

Гурей І.В., Гурей Т.А.*(ТДТУ імені Івана Пулюя, Галицький коледж, м. Тернопіль, Україна)*

Довговічність ланцюгів конвеєрів має суттєве значення для машинобудування і лімітується в основному зношуванням деталей шарніру. Низька довговічність приводить до великих затрат на їх виготовлення і до простоїв конвеєрів, пов'язаних з ремонтом. Об'ємне гартування підвищує зносостійкість деталей шарнірів у 2-3 рази, а цементация та нітроцементация при дослідженні пари тертя в абразивному, мастильно-абразивному середовищах, та при терті без мащення підвищує довговічність ланцюгів до 5-8 разів [1, 2, 3]. Не дивлячись на значне підвищення довговічності деталей шарнірів ланцюгів, цементация та нітроцементация не знайшли широкого застосування для підвищення довговічності конвеєрних ланцюгів. Ці методи трудомісткі, довготривалі та дороговартісні і вимагають спеціального, громіздкого обладнання. Вони з успіхом використовуються для дрібносерійного виробництва. Тому підвищення зносостійкості шарнірів є важливою і актуальною народногосподарською задачею.

Метою роботи було розроблення методу зміцнення деталей шарнірів ланцюгів, який би ефективно підвищив довговічність ланцюгів у експлуатації. Для вирішення цієї задачі було запропоновано метод поверхневого зміцнення деталей, а саме фрикційно-зміцнюючу обробку пальців ланцюгів.

Фрикційно-зміцнююча обробка (ФЗ) відноситься до методів поверхневого зміцнення з використанням висококонцентрованих джерел енергії. Концентрований потік теплової енергії створюється в зоні контакту деталі і зміцнюючого інструменту-диску за рахунок тертя останнього з великою швидкістю (60-70 м/с). Поверхневі шари деталі нагріваються до температур вище точки фазових перетворень зі швидкістю 10^5 - 10^6 К/с, при цьому в зоні контакту проходить інтенсивне зсувне деформування. Далі відбувається швидкісне охолодження поверхневого шару металу (10^4 - 10^5 К/с) за рахунок відводу тепла вглиб деталі. Такі температурно-силові параметри, які виникають в зоні контакту деталі і інструменту, сприяють утворенню в поверхневих шарах деталі специфічного структурно-напруженого стану металу - білих шарів. Білі шари представляють собою високодисперсний мартенсит, залишковий аустеніт та високодисперсні карбіди. Крім того, білі шари мають підвищену в'язкість при високій твердості [4].

Фрикційно-зміцнюючу обробку зразків проводили на спеціальній установці, змонтованій на базі універсального токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20. Замість різцетримача на супорті верстата було встановлено спеціальний пристрій, який забезпечував автономний привід інструмента-диска. Колова швидкість на периферії інструмента становила 60-65 м/с. Інструмент був виготовлений з вуглецевої конструкційної сталі 45 у стані постачання. Для забезпечення якості зміцненої поверхні краї робочої частини інструмента були заправлені під радіус $R = 2$ -3 мм. Шорсткість робочої поверхні інструмента не перевищувала $R_a = 0,32$ мкм, а радіальне биття – не більше 0,03 мм. Усі функціональні рухи універсального токарно-гвинторізного верстата залишились без змін. У зону зміцнення інтенсивно подавали технологічне середовище – мінеральне мастило, використовуючи систему подачі мастильно-охолоджувальної рідини верстата.

Пальці і пластини ланцюга конвеєра типу УГН-100Р, в основному, виготовляють

зі сталі 40ХН2МА. Проведені металографічні дослідження показали, що у процесі фрикційно-зміцнюючої обробки зразків зі сталі 40ХН2МА у загартованому і середньовідпущеному стані (ГСВ) (HRC 35-38) у поверхневих шарах металу формуються рівномірні, суцільні білі шари товщиною 150-180 мкм, а у стані постачання (СП) (HV 220) – 100-120 мкм. Твердість білого шару становила 8,1-8,3 ГПа.

