

УДК 621.787

**Я.Б. Кирилів**Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра технології машинобудування**ОПТИМІЗАЦІЯ МАСИ ІНСТРУМЕНТА ПІД ЧАС ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОЇ ЗМІЦНЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ**

© Кирилів Я.Б., 2002

**Оптимізовано масу інструмента і показано, що під час вібраційно-відцентрової зміцнювальної обробки збільшення маси робочого органу приводить до покращання фізико-механічних властивостей приповерхневого шару або до збільшення продуктивності процесу**

**The mass of the tool is optimized and shown that during vibration-centrifugal strengthening processing the increase of weight of working body conducts physicomachanical properties a layer surface improvement or productivity process increase.**

Останнім часом поверхня і приповерхневі шари металу є предметом поглибленого вивчення теоретичного і прикладного матеріалознавства, яке поєднують з одночасною розробкою методів поверхневої зміцнювальної обробки з метою покращання фізико-механічних властивостей приповерхневого шару [1–3]. Одним з методів такої обробки є вібраційно-відцентрова зміцнювальна обробка (ВВЗО), основи якої розроблено в НУ “Львівська політехніка”. Ця обробка дозволяє зміцнювати зовнішні поверхні різноманітних деталей, зокрема, захисних втулок насосів, грязевих втулок вертлюгів, втулок запірно-поворотних клапанів. Вищеперелічені деталі застосовуються в буровому обладнанні. Але цю обробку можна застосувати і в інших галузях народного господарства, де необхідні такі деталі що підлягають цій обробці. Її суть полягає в тому, що в приповерхневих шарах металу за рахунок прикладених деформацій утворюють дисперсні структури високої дефектності. Фізико-механічні властивості зміцненого приповерхневого шару залежать від маси робочого органу, часу обробки, амплітуди, ексцентриситету та подачі робочого органу. Нижче показано як впливає на фізико-механічні властивості маса робочого органу. У роботі [1] вивчено вплив стану поверхні та часу обробки на мікротвердість та глибину зміцненого шару. Попередніми дослідженнями встановлено, що маса інструмента під час ВВЗО впливає на фізико-механічні властивості приповерхневого шару. Тому метою роботи було вивчення впливу маси робочого органу на ці характеристики.

**Методика**

Дослідження проводили на кільцевих циліндричних зразках зовнішнім діаметром 75 мм зі сталі 40Х в нормалізованому стані з використанням установки [1]. Діаметр кульок робочого органу 13 мм, масу робочого органу для досліджень приймали 35, 45, 60 та 75 Н. Зміну фізико-механічних властивостей приповерхневого шару після ВВЗО оцінювали вимірюванням мікротвердості на приладі ПМТ-3.

**Результати досліджень**

Метод вібраційно-відцентрової зміцнювальної обробки, який проводиться за методикою, наведеною в [1], в попередніх експериментальних дослідженнях зарекомендував себе як ефективний спосіб поверхневого зміцнення [4]. При проведенні досліджень постало пи-

тання впливу зміни маси робочого органу на параметри зміцнення. Такий експеримент був поставлений при масах робочого органу 35, 45, 60 та 75 Н. При масі робочого органу 35 Н в результаті обробки методом ВВЗО підвищується мікротвердість і глибина приповерхневого зміцненого шару (рис. 1, а). Теж саме відбувається і при обробках з масами робочих органів 45, 60 та 75 Н (рис. 1, б, в, г). Як було досліджено раніше [1] різна тривалість обробки в бік її збільшення призводить до підвищення мікротвердості і глибини приповерхневого зміцненого шару. Однак це відбувається до певної межі. При тривалості обробки 28 хв (рис. 1, а) відбувається найбільше приповерхнє зміцнення, мікротвердість досягає значення 7,1 ГПа, а глибина – 3 мм. Зміцнення проходить на більшу глибину як вказано вище, однак, суттєве зміцнення відбувається саме до такої глибини. Уже при тривалості обробки 36 хв приповерхнева мікротвердість знижується до 4,1 ГПа, що свідчить про появу перенаклепу.

