



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4834864/02
(22) 16.04.90
(46) 07.05.92. Бюл. № 17
(71) Белорусский политехнический институт
(72) С.Н.Леках, Л.Р.Дудецкая, В.И.Тутов,
Н.И.Бестужев, В.А.Тиманюк, А.И.Покров-
ский, А.Н.Крутилин и В.А.Гринберг
(53) 621.785.79 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 829693, кл. С 21 D 5/02, 1979.
(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

2

(57) Использование: изготовление изделий из чугуна, работающих в условиях повышенного износа и динамических циклических нагрузках. Сущность изобретения: металл заливают в форму и охлаждают в интервале температур эвтектического затвердевания со скоростью 6–10°С/с. Отливку извлекают из формы, нагревают до 950±50°С и штампуют в закрытом штампе со степенью деформации 70–90% поверхности и не более 10% внутренней части изделия. 1 табл.

Изобретение относится к технологии машиностроения, в частности к способам изготовления изделий из чугуна, работающих в условиях повышенного износа и динамических циклических нагрузок, например шестерен, звездочек.

Известны способы изготовления литых шестерен из чугуна с шаровидным графитом с бейнитной основой.

Однако эти способы требуют проведения сложного и длительного режима термообработки – изотермической закалки, легирования исходного расплава дорогими и дефицитными элементами – никелем, молибденом, медью, кроме того, бейнитная структура в литом изделии обеспечивается во всем объеме изделия, что затрудняет проведение механической обработки шестерен; готовое изделие обладает недостаточной динамической прочностью при знакопеременных нагрузках – в бейнитной структуре не блокируется рост зародившейся трещины.

Наиболее близким к предлагаемому является способ изготовления изделий из чу-

гуна, включающий механическую обработку отлитой заготовки и последующую термообработку, причем с целью повышения прочности и износостойкости перед механической обработкой производят нагрев до температуры окончания $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения и горячее гидродинамическое выдавливание в зазор между заготовкой и контейнером. Этот технологический процесс обеспечивает повышенную прочность и износостойкость изделий цилиндропоршневой группы.

Вместе с тем способ достаточно сложно осуществим в практике массового производства. Механическая обработка литой заготовки не позволяет использовать благоприятную структуру матрицы (высокая дисперсность фазовых составляющих) в рабочих поверхностях изделия.

Цель изобретения – повышение износостойкости рабочей поверхности и ударной вязкости во внутренних объемах изделия.

Поставленная цель достигается тем, что при изготовлении литой заготовки обеспе-

чивают охлаждение в интервале эвтектического затвердевания со скоростью $6-10^{\circ}\text{C}/\text{с}$, нагрев заготовки ведут до $950 \pm 50^{\circ}\text{C}$ и осуществляют точную штамповку в закрытом штампе с дифференцированной по сечению изделия степенью деформации – более 70% для рабочей поверхности и не более 10% для внутренней части изделия.

Скорость охлаждения наружных слоев заготовки в пределах $6-10^{\circ}\text{C}/\text{с}$ обеспечивает оптимальную структуру сплава. Она может быть достигнута различными технологическими приемами, например, использованием технологии непрерывного литья. Более низкие скорости охлаждения не обеспечивают достаточно высокую дисперсность графитных включений и металлических фаз, а также эвтектического зерна. Более высокие скорости охлаждения могут привести к образованию ледебурита с крупными включениями карбидов, что снижает деформируемость сплава, ухудшает чистоту поверхности изделия, что вызывает необходимость установления больших припусков на механическую обработку и, таким образом, не позволяет использовать благоприятную структуру литейной корочки в качестве рабочей поверхности готового изделия.

Интервал нагрева заготовки выбран исходя из необходимости достижения максимальной деформируемости чугуна с шаровидным графитом и формообразования при пластической деформации. Превышение верхнего предела нагрева заготовки приводит к чрезмерной окисленности поверхности, росту и сплавлению границ эвтектического зерна, что безусловно снижает износостойкость рабочей поверхности готового изделия, требует повышенных припусков на механическую обработку.

Градиент степени деформации (не менее 70% в рабочей части и не более 10% в остальной) приводит к образованию в различных частях изделия структур с различной степенью текстуирования.

Степень деформации до 10% в объеме изделия позволяет сохранить форму графита в виде сфероидов правильной формы, в то же время создает определенное количество несовершенств структуры чугуна (точечные и линейные дефекты), что ускоряет процесс распада цементита перлита и структурно-свободного цементита и обеспечивает получение ферритной основы сплава в объеме изделия, это является оптимальным с точки зрения эксплуатационной стойкости шестерен.