У процесі експлуатації конвеєра деталі шарніру ланцюга не змащуються, тому дослідження на зносостійкість проводили при терті без мащення. Тертя без мащення є дуже жорстким режимом зношування. При цьому найбільш чітко виявляються властивості матеріалів, пов'язані з їх опором зношуванню. Відбувається безпосередня взаємодія контактуючих поверхонь. Лабораторні дослідження зносостійкості пар тертя проводили на установці УМТ-1 за схемою кільце - вкладка при терті без мащення. Кільце і вкладку виготовляли зі сталі 40ХН2МА. Експерименти проводили при швидкості тертя 0,33 м/с і питомому навантаженні – 1 МПа. За критерій зношування приймали втрату маси зразків, яку визначали на аналітичній вазі марки ВЛА-200Г-М з точністю $\pm 0,2$ мг.

Дослідження показали, що незміцнені зразки зі сталі 40ХН2МА в стані постачання при терті без мащення майже неприцездатні. Так, через 20-30 хв після початку досліджень починається схоплювання з виривом металу, проходить інтенсивне зношування металу (рис. 1). Зразки загартовані і середньовідпущені більш довговічніші, але величина зношування як кілець, так і вкладок більше, ніж у 8 разів вища, аніж після фрикційно-зміцнювальної обробки.

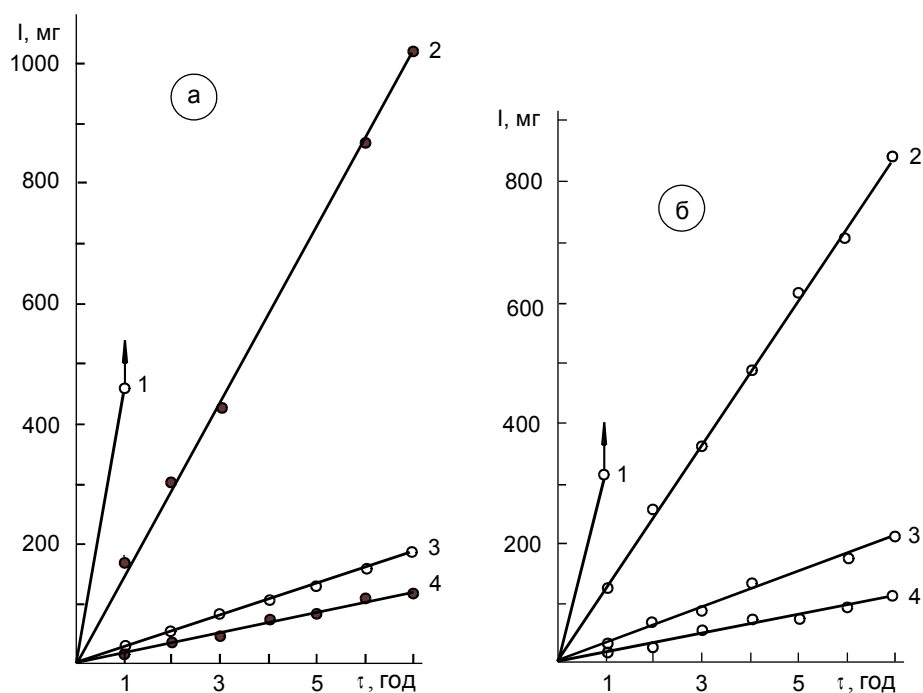


Рис. 1. Кінетика зношування пари сталь 40ХН2МА – сталь 40ХН2МА при терті без мащення кільця (а) і вкладки (б) ($P = 1$ МПа; $V = 0,33$ м/с): 1 – кільце і вкладка, СП, ЕШ; 2 – кільце і вкладка, ГСВ, ЕШ; 3 – кільце, СП, ФЗ – вкладка, СП, ЕШ; 4 – кільце, ГСВ, ФЗ – вкладка, ГСВ, ЕШ. (ЕШ – електрокорундове шліфування)