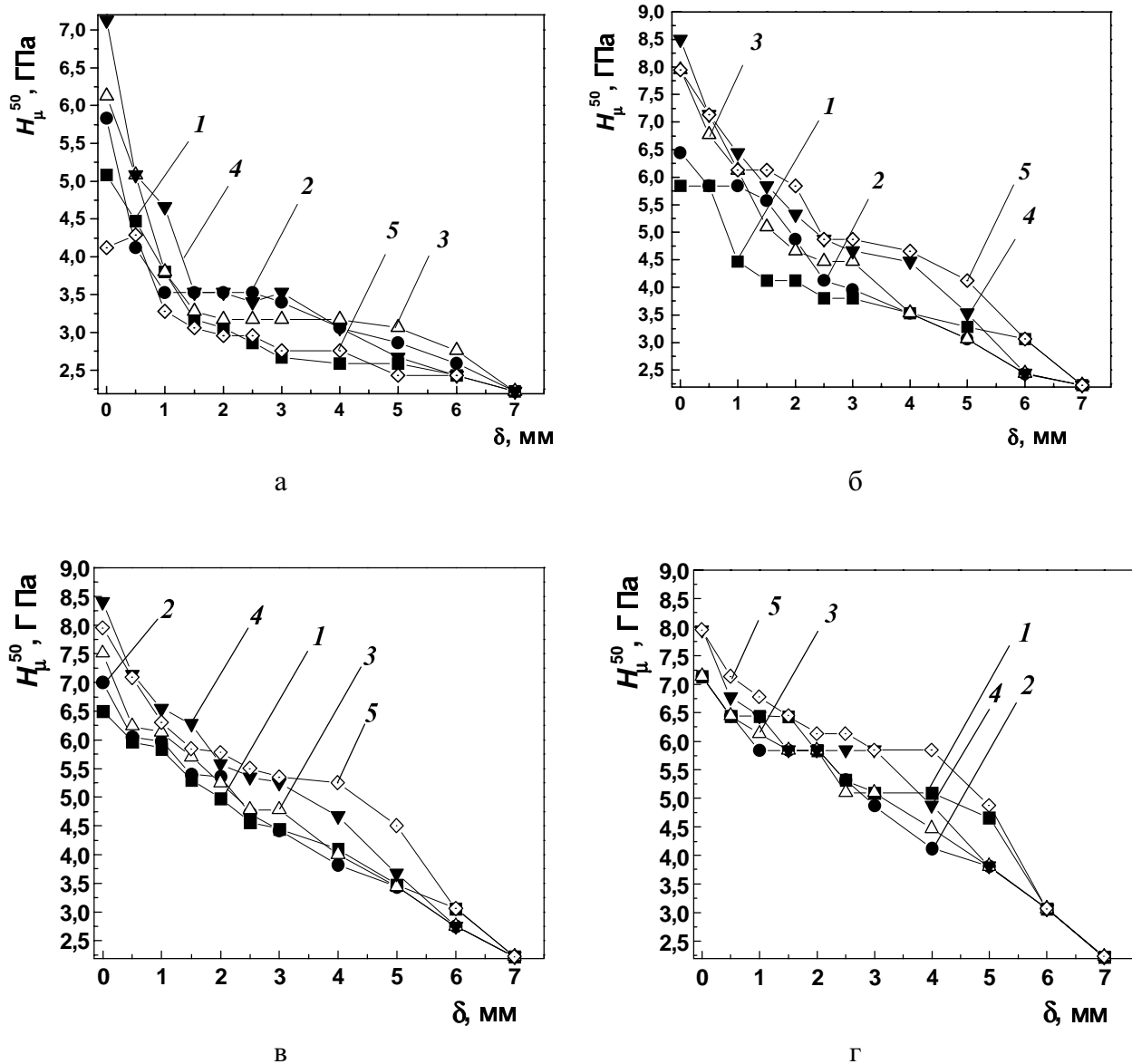


Рис. 1. Мікротвердість сталі 40Х після ВВЗО з вагою робочого органу 35 (а), 45 (б), 60 (в) та 75 Н (г) тривалістю: 1 – 6; 2 – 12; 3 – 20; 4 – 28; 5 – 36 хв

