

опирающиеся торцовыми поверхностями на пакеты подштамповых плит, расположенных внутри штамподержателей. Пакеты состоят из чередующихся металлических 6 и асбоцементных плит, препятствующих отводу тепла от штампа. Штамподержатели крепятся винтами 13 к основаниям 11, 21 блока, которые, в свою очередь, соединены с водоохлаждаемым столом 22 и подвижной траверсой 10 пресса модели ПА 2638 силой 6,3 МН. Штмп снабжен верхней 9 и нижней 1 системами выталкивателей.

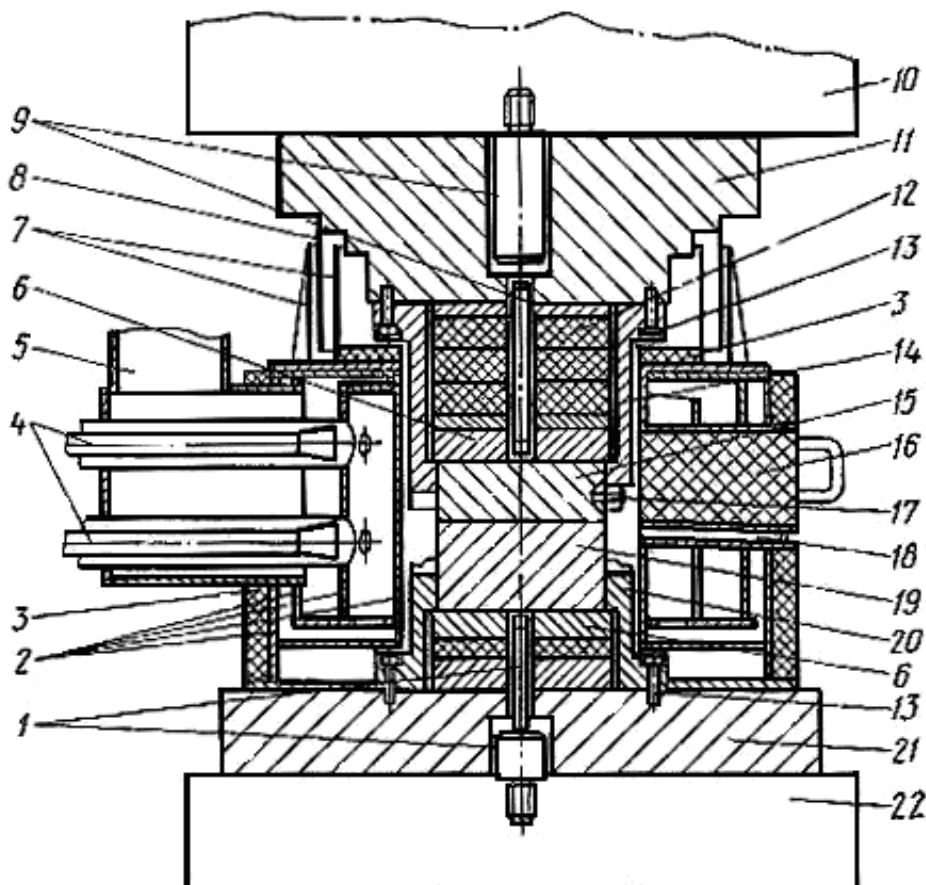


Рис.1. Штампный блок для изотермического деформирования металлов с газовым нагревом заготовок

Нагревательная камера блока включает систему теплозащиты 3, две горелки 4 типа ГНП-3 со специальными решетками для равномерного распределения тепла от факела и систему кожухов 2, обеспечивающую герметичность штампового пространства, его защиту от непосредственного контакта с газовым факелом и отвод продуктов сгорания в бора 5.

Для уменьшения потерь тепла при ходе подвижной траверсы 10 вверх предусмотрен тепловой затвор из неподвижных обечаек 7 и отсекаеля 8, прикрепленного к верхнему основанию 11 блока.

В плоскости разьема штампа выполнено окно для загрузки заготовок и удаления поковок. В рабочем режиме окно закрыто заглушкой 16. Для установки приборов контроля и создания в штамповом пространстве регулируемой атмосферы в блоке имеется специальный канал 18.

Существенным преимуществом блока БИГ-280 перед аналогами является простота конструкции, включающей 160 наименований деталей относительно простой конфигурации, достаточно технологичной для изготовления. Кроме этого, система концентрично расположенных кожухов 2, сообщающихся между собой, а

также размещение горелок 4 в боровых 5 позволяют в значительной степени утилизировать тепло отходящих газов, что снижает удельные энергозатраты при изотермической штамповке.