Експериментально встановлено, що фрикційно-зміцнювальна обробка суттєво підвищує зносостійкість пари тертя. Так, зразки, виготовлені зі сталі 40ХН2МА в стані

постачання і зміцнені при вказаних умовах тертя працюють нормально. Величина зношування їх більша всього на 40-50% у порівнянні з загартованими і фрикційно-зміцненими. У той же час вона набагато менша (більше, ніж у 5 разів), ніж загартованих і незміцнених. Характер зношування незміцненої вкладки аналогічний як і кільця. При цьому слід відмітити, що зміцнювали лише кільце (більш технологічну деталь пари тертя), а вкладка була незміцнена. Якщо використовувати обидві деталі пари тертя зміцнені, то ефект зміцнення різко зменшується. При фрикційно-зміцнювальній обробці структурний стан вихідного металу незначно впливає на працездатність пари тертя.

Для оцінки ефективності фрикційно-зміцнювальної обробки пальців конвеєрів була проведена дослідно-промислова перевірка тягових та гусеничних ланцюгів конвеєрів зі зміцненими деталями шарнірів у виробничих умовах. Фрикційно-зміцнюючу обробку пальців конвеєрів проводили на спеціальній установці на базі універсального токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20 як і обробку дослідних зразків. При цьому були виготовлені зміцнювальні інструменти-диски з різною довжиною робочої частини. Один інструмент був виготовлений з шириною робочої частини 14-16 мм для фрикційно-зміцнюючої обробки з поперечною подачею, а другий – з шириною робочої частини 38-40 мм для зміцнення усією робочою частиною без поперечної подачі.

Проведені металографічні дослідження показали, що після фрикційно-зміцнюючої обробки пальців як з поперечною подачею інструмента, так і без поперечної подачі, тільки з вертикальною подачею, товщина білого шару, мікротвердість та шорсткість зміцненої поверхні були майже однакові.

Експериментальні ланцюги були зібрані із пальців після фрикційно-зміцнювальної обробки та пальців, виготовлених за заводською технологією. З'єднувальні пластини та кулаки в обох випадках були виготовлені за заводською технологією (незміцнені). Вказані ланцюги були поставлені на конвеєр типу УГН-100Р вантажопідйомністю 1,6 кН (рис. 2). При складанні ланцюгів пальці змастили солідолом. У процесі роботи деталі шарніру ланцюга не змащувались. Конвеєр працював в одну зміну зі швидкістю 0,3 м/с під навантаженням 1,6 кН протягом 6 місяців.

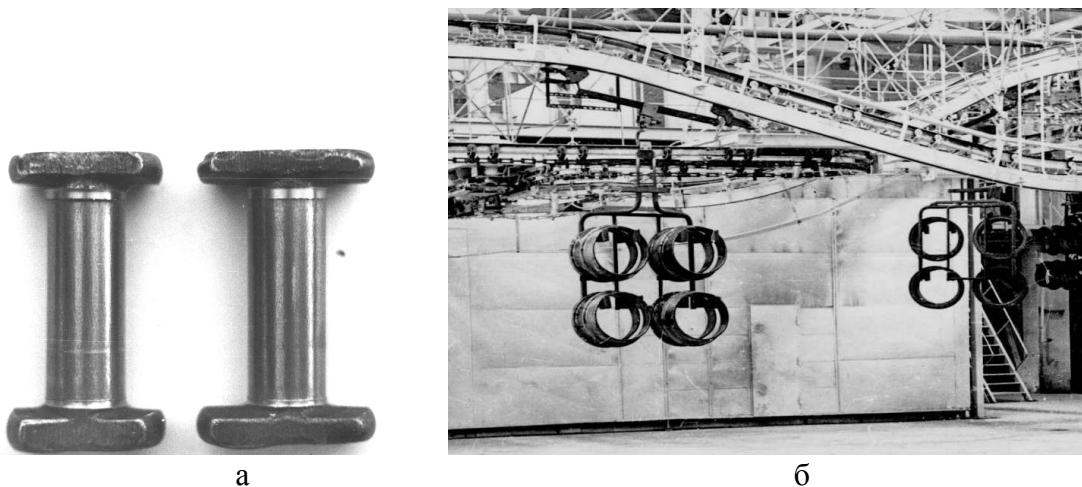


Рис. 2. Пальці ланцюга конвеєра після фрикційного зміцнення (а) та загальний вигляд вантажонесучого конвеєра типу УГН-100Р (б)

Контрольні заміри зношування пальців ланцюгів і величини кроку проводили через кожні 200 годин, а повний демонтаж ланцюгів і кінцеві заміри розмірів пальців, з'єднувальних пластин та кулаків провели через 1000 годин їх роботи. На основі замірів розмірів пальців, пластин та кулаків встановлено, що величина зношування зміцнених пальців була меншою більше, ніж у 4 рази, у порівнянні з незміцненими, виготовленими за заводською технологією. Величина зношування з'єднувальних пластин та кулаків, які працювали в парі зі зміцненими пальцями, також зменшилась більше, аніж у 2 рази. Характерно відмітити, що величина зношування зміцнених пальців і незміцнених пластин, які працювали в парі, після 1000 годин роботи мала стабільну величину 0,15-0,30 мм (на діаметр) (рис. 3). Меншу величину зношування мали пальці після фрикційно-зміцнюючої обробки. У той же час величина зношування незміцнених пальців, пластин та кулаків, які працювали в парі, була у широких межах і досягала 0,8-2,5 мм.

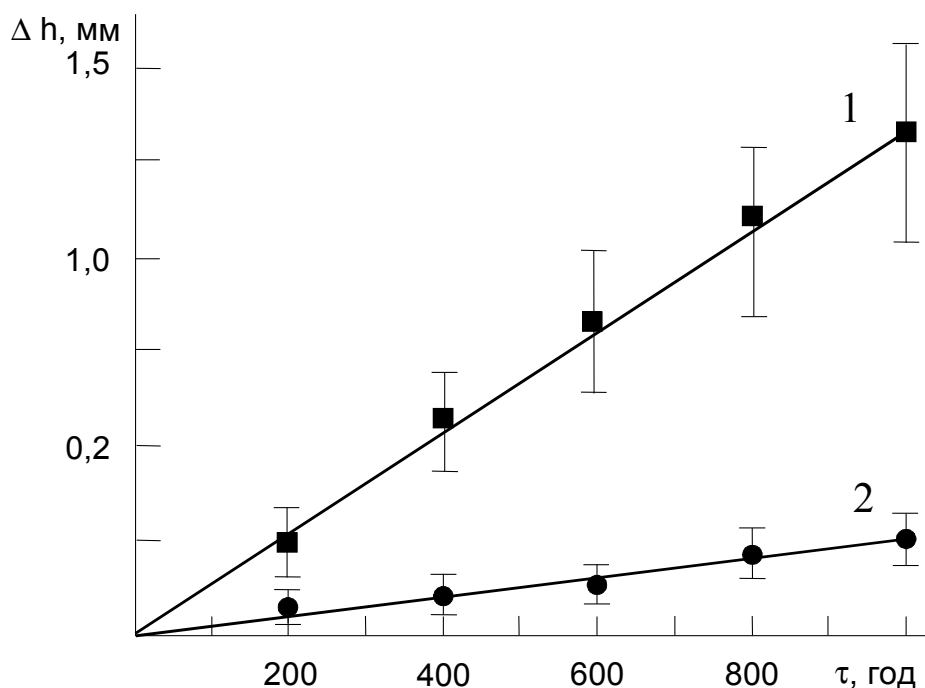


Рис. 3. Кінетика зношування пальців ланцюгів при дослідно-промислових випробуваннях: 1 – пальці виготовлені за заводською технологією; 2 – пальці після фрикційного зміцнення.

Для впровадження технології фрикційного зміцнення пальців ланцюгів для їх виробництва на ВО "Конвеєр" розроблений і виготовлений верстат-автомат на базі безцентрово-шліфувального верстата моделі 3М184А. Замість абразивних кругів були встановлені металеві інструменти-диски. Зміцнювальний інструмент був виготовлений зі сталі 5ХНМА діаметром 500 мм і шириною робочої частини 38 мм. Робоча ширина зміцнювального інструмента забезпечувала зміцнення відразу всієї робочої поверхні пальця без поперечної подачі. Для автоматичного завантаження пальців у зону зміцнення верстат додатково обладнаний вібраційним бункерно-завантажувальним пристроєм з механізмом орієнтації і лотком-нагромаджувачем. Завантажування пальців у зону зміцнення, утримання їх на робочій позиції і наступне їх вивантаження після

зміцнення здійснювалось з допомогою “мальтійського” механізму. На робочій позиції пальці затискалися у механізмі примусового обертання, який забезпечував рівномірність зміцнення по всій контактуючій поверхні пальця. Після зміцнення з допомогою виштовхувача, пальці попадали в тару для зберігання. У зону зміцнення подавали у великій кількості технологічне середовище. Продуктивність установки для зміцнення становила 6 пальців у хвилину.

Проведені лабораторні і дослідно-промислові дослідження показали, що фрикційно-зміцнювальна обробка є ефективним технологічним методом для підвищення довговічності деталей машин і елементів конструкцій. При цьому слід відмітити, що зміцнювати потрібно лише одну деталь, більш технологічну. Інша деталь пари тертя повинна бути незміцненою. При зміцненні обох деталей пари тертя ефект підвищення довговічності нівелюється. Точність і шорсткість зміцнених поверхонь після фрикційно-зміцнювальної обробки аналогічна тим же показникам при шліфувальних операціях.

Список літератури: 1. Корджспаров Г.Е. Методы упрочняющей термической и пластической обработки поверхности // Физика и технология обработки поверхности металлов. – Л. – 1984. – С. 114-128. 2. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: Справочник / Г.В.Борисенко, Л.А.Васильев, Л.Г.Ворошкин и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 424 с. 3. Уманский В.Б., Маняк Л.К. Новые способы упрочнения деталей машин : Справ. пособие. – Донецк : Донбасс, 1990. – 144 с. 4. Пашечко М.І., Гурей І.В. Вплив хімічного складу сталей на параметри поверхневого шару при фрикційному зміцненні // Металознавство та обробка металів. – 1999. – № 4. – С. 19-23.

МЕТОД ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЛАНЦЮГІВ КОНВЕЄРІВ

Гурей І.В., Гурей Т.А.

Показано, що при терті без мащення зносостійкість пари сталь 40ХН2МА - сталь 40ХН2МА після фрикційного зміцнення збільшилась більше, ніж у 8 разів у порівнянні з незміцненою. Дослідно-промислова перевірка показала, що величина зношування зміцнених пальців менша більше, ніж у 4 рази, а незміцнених пластин, які працювали в парі - більше ніж у 2 рази в порівнянні з деталями шарніру серійного ланцюга конвеєра.

МЕТОД ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЦЕПЕЙ КОНВЕЙЕРОВ

Гурей І.В., Гурей Т.А.

Показано, что при трении без смазки износостойкость пары сталь 40ХН2МА - сталь 40ХН2МА после фрикционного упрочнения увеличилась более, чем в 8 раз по сравнению с неупрочненными. Опытно-промышленная проверка показала, что величина изнашивания упрочненных пальцев меньше более чем в 4 раза, а неупрочненных пластин, которые работали в паре - более чем в 2 раза по сравнению с деталями шарнира серийной цепи конвейера.

THE METHOD OF SUPERFICIAL HARDENING OF CONVEYORS CHAINS DETAILS

Hurey I.V., Hurey T.A.

It is show that under friction without lubrication the wear-resistance of a pair of 40H-N2MA and 40HN2MA steel increases more than in 8 times after friction strengthening as compare with non-strengthening one. Experimental industrial control showed that the strengthened axes wear-resistance was less in more than 4 times and that of plates more than 2

times as compared with parts of the industrial conveyer chain.