При обробці зразків з масою робочого органу 45 Н (рис. 1, б) досягається максимальна мікротвердість 8,9 ГПа при тривалості обробки 28 хв. При обробці 36 хв мікротвердість зменшується так само, як і в попередньому випадку до 8 ГПа. Глибина зміцненого приповерхневого шару збільшується з 3 до 4 мм. При обробці зразків з масою робочого органу 60 Н (рис. 1, в) за її тривалості 28 хв досягається дещо менша мікротвердість, ніж у попередньому випадку – 8,4 ГПа. Однак глибина зміцнення досягає 5 мм. Після ВВЗО зразків з масою робочого органу 75 Н (тривалість 28 хв) досягається мікротвердість (рис. 1, б), а глибина зміцненого приповерхневого шару зростає від 4 до 5 мм. Проаналізувавши дані цих чотирьох залежностей, можемо помітити, що збільшення маси призводить до підвищення параметрів зміцнення. Проте воно не може відбуватися безмежно. Як видно з рис. 1 уже при масі робочого органу 60 Н відбувається значне зниження мікротвердості. Для отримання високих її значень маса робочого органу не повинна перевищувати 45 Н. Мікротвердість залежить від часу обробки (рис. 2). Фактично ці залежності дають можливість встановити оптимальний час обробки. Розглянемо ці залежності детальніше. На рис. 2, а видно, що на глибинах до 3 мм спостерігається однакова залежність з деякими відхиленнями. Час обробки 28 хв забезпечує максимальне значення мікротвердості. При 36 хв крива спадає, тобто по всій вище зазначеній глибині відбувається перенаклеп. При обробці зразків методом ВВЗО з масою робочого органу 45 Н (рис. 2, з) спостерігається та ж сама тенденція. При обробці 28 хв досягається максимальне значення мікротвердості в деяких шарах, зокрема в приповерхневому. Але в деяких шарах навіть при обробці 36 хв ще зберігається можливість зростання мікротвердості. Проте поверхневий шар не дозволяє проводити подальшу обробку, оскільки він перенаклепується, що супроводжується шелушінням поверхні. З цього випливає, що приповерхневий шар гальмує зміцнення на більшій глибині. Ведучи обробку зразків методом ВВЗО з масою робочого органу 60 Н (рис. 2, в) спостерігається та ж тенденція. При тривалості обробки 28 хв мікротвердість зменшується до 8,4 ГПа. Але в деяких шарах при збільшенні тривалості обробки зберігається можливість зростання мікротвердості, але вона не допускається з міркувань якості поверхні (шелушіння). За часу обробки 36 хв крива спадає, бо на певній глибині відбувається перенаклепування. Обробляючи зразки при масі робочого органу 75 Н (рис. 2, з) тривалістю 6 хв отримуємо ту ж саму мікротвердість, що при обробці з масою робочого органу 35 Н за 28 хв.

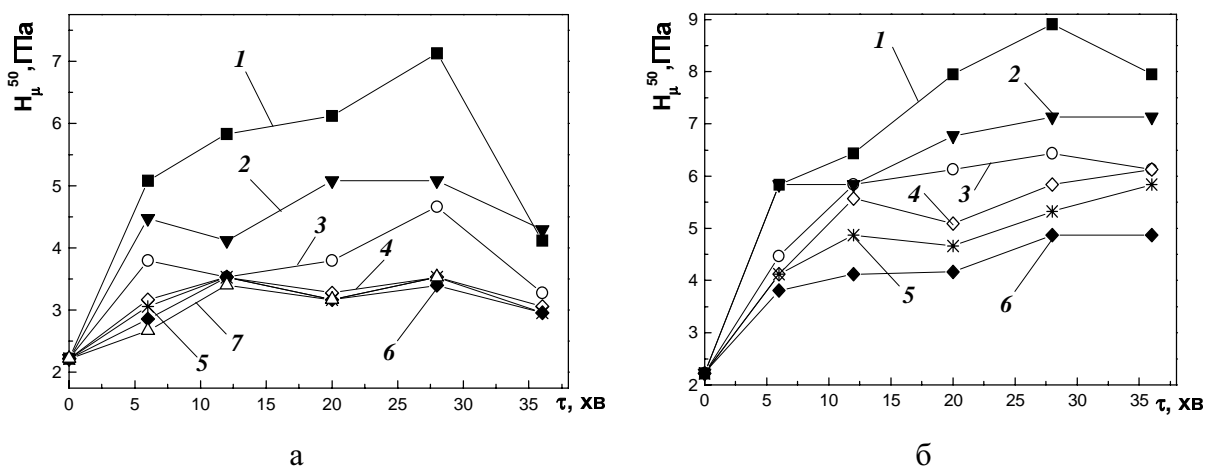


Рис. 2. Розподіл мікротвердості після ВВЗО різної тривалості з вагою робочого органу 35 (а), 46 (б) на глибинах: 1 – 0,01; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 1,5; 5 – 2,0; 6 – 2,5 мм

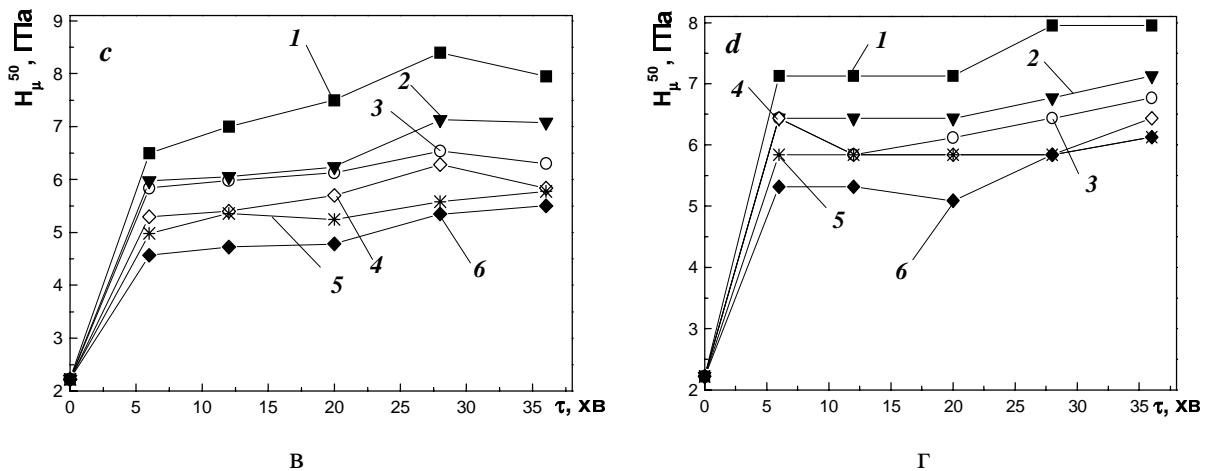


Рис. 2. Розподіл мікротвердості після ВВЗО різної тривалості з вагою робочого органу 60 (в) та 75 Н (г) на глибинах: 1 – 0,01; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 1,5; 5 – 2,0; 6 – 2,5 мм

Отже, збільшивши масу, продуктивність обробки зростає більше як в 4 рази. Така ж закономірність є і при обробці з масою робочого органу 45 Н, але тривалість обробки, на досягнення даної мікротвердості, зростає в 2 рази. Поверхня має максимальну мікротвердість 7,95 ГПа. Далі вона зростати не може, оскільки як і в попередніх випадках наступить перенаклеп. Однак цей випадок відрізняється від попередніх тим, що всі інші приповерхневі шари мають можливість до збільшення своєї мікротвердості.

Як видно з рис. 2, г (крива 1), пряма ділянка може дещо продовжуватись, збільшуючи тривалість обробки, але суттєвого ефекту не дасть. Отже, маючи ці чотири варіанти, можна надати перевагу тому чи іншому режимові залежно від необхідних параметрів приповерхневого шару. Мікротвердість залежить від маси робочого органу (рис. 3). Як видно із рис. 3, а чим більша маса і тривалість обробки, тим більша мікротвердість, але цей процес має певну межу, про яку вже згадувалось вище. Так само збільшення маси робочого органу до 45 Н призводить до зростання мікротвердості. Подальше збільшення маси призводить до зниження мікротвердості. Тому збільшення маси недоцільне. При тривалостях обробки 28 хв досягається максимальна мікротвердість. Але на цьому графіку можна зауважити, що при малих тривалостях обробки є можливість збільшувати масу робочого органу більше як 75 Н. Отже, характер кривої (крива 1) є пологий, тому різкого збільшення мікротвердості досягнути не вдасться. На глибині 0,5 мм (рис. 3, г) відбуваються ті ж тенденції, що і в попередньому випадку, але вони не настільки чітко виражені. Тенденція до зростання мікротвердості при тривалості 6 і 12 хв зі збільшенням маси робочого органу зменшується.

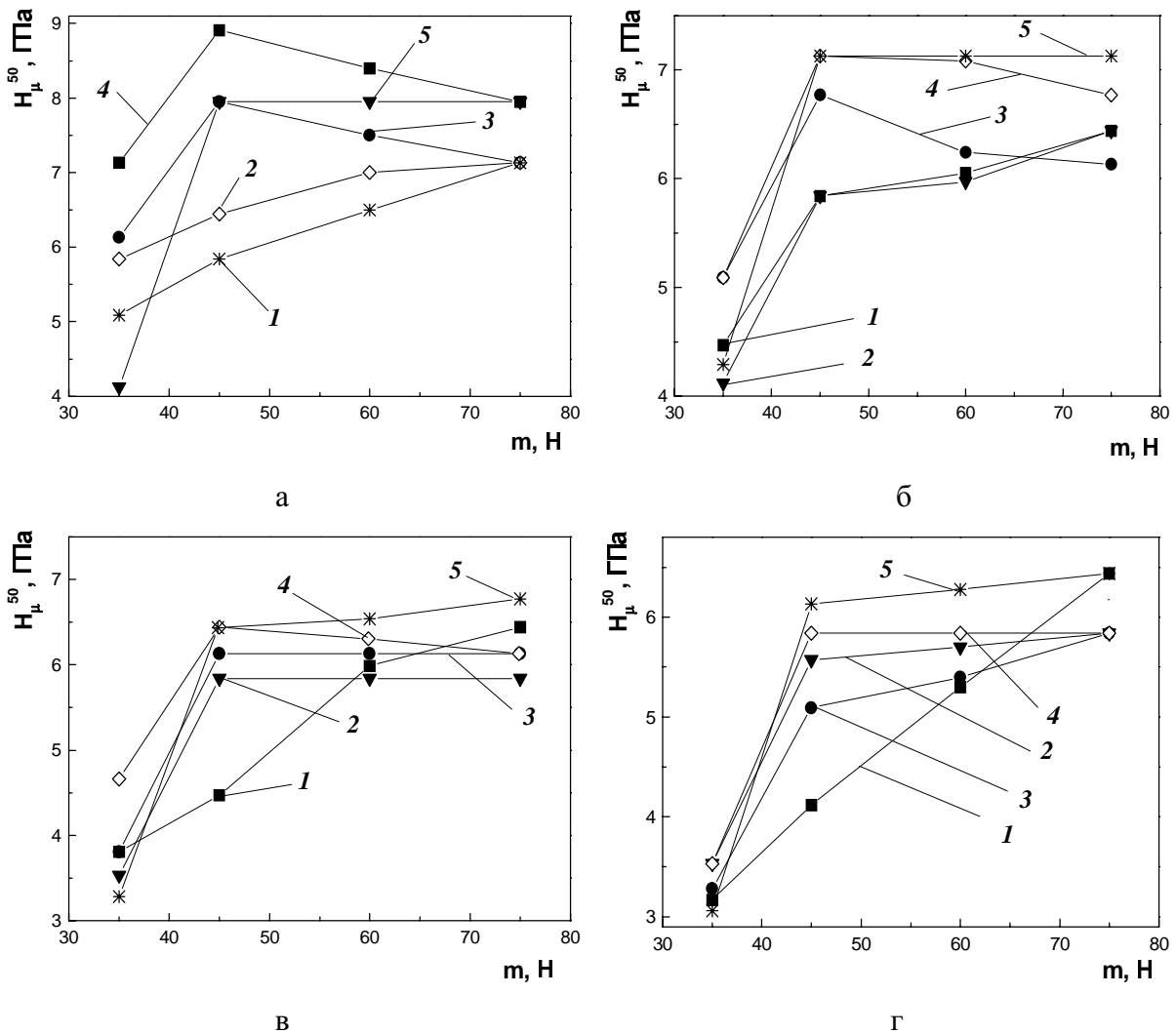


Рис. 3. Залежність мікротвердості від маси робочого органу на глибинах 0,01 (а), 0,5 (б), 1,0 (в), 1,5 мм (г), при тривалостях обробки: 1 – 6; 2 – 12; 3 – 20; 4 – 28; 5 – 36 хв

На глибині 1 мм (рис. 3, в) при тривалості обробки 6 хв (крива 1) є можливість збільшувати масу і досягти більш високої мікротвердості. На глибині 1,5 мм ця тенденція посилюється. У приповерхневому шарі на глибині 10 мкм (рис. 3, а) спостерігаємо високу мікротвердість і підвищити її на більшій глибині продовженням часу обробки неможливо, оскільки пройде перенаклеп в приповерхневому шарі. Отже, збільшення маси до певної межі дозволяє підвищити мікротвердість, збільшити глибину зміцненого шару або підвищити продуктивність, що дуже важливо при застосуванні цієї зміцнювальної обробки на машинобудівних підприємствах.

1. Афтаназів І.С., Кирилів Я.Б. Вплив умов обробки на ефективність вібраційно-відцентрового зміцнення // *Проектув., виробн. та експл. автотр. засобів і поїздів. "Асоціація автобус"*: Зб. наук. пр. – 2001. – Вип. 5. – С. 3–6. 2. Упрочнение стали механической обработкой / Г.В. Карпенко, Ю.И. Бабей, И.В. Карпенко и др. – К., 1966. – 204 с. 3. Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. *Поверхностное упрочнение металлов*. – К., 1995. – 253 с. 4. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням: Навч. посібник для студентів спеціальностей 7.090202 "Технологія машинобудування", 7.090203 "Металорізальні верстати та системи" / І.С. Афтаназів, А.П. Гавриш, П.О. Китичок та ін. // *ЖІТІ. – Житомир, 2001. – 516 с.*