Промышленная эксплуатация блока с изложенной выше нагревательной системой выявила также ряд недостатков. В частности, одностороннее расположение горелок 4 не обеспечивало равномерное распределение температуры по рабочей поверхности штамповых вставок 1 и являлось причиной ускоренного прогорания внутреннего кожуха, охватывающего штамп по периметру. В конструкции блока отсутствовала система малой механизации процесса штамповки. Наличие дополнительной камеры предварительной подготовки горючей смеси затрудняло транспортные операции по подвозу заготовок и удалению поковок с участка изотермической штамповки.

Указанные недостатки были устранены при создании блока ГИД-280, в котором конструкция штампа 1 идентична чертежам штамповочного узла блока БИГ-280, а нагревательная система представляет собой упрощенный вариант камеры сгорания блока ГИД-3 [3].

В узле нагрева отсутствуют две большие горелки, дающие длинный факелы пламени, от воздействия которых быстро прогорал внутренний кожух 2 камеры сгорания. Внешний кожух 2, помимо листового металлического корпуса, обложен корундомуллитовыми кирпичами (рис.2), в теле которых расположены по две горелки. Конструкция горелок состоит из двух сквозных соосных отверстий 1 и 2 разного диаметра в кирпиче, и нержавеющей трубок 3 с толщиной стенки 1 мм, закрепленных в отверстиях 2 большего диаметра.

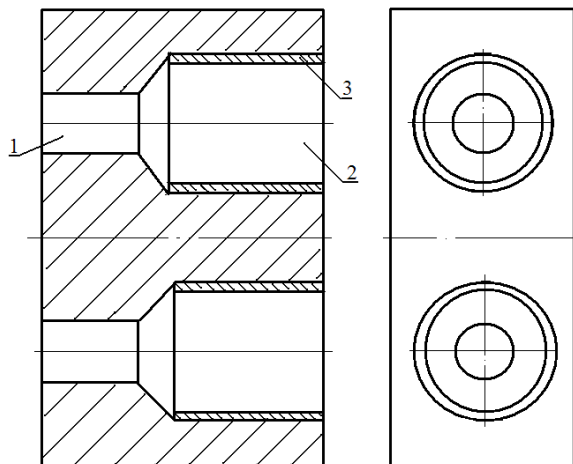


Рис.2. Конструкция корундомуллитовых кирпичей с двумя горелками:

1, 2 – каналы горелок; 3 – нержавеющая трубка.

В узле загрузки-выгрузки заготовок вместо заглушки 16 установлена дверца с механизмом ее подъема, управляемым от педали, соединенной с распределительным пневмоклапаном.

В отличие от БИГ-280, в блоке ГИД-280 пламя образуется короткими факелами на выходе из 192 нержавеющей трубок, вмонтированных в корундомуллитовые кирпичи. Такая конструкция горелок обеспечивает равномерный нагрев штампа 1 и повышает срок службы системы кожухов 2. Компактность блока ГИД-280 и механизация работы загрузочного окна улучшает условия труда для рабочих. Однако трудоемкость изготовления блока ГИД-280 выше, чем БИГ-280, так как он содержит 314 наименований деталей (без метизов).

Основные технические параметры блоков газового нагрева заготовок для изотермической штамповки приведены ниже в таблице.

Таблица

**Технические характеристики штамповых блоков
для изотермической штамповки**

Наименование параметров	Тип блока	
	БИГ-280	ГИД-280
Максимальная рабочая температура, °С	1100	1000
Точность поддержания температуры, °С	±25	±10
Время нагрева до рабочей температуры, час.	8	8
Расход природного газа, м ³ /час.	12...36	6...10
Размеры штамповых вставок, мм	Ø280x150	Ø350x150
Габариты блока, мм	1000x1000x950	100x1000x1070

Длительный опыт эксплуатации блоков на турбинных заводах судостроения и в опытно-промышленном производстве позволил оценить работоспособность и выбрать наиболее удачные типы материалов для изготовления элементов печей и штампов в зависимости от температуры изотермического деформирования поковок.

Штамповые вставки и, по возможности, штамподержатели с размещенными в них металлическими прокладками (при рабочей температуре штамповки 900...1100 °С) следует изготавливать из жаропрочных никелевых сплавов типа ЖС6, ИШВ-2 с большим содержанием вольфрама. Однако более перспективными штамповыми материалами являются сплавы с равноосной кристаллизацией типа ЖС26, ЖС32, материалы на основе интерметаллидов Ni_3Al , Ni_3Ti типа ВКНА-1ЛК, ВКНА-4, ЖС-26-ВНК, ЖС-32-ВНК [2]. При нагреве штамповых блоков до диапазона температур 800...900 °С подойдут никелевые сплавы типа ЭИ 698ВД. Необходимо учитывать, что серийность производства судовых поковок невелика, в связи с чем часто по экономическим соображениям нерационально использовать лучшие по техническим характеристикам, но весьма дорогостоящие материалы.

