

## ДЕФОРМАЦІЙНЕ ЗІЦНЕННЯ ВІДНОВЛЕНИХ ВАЛІВ

Савуляк В.І., д.т.н., професор, Шаргородський К. С. аспірант

Гребні вали морських та річкових суден входять в склад валопроводів, які передають крутний момент від силової установки до гребного гвинта. На вал