

Упрочнение втулок гидронасосов из алюминиевых сплавов

Э. А. АВАК, Н. В. СЛОНОВСКИЙ,
А. Д. МАРТЫНЕНКО, инженеры
Т. С. СКОБЛО, доктор технических наук
А. И. СИДАШЕНКО, кандидат технических наук
Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства

В условиях ремонтного производства необходимые запчасти нередко приходится изготавливать путем переplava лома или вытачивать из имеющихся заготовок, металл которых существенно отличается по химическому составу и свойствам от металла заводских деталей. В этих случаях целесообразно применять их термообработку.

Лазерное поверхностное упрочнение деталей используется широко. Однако воздействие лазерного излучения на структуру и свойства деталей из алюминиевых сплавов, например втулок гидронасосов, изучено недостаточно. Главная причина ограничения срока службы таких деталей — наличие в структуре грубых скелетообразных интерметаллидных фаз, например Al_7Cu_2Fe . Для увеличения долговечности таких деталей необходимо изменить морфологию эвтектического строения с образованием мелкодисперсных интерметаллидных фаз, связывающих медь, как основной легирующий элемент, в сложные соединения. Такой эффект наблюдается при высоких скоростях охлаждения упрочняемой зоны.

Интенсивный нагрев металла лазерным лучом и быстрое охлаждение не приводят к образованию пор и трещин в поверхностном слое, так как процесс протекает в узком температурном интервале, сплошным фронтом от периферийной зоны к внутренним. В этом случае между первичными кристаллами формируется слой мелкозернистой эвтектики, что препятствует созданию сплошных усадочных каналов между зернами твердого раствора.

Повысить прочность, твердость и износостойкость втулок гидронасосов можно и обычными способами термообработки — объемной и поверхностной.

Но они трудоемки, требуют больших припусков на последующую механическую обработку.

При лазерном упрочнении эти недостатки частично устраняются, что позволяет считать его применение перспективным для повышения срока службы этих деталей. В связи с этим необходим выбор режима лазерной термообработки, который обеспечил бы высокие эксплуатационные их характеристики.

При проведении исследований анализировали микроструктуру и свойства упрочненного слоя, а также определяли температурное поле от воздействия лазерного луча.

Химический состав алюминиевого сплава АМ07: 2,2...3,8% - Sn; 5...9,5 - C; 0,5...1,8 - Si; 0,3...1,2 - Mn; до 0,5 - Fe; до 0,2 - Zn; до 0,35% - Mg. Режимные параметры приведены в табл. 1.

Таблица 1

Режим	Мощность (Q), кВт	Частота вращения (n), мин	Диаметр пятна (D), мм
1	0,5	13	4
2	0,7	25	4
3	0,9	28	4

Минимальную глубину закаленного слоя определяли с помощью модели, где в качестве втулки использовали полый цилиндр. Его внутреннюю поверхность нагревали неподвижным лазерным лучом, при этом вращали и перемещали вдоль оси. Для решения задачи о распределении температуры в цилиндре использовали уравнение теплопроводности в движущейся среде в цилиндрической системе координат:

$$Vd/dzT(r, \theta, z) + \omega d/d\theta T(r, \theta, z) - \chi \nabla^2 T(r, \theta, z) = 0$$

Краевые условия:

$$T(r_1, \theta, z) = 0; \theta, z \in \Omega$$

$$d/dr T(r, \theta, z)/r = r_1 = -\frac{1}{\lambda} q(\theta, z);$$

$$\theta, z \in \Omega$$

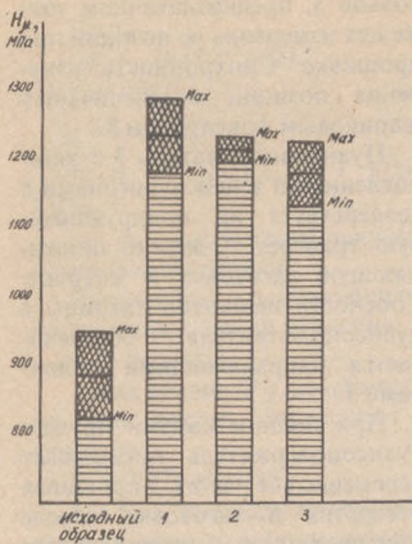
$$T(r_2, \theta, z) = 0,$$

где $T(r, \theta, z)$ - температура в точке с координатами r, θ, z (ось z направлена вдоль оси цилиндра, значения $\theta = 0, z = 0$) соответствуют центру области Ω , являющейся пересечением лазерного пучка с внутренней поверхностью втулки); V, ω - поступательная скорость движения вдоль оси и частота вращения детали; $q(\theta, z)$ - плотность теплового потока, переносимого лазерным пучком через внутреннюю поверхность втулки; χ, λ - коэффициенты температуропроводности и теплопроводности; Ω - участок внутренней поверхности втулки, на которую падает лазерный пучок; r_1, r_2 - внутренний и внешний радиусы цилиндра; ∇ - оператор Гамильтона, $i = -1$.

Найденные расчетные значения глубины закалки - 0,7 мм и частоты вращения - 27,5 мин⁻¹, при которой начинается поверхностное упрочнение детали, близки к показателям полученным экспериментально с использованием аналогичных параметров обработки.