Материалом для оснований, деталей тепловых затворов, горелок, боровов должна быть нержавеющая сталь типа X18H10T, которую также надо использовать для изготовления винтов, болтов, шайб и других крепежных изделий. Следует отметить, что гайки для этих целей необходимо точить из нержавеющей сталей аустенитно-ферритного класса типа 14X17H2 (ЭИ 268), 20X13H4Г9 (ЭИ 100), имеющих коэффициент термического расширения, отличающийся от аустенитных сталей типа X18H10T, для того, чтобы при эксплуатации инструмента при постоянно высокой температуре не происходило сваривание болтов и гаек. Для этих же целей весь крепеж блоков следует подвергнуть чернению при температуре 800...900 °С в течение 2...3 часов и соединять друг с другом через слой графита или порошка нитрида бора, наносимых на резьбовую поверхность деталей. При изотермической штамповке-калибровке титановых лопаток на турбинном заводе «Заря» сочли возможным все метизы изготовить из стали 45 с чернением поверхности. Из этой же стали вместо дорогостоящей нержавеющей X18H10T были изготовлены и подштамповые плиты. Упрощение конструкции блоков стало возможным с учетом того, что температура штамповки титановых лопаток была не выше 950 °С.

Заготовки из высоколегированных сталей для крепежа, как правило, вырезают из слитков или крупных поковок на станках анодно-механической резки, то есть в виде брусков прямоугольного поперечного сечения. В связи с этим, головки болтов, винтов, а также гайки целесообразно выполнять четырехгранными, что упрощает фрезерные работы.

На анодно-механических станках вырезают также заготовки для штамповых вставок. Исходным материалом для этого являются диски с бочкообразной боковой поверхностью. После резки образуются многоугольные в сечении призматические заготовки и отходы в виде сферо- или эллипсообразных сегментов (боковая поверхность дисков). Удачным решением оказалось использование этих сегментов для защиты кожухов блока БИГ-280 от прямого воздействия факела горящих газов. Сегменты привариваются к кожуху в месте контакта пламени с кожухом и

воспринимают тепловой удар на себя. Замена выгоревших сегментов проста и заключается в приварке к выгоревшим остаткам подходящего по размерам нового сегмента.

Листовые детали камер сгорания и других элементов, работающих в зонах особо высоких температур, следует изготавливать из никелевых сплавов типа ХН60ВТ, ЭИ 602, ЭП 99, ЭИ 868, имеющих достаточно высокие характеристики жаропрочности. Перспективно напыление на эти элементы слоев высокотемпературной металлокерамики [2]. Сварку деталей из никелевых сплавов необходимо вести в среде аргона проволокой диаметром не более 2 мм. При толщине листов свыше 3 мм сварные швы следует накладывать в несколько слоев и только с одной стороны. Эти ограничения позволяют увеличить срок службы сварных соединений блоков.

Никелевые сплавы для штампов с целью улучшения обрабатываемости резанием следует подвергать закалке с температур не ниже 1120 °С. Прочностные характеристики полученной из этих сплавов штамповой оснастки восстанавливаются и зачастую улучшаются при ее старении в интервале температур 700...900 °С перед эксплуатацией. Поскольку основной причиной выхода штампов из строя является их смятие, восстановление гравюры штампов целесообразно осуществлять многократной электроэрозионной обработкой ее поверхности

В качестве теплоизоляционных материалов для газовых блоков следует применять корундомуллит для горелочных панелей, бакор, керамику ОТМ-950 для прокладок в штамподержателях, асбоцементные доски под проставки между основаниями, штамподержателями и подштамповыми плитами прессов, шамотную, диатомитовую крошку, кремнеземовую вату для теплоизоляции кожухов камеры сгорания. Теплоизоляционные материалы должны занимать минимум объема блока с тем, чтобы он по габаритам мог быть установлен в штамповое пространство специализированных гидропрессов.

ВЫВОДЫ

1. Газовый нагрев является оптимальным энергоносителем для нагрева штамповых блоков высокотемпературной изотермической штамповки поковок.

2. Конструкции штамповых блоков должны предусматривать компактные системы нагрева штампов, обеспечивающие равномерность распределения температуры, минимальные ее потери и возможность установки блоков в штамповое пространство прессов.

Перечень ссылок

1. Машиностроение: энциклопедия: в 40т.- М.: Машиностроение, 1996. Раздел Ш: Технология производства машин: Т. Ш-2: Технология заготовительных производств.- 1996.- 736 с.
2. *Карабасов Ю.С.* Новые материалы/ *Ю.С.Карабасов* [и др.]- М. : МИСиС, 2002.- 736 с.
3. *Анищенко А.С.* Состояние и перспективы внедрения изотермического деформирования и деформирования в режиме сверхпластичности / *А.С.Анищенко, М.А.Цепин, Д.И.Чашников* // Судостроительная промышленность, серия «Металлургия и металловедение», 1987.- Вып.4,-С.48-52.

Рецензент: С.С.Самотугин,
доктор технических наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 30.10.2013