Степень деформации в пределах 70–90% рабочих поверхностей изделия обеспе-

чивает высокое текстуирование графитных включений – они принимают форму волокон, расположенных в перпендикулярном направлении к силе деформации. Расположение волокон графита вдоль плоскостей трения резко снижает износ материала вследствие эффекта смазки трущихся пар графитом (увеличивается удельная поверхность контакта графитных включений в трущейся паре). Пластическая деформация с такой степенью приводит к "залечиванию" литейных дефектов – усадочной пористости, микрораковин, повышает плотность металла. Особенно это важно в объемах рабочей части зуба шестерен у его основания, где наблюдается зарождение усталостной трещины. Деформация со степенью ниже нижнего предела (меньше 70%) не обеспечивает достаточного измельчения фазовых составляющих материала на рабочих поверхностях и получение деформированного графита. Превышение верхнего предела (более 90%) приводит к появлению макротрещин на поверхности шестерен, что снижает ее эксплуатационный ресурс.

Пример. Исходный чугун, выплавленный в 60 кг индукционной печи, имеет следующий химический состав, %: углерод 3,6; кремний 1,8; марганец 0,4; хром до 0,1; сера до 0,02. Модифицирование осуществляли в ковше железокремниймагниевого лигатурой ФСМг7 с содержанием магния 7,2% (ТУ 14–5–134–86) в количествах 2% от веса жидкого. Вторичное модифицирование проводили ферросилицием ФС75 в количестве 0,5%. Заливку металла осуществляли методом вертикального непрерывного литья в водоохлаждаемый медный кристаллизатор диаметром 30 мм. Скорость охлаждения поверхностных слоев в интервале эвтектического затвердевания фиксировали платино-платинородиевой термпарой по кривым охлаждения на реальном слитке. Отливки резали на заготовки соответствующих размеров по высоте. Перед штамповкой заготовки нагревались в индукторе до $900-1000^{\circ}\text{C}$ током высокой частоты. Пластическое формообразование проводили в специальном штампе, подогретом до температуры 400°C . Степень деформации в соответствии с принятой схемой составляла в рабочей части изделия 70–90%, в остальной части 5–10%. Образцы на ударную вязкость вырезались из внутренних объемов шестерни.

Износостойкость определялась по изменению геометрических размеров рабочей поверхности шестерен при наработке их 24 ч.

Изготовление изделий из чугуна по прототипу осуществлялось по описанию к изобретению.

Сравнительные результаты приведены в таблице. Шестерни, полученные предлагаемым способом характеризуются значительно более высокой износостойкостью и повышенной ударной вязкостью материала внутренних объемов шестерни, что достигается выбранными параметрами изготовления литой заготовки пластическим формообразованием с дифференцированной степенью деформации в различных объемах изделия.

Формула изобретения

Способ изготовления изделий из высокопрочного чугуна, включающий заливку

металла в форму, охлаждение, извлечение отливки из формы, нагрев до заданной температуры и штамповку в закрытом штампе, отличающийся тем, что, с целью повышения износостойкости поверхности и ударной вязкости внутренней части изделия, охлаждение в интервале температур эвтектического затвердевания ведут со скоростью 6–10 град/с, нагрев осуществляют до $(950 \pm 50)^\circ\text{C}$, а штамповку проводят со степенью деформации 70–90% поверхности и не более 10% внутренней части изделия.

15

Образец	Способ	Скорость охлаждения наружных слоев, °C/с	Температура нагрева заготовки, °C	Степень деформации, %		Износ рабочей поверхности, мм	Ударная вязкость, КДж/мм ²
				рабочей поверхности	объема изделия		
1	Известный	–	850	71	71	0,026	530
2	Предлагаемый Отработка процесса кристаллизации отливок (скорости охлаждения)	4	950	80	10	0,020	695
		6	950	80	10	0,012	765
		8	950	80	10	0,003	940
		10	950	80	10	0,002	955
		12	950	80	10	0,019	750
5	Отработка оптимальных температур под деформацию	8	800	80	10	0,014	545
		8	900	80	10	0,008	880
		8	950	80	10	0,003	940
		8	1000	80	10	0,003	930
		8	1020	80	10	0,009	650
8	Отработка параметров пластической деформации	8	950	50	5	0,023	495
		8	950	70	10	0,015	860
		8	950	80	10	0,003	940
		8	950	90	10	0,003	955
		8	950	95	15	0,019	693

Составитель Т. Бердышевская

Редактор Н. Лазаренко

Техред М. Моргентал

Корректор Т. Палий

Заказ 1558

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101