

УДК 621.824.32.004.67:621.4

В.Я. Коршунов, Д.А. Новиков

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

Представлены результаты оценки энергетической эффективности различных технологических способов восстановления шеек коленчатых валов при ремонте двигателей.

Ключевые слова: энергия, эффективность, удельная работа, КПД, шлифование, производительность.

При восстановлении изношенных в процессе эксплуатации шеек коленчатых валов двигателей используются различные технологические способы: ручная электродуговая наплавка, вибродуговая наплавка, наплавка в среде CO_2 и под слоем флюса, а также шлифование шеек коленчатых валов в ремонтный размер [1; 2].

Следует отметить, что применяемые в настоящее время технологические процессы восстановления изношенных шеек коленчатых валов являются довольно энергоёмкими. Поэтому анализ энергетической эффективности данных процессов и поиск путей её повышения является важной государственной задачей [3; 4].

Оценить энергетическую эффективность технологических процессов восстановления можно двумя критериями: удельной работой $\omega_{\text{п}}$ и коэффициентом полезного действия $\eta_{\text{п}}$.

Удельная работа $\omega_{\text{п}}$ рассчитывается по формуле

$$\omega_{\text{п}} = \frac{\dot{W}_{\text{п}}}{\dot{V}_{\text{п}}} \text{ Дж/мм}^3,$$

где $\dot{W}_{\text{п}}$ – мощность процесса восстановления, Вт; $\dot{V}_{\text{п}}$ – производительность, $\text{мм}^3/\text{с}$.

Мощность процесса восстановления определяется как произведение силы тока I (А) и напряжения U (В), т. е.

$$\dot{W}_{\text{п}} = IU Bm$$

Производительность процесса восстановления изношенных поверхностей определяется соотношением

$$\dot{V}_{\text{п}} = \pi R_{\text{сп}}^2 \dot{v}_{\text{сп}} \text{ мм}^3/\text{с},$$

где $R_{\text{сп}}$ – радиус проволоки, мм; $\dot{v}_{\text{сп}}$ – скорость подачи проволоки, мм/с.

В последние годы для оценки энергетической эффективности процессов восстановления используется термодинамический критерий – коэффициент полезного действия $\eta_{\text{п}}$ [5], который представляет собой отношение плотности внутренней энергии ΔU_i , накопленной в рассматриваемом (сошлифованном) объёме материала, к удельной работе $\omega_{\text{п}}$:

$$\eta_{\text{п}} = \frac{\Delta U_i}{\omega_{\text{п}}} 100\%,$$

$$\eta_{\text{п}} = \frac{\Delta U_i \cdot \dot{V}_{\text{п}}}{\dot{W}_{\text{п}}} = \frac{\dot{U}_{\text{п}}}{\dot{W}_{\text{п}}} 100\%.$$

Величина накопленной внутренней энергии ΔU_i определяется по термодинамическому критерию разрушения твердых тел U_* , равному энтальпии плавления материалов H_s , т. е. $U_* = H_s$ [6]:

$$\Delta U_* = U_* - U_{\text{ео}} - U_{\text{то}} \text{ Дж/мм}^3;$$

где $U_{\text{до}}$ – величина упругой энергии дефектов, накопленной материалом в процессе изготовления проволоки-электрода или детали при шлифовании, Дж/мм³; $U_{\text{те}}$ – накопленный уровень тепловой составляющей внутренней энергии, Дж/мм³.

Анализ критериев энергетической эффективности процессов восстановления деталей показал, что КПД является более универсальным критерием по сравнению с удельной работой, так как КПД не только учитывает общую энергию, подводимую к паре «деталь-инструмент», но и показывает, насколько эффективно она расходуется.

Режимы для процессов восстановления деталей выбирались из литературных источников [7], после чего заносились вместе с рассчитанными экспериментальными критериями эффективности в таблицу.

Таблица

Режимы процессов восстановления деталей и рассчитанные энергетические критерии эффективности

Процесс восстановления	I, А	U, В	$\dot{U}_{\text{пр}}$, мм/с	$\dot{V}_{\text{пр}}$, мм ³ /с	$\dot{W}_{\text{пр}}$, Вт	$\omega_{\text{пр}}$, Дж/мм ³	$\Delta U_{\text{пр}}$, Дж/мм ³	$\dot{U}_{\text{пр}}$, Дж/с	$\eta_{\text{пр}}$, %
Ручная электродуговая наплавка	80	20	16,6	32,9	1600	48,6	5,0	164,5	9,2
Вибродуговая наплавка	140	15	22,7	45,6	2110	46,2	5,0	228	10,8
Наплавка в среде CO ₂	170	20	41,6	83,5	3400	40,7	5,0	417,5	12,2
Наплавка под слоем флюса	160	28	33,5	67,4	4400	65,3	5,0	337,4	7,8
Черновое шлифование	–	–	–	28,0	2362	84,3	2,7	78,4	3,2
Чистовое шлифование	–	–	–	15,0	1350	90	2,7	40,5	3,0

На основе анализа данных, представленных в таблице, можно сделать следующие выводы.

Из рассмотренных способов электродуговой наплавки изношенных поверхностей наибольшее значение КПД $\eta_{\text{пр}}=12,2\%$ и соответственно наименьшую величину удельной работы $\omega_{\text{пр}}=40,7$ Дж/мм³ показал процесс наплавки деталей в среде углекислого газа CO₂, а наименьшие $\eta_{\text{пр}}=7,8\%$ и $\omega_{\text{пр}}=65$ Дж/мм³ – процесс наплавки под слоем флюса.

КПД процесса шлифования шеек коленчатых валов в ремонтный размер на основе использования производственных технологических условий составил при черновой обработке $\eta_{\text{пр}}=3,2\%$, при чистовой – $\eta_{\text{пр}}=3,0\%$; удельная работа – соответственно $\omega_{\text{пр}}=84,3$ Дж/мм³ и $\omega_{\text{пр}}=90$ Дж/мм³. Это примерно в 3 раза меньше КПД и в 2 раза больше удельной работы электродуговых способов восстановления деталей.

Представленные в данной статье результаты показали, что разработка энергосберегающих технологий при шлифовании шеек коленчатых валов в ремонтный размер является в настоящее время весьма актуальной задачей для ремонтного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иминов, М.У. Разработка технологического процесса и оборудования для восстановления коленчатых валов двигателей КамАЗ-740/ М.У. Иминов // Совершенствование технологии обслуживания и ремонта автомобилей. – Алма-Ата, 1990. - С.44-49.

2. Русаков, В.А. Бездеформационная наплавка чугуновых коленчатых валов/ В.А.Русаков, Б.Ф. Тугушев, В.А. Наливкин // Современные методы наплавки, упрочняющие защитные покрытия и используемые материалы: тез. докл. 4-й Укр. респ. науч.- техн. конф. (20-22 нояб. 1990 г.). - Харьков, 1990. - С. 79-81.
3. Постановление Правительства РФ №588 от 15 июня 1998 г. «О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России».
4. Постановление Правительства РФ №1225 от 31.12.09 «О программах в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».
5. Коршунов, В.Я. Оптимизация технологических условий абразивной обработки по КПД / В.Я Коршунов // Станки и инструмент. – 1990. – №5. – С. 17 – 20.
6. Коршунов, В.Я. Разработка термодинамического метода повышения эффективности и качества шлифования деталей машин/В.Я. Коршунов// Наука о резании материалов в современных условиях: Междунар. юбил. науч.-техн. конф.– Тула: ТулГУ, 2005.– С.23-27.
7. Пучин, Е.А. Технология ремонта машин/ Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]. – М.: КолосС, 2007.– 488 с.

Материал поступил в редколлегию 9.01.15.