Однако в условиях ремонтного производства втулки изготавливают из сплавов, отличающихся по химическому составу от АМ07, поэтому оптимальная частота вращения детали может изменяться. Исходя из условий работы установки, проанализировали изменение свойств, достигаемых при частоте вращения от 13 до 28 мин⁻¹, что обеспечивало мощность от 0,5 до 0,9 кВт. При изменении мощности в указанном диапазоне выявлено падение среднего уровня твердости на 5% (разброс значений твердости минимален при использовании второго режима термообработки с достигаемой мощностью 0,7 кВт), то есть такая термообработка обеспечивает максимальную однородность твердости (на 70%

Нагрузка, г	Микротвердость (H_n) при обработке на режимах			
	1	2	3	Исходный образец
10	1285	1187	1128	819
5	1176	1234	1221	950
Среднее значение	1230,5	1210,5	1174,5	884,5
Среднее значение разброса	18,0	21,0	20,0	23,0
Разброс значений микротвердости, H_n %	109/9,3	47/3,8	93/7,6	131/13,8



Зависимость микротвердости от режима обработки при $D=4$ мм: 1 - пучком мощностью 0,5 кВт при частоте вращения 13 мин⁻¹; 2 - пучком мощностью 0,7 кВт при частоте вращения 25 мин⁻¹; 3 - пучком мощностью 0,9 кВт при частоте вращения 28 мин⁻¹.

большую по сравнению с исходным сплавом) и, следовательно, повышает износостойкость втулок:

Оптимальная величина перекрытия составила 0,5 мм при диаметре лазерного луча $D = 4$

мм. При этом обеспечивается наибольшая однородность упрочненного слоя, глубина которого изменяется не более чем на 16...40% для сплавов, применяемых в ремонтном производстве.

Влияние параметров обработки оценивали по микротвердости упрочненной поверхности с учетом частоты вращения детали. Микротвердость определяли прибором ПМТ-3 при нагрузке массой 5 и 10 г. Разброс значений микротвердости составил 3,8...9,3% на упрочненных образцах и 13,8% на исходных, что связано с формированием более однородной структуры при лазерной термической обработке. Учитывая, что структура исследуемого сплава не однородна и по-разному реагирует на нагрузки в 5 и 10 г, целесообразно оценивать микротвердость по

усредненным значениям (см. табл. 2; рис.).

Лазерное термоупрочнение деталей из алюминиевых сплавов типа АМ07 при частоте вращения 13...28 мин⁻¹ повышает микротвердость в 1,27-1,46 раза. Максимальное упрочнение чистого алюминиевого сплава достигается лишь при температуре обработки, близкой к температуре плавления. Как показали исследования, термообработка деталей из сплава АМ07 в более широком диапазоне температур также обеспечивает стабильное упрочнение, начиная с $Q = 0,5$ кВт.

Лазерное упрочнение деталей из алюминиевых сплавов не только существенно повышает твердость, но и снижает разброс ее значений, что способствует более равномерному эксплуатационному их изнашиванию.

УДК 621.9.029.637.513.45

Изготовление противорезающих решеток для измельчителей мяса

П. А. АНДРЕЕВ, Г. И. МЕДНИКОВ, Ф. Я. РУДИК

Решетки к волчковым устройствам для измельчения мяса — технологически сложные изделия. Размеры их определяются типом машин, а конструкция — видом получаемого продукта. Качество резания мяса зависит от состояния кромки отверстий и диаметра. Технология их изготовления заключалась в высверливании каждого через кондуктор, что крайне непроизводительно и дорого. Конструктивное расположение отверстий таково, что использование других способов не представлялось возможным.

С целью применения метода прошивки была произведена систематизация их расположения, что позволило вписать от-

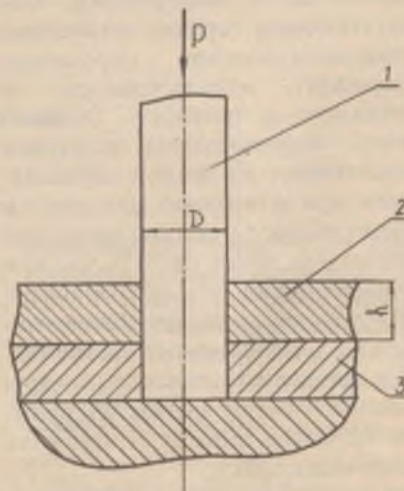


Рис. 1. Схема прошивки отверстий: 1 — пуансон; 2 — заготовка решетки; 3 — матрица штампа

верстия в концентричные ряды, образующие правильные многогранники. Такое конструктивное изменение решетки позволило поэтапно, в зависимости от числа граней многогранника, прошивать отверстия. В частности, если они вписались в шестигранник, то прошивка осуществляется за шесть ходов пуансона.

Основными элементами, формирующими отверстия в решетках, являются прошивочные пуансоны. Схема действия показана на рис. 1. Усилие (P), действующее на пуансон, определяется по формуле

$$P = Lht,$$

где L — длина линии раздела пуансона с заготовкой решетки ($L = \pi D$); h — толщина заготовки;