

граммы подшипников B и C более вытянуты по горизонтальной оси X , поэтому для улучшения равномерности нагруженности этих подшипников следует провести добавочную оптимизацию параметров уравнивания (массы маховика и противовесов).

Разработанная методика позволяет без добавочных экспериментальных работ уменьшить нагруженность звеньев и подшипников механизма, тем самым увеличивая надежность и долговечность работы стенда для испытаний, сокращая материальные издержки на обслуживание и ремонт оборудования.

Литература

1. Гарах, В. А. Динамический анализ движения рычажного механизма стенда для испытания гусениц / В. А. Гарах, Э. И. Астахов // Теорет. и прикладная механика. – 2007. – Вып. 22. – С. 241–246.
2. Гарах, В. А. Динамический анализ нагруженности подшипников рычажного механизма стенда для испытания гусениц / В. А. Гарах, Э. И. Астахов // Машиностроение : респ. межведомств. сб. науч. тр. – 2007. – Вып. 23. – С. 307–311.
3. Гарах, В. А. Математическое моделирование и анализ динамической нагруженности рычажного механизма стенда для испытания гусениц / В. А. Гарах / Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях : материалы X Респ. науч. конф. студентов и аспирантов, 12–14 марта 2007 г. / редкол.: Д. Г. Лин [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – С. 9–10.
4. Теория механизмов и машин : учеб. для вузов / К. В. Фролов [и др.] ; под ред. К. В. Фролова. – Москва : Высш. шк., 1987. – 496 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Е. Ф. Скробот

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Научный руководитель И. Л. Баршай

Исследовали влияние параметров режима иглофрезерования: скорости резания (v), подачи (S) и натяга (i) в системе «обрабатываемая поверхность – рабочая поверхность иглофрезы» на изменение коррозионной стойкости. Обрабатываемые материалы – конструкционные стали: 12ХНЗА (ГОСТ 4345–71) и 45 (ГОСТ 1050–88). Обработку плоских поверхностей образцов иглофрезерованием выполняли на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Использовали иглофрезу диаметром $D = 125$ мм, шириной $B = 20$ мм и плотностью набивки проволочных элементов 70 %. Диаметр единичного проволочного элемента $d = 0,3$ мм, вылет $l = 20$ мм.

Для моделирования влияния параметров режима иглофрезерования на изменение коррозионной стойкости использовали математическое планирование эксперимента [1]. При планировании исследований применяли метод ЛПт-последовательностей. В этом случае точки реализации экспериментов располагаются в многомерном пространстве таким образом, чтобы их проекции на оси X_1 – X_2 , X_2 – X_3 , ..., X_i – X_j располагались на равном расстоянии друг от друга. Координаты точек рассчитывали из условия $X_{\min} = 0$ и $X_{\max} = 1$. Результаты ранее выполненных исследований [2] позволили выбрать следующие значения параметров режима иглофрезерования, принятые за $X_{\max} = 1$ в данном эксперименте: $v = 338$ м/мин, подачу $S = 660$ мм/мин и натяг $i = 0,45$ мм. Матрица планирования эксперимента представ-

лена в табл. 1. Реализованные сочетания параметров режима иглофрезерования в соответствии с матрицей планирования приведены в табл. 2.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

Фактор	Точки исследований						
	1	2	3	4	5	6	7
X_1	0,500	0,250	0,750	0,875	0,375	0,625	0,125
X_2	0,500	0,750	0,250	0,625	0,125	0,375	0,875
X_3	0,500	0,250	0,750	0,125	0,625	0,375	0,875

Таблица 2

Условия проведения опытов

Номер опыта	X_1 – скорость резания v , м/мин	X_2 – подача S , мм/мин	X_3 – натяг i , мм
1	169	330	0,22
2	84	530	0,11
3	253	170	0,34
4	295	400	0,06
5	127	85	0,28
6	211	270	0,17
7	42	690	0,39

Изучение коррозионной стойкости исследуемых образцов проводили весовым методом путем полного погружения образцов (не менее 3) в коррозионную среду (3%-й раствор хлорида натрия) в течение 24 ч при температуре 18 ± 1 °С. Продолжительность испытаний составляла 24–48 ч. После коррозионных испытаний образцы промывали, погружали в спирт на 1–2 мин, высушивали на воздухе и взвешивали с точностью $\pm 10^{-4}$ г на аналитических лабораторных весах мод. ВЛР-200 г. Весовой показатель коррозии K_m (г/м² ч) определяли по формуле

$$K_m = (m_0 - m_1) / S \cdot \tau,$$

где m_0 – первоначальная масса образца, г; m_1 – масса образца после удаления продуктов коррозии, г; S – площадь поверхности образца, м²; τ – время испытаний, ч.

На основании данных весового метода определяли глубину проникновения коррозионного разрушения в течение определенного времени.

Глубинный показатель Π (мм/год) рассчитывали по формуле

$$\Pi = \frac{K_m}{\rho} \cdot 8,76,$$

где ρ – плотность корродирующего металла, г/см³; 8,76 – коэффициент, учитывающий перевод единиц измерения.

Весовой показатель коррозии K_m до обработки у образцов из стали 45 был равен $0,575 \text{ г/м}^2 \text{ ч}$, стали 12ХН3А – $0,622 \text{ г/м}^2 \text{ ч}$. Установлено, что параметры режима иглофрезерования образцов из легированной стали 12ХН3А и стали 45 существенно влияют на коррозионную стойкость материалов: максимальное различие в весовых показателях коррозии для легированной стали 12ХН3А составляет 7 раз; для стали 45–9 раз. Максимальная коррозионная стойкость стали 45 достигнута в 3-м опыте ($v = 253 \text{ м/мин}$; $S = 170 \text{ мм/мин}$; $i = 0,34 \text{ мм}$) а минимальная – в 5 ($v = 127 \text{ м/мин}$; $S = 85 \text{ мм/мин}$; $i = 0,28 \text{ мм}$) (см. табл. 2). Максимальная коррозионная стойкость стали 12ХН3А была достигнута в 1-м опыте ($v = 169 \text{ м/мин}$; $S = 330 \text{ мм/мин}$; $i = 0,22 \text{ мм}$), а минимальная – в 6 ($v = 211 \text{ м/мин}$; $S = 270 \text{ мм/мин}$; $i = 0,17 \text{ мм}$) (табл. 2).

Используя глубинные показатели коррозии и десятибалльную шкалу коррозионной стойкости (ГОСТ 13819–68) металлических материалов, необходимо отметить следующее. Легированная сталь 12ХН3А и углеродистая 45 после обработки при сочетании параметров режима иглофрезерования 4–7 (табл. 2) относятся к малостойким материалам с глубинным показателем коррозии более $1,5 \text{ мм/год}$ (8 баллов стойкости). После иглофрезерования образцов из указанных материалов при сочетаниях параметров режима обработки, соответствующих опытам 2 и 3 (табл. 2) скорость коррозии в интервале $0,3–0,4 \text{ мм/год}$, что соответствует пониженостойкой группе с баллом стойкости 7.

На основе результатов реализации математического планирования эксперимента были разработаны модели в виде уравнений множественной регрессии (1) и (2) для описания изменения весового показателя коррозии в зависимости от параметров режима их обработки:

сталь 45:

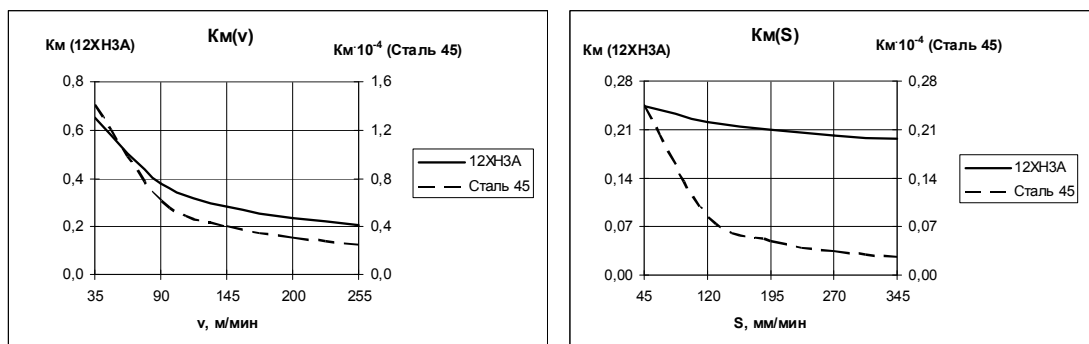
$$K_m = 0,444 \cdot v^{-0,879} \cdot S^{-1,103} \cdot i^{-1,37}, \quad (1)$$

сталь 12ХН3А:

$$K_m = 5,36 \cdot v^{-0,583} \cdot S^{-0,107} \cdot i^{-0,503}. \quad (2)$$

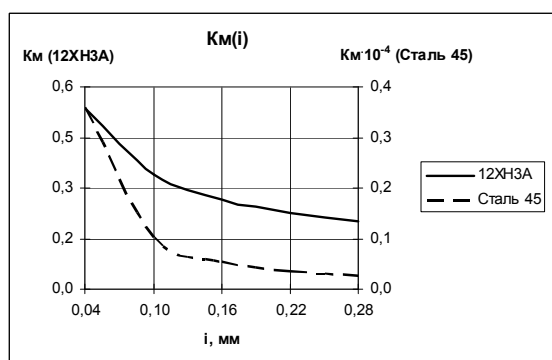
Одномерные сечения функции отклика представлены на рис. 1. Анализ разработанных моделей свидетельствует о том, что рост всех параметров режима иглофрезерования способствует повышению коррозионной стойкости образцов из исследованных сталей. Установлено, что наибольшее уменьшение весового показателя коррозии наблюдается при увеличении скорости резания до 85 м/мин , продольной минутной подачи до 190 мм/мин и росте натяга до $0,12 \text{ мм}$. Представленные результаты повышения коррозионной стойкости после иглофрезерования объясняются следующим. При обработке происходит снижение шероховатости поверхности [3] и формируется наклеп [4]. Рост коррозионной стойкости после иглофрезерования объясняется также и тем, что на гладкой поверхности формируется более плотная и однородная пленка оксидов, защищающая металл от коррозии. В процессе иглофрезерования происходит сглаживание неровностей исходной поверхности, устраняются риски, царапины, микротрещины, где концентрируются и откуда начинают разрушающее действия вещества, вызывающие коррозию. При образовании пленок на поверхности имеет значение соответствие кристаллографической структуры металла и пленки. Скорость коррозии максимальна на дефектах структуры, переходных областях и границах путей проникновения коррозионных сред внутрь металла. Образование наклепа до определенного предела на поверхности стали способствует завальцо-

выванию поверхностных микротрещин. В этих условиях наклепанный поверхностный слой может обладать достаточно высокой коррозионной стойкостью. Таким образом, обработка иглофрезерованием способствует формированию качества поверхности, обуславливающего повышение коррозионной стойкости.



а)

б)



в)

Рис. 1. Влияние параметров режима иглофрезерования на изменение коррозионной стойкости образцов сталей 12ХН3А и 45: а – скорости v ; б – подачи S ; в – натяга i

Литература

1. Баршай, И. Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при обработке в условиях дискретного контакта с инструментом / И. Л. Баршай. – Минск : УП «Технопринт», 2003. – 246 с.
2. Ящерицын, П. И. Планирование эксперимента в машиностроении / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский. – Минск : Высш. шк., 1985. – 286 с.
3. Баршай, И. Л. Формирование шероховатости поверхности при иглофрезеровании / И. Л. Баршай, С. П. Гончаров // Машиностроение : сб. науч. тр. – Вып. 22. – Минск : БНТУ, 2007. – С. 356–358.
4. Влияние режимов иглофрезерования на степень поверхностного упрочнения стальных изделий / А. В. Алифанов [и др.] // Материалы, технологии и оборудование в производстве и эксплуатации, ремонте и модернизации машин : сб. докл. – Полоцк : ПГУ, 2007. – Т. 2. – 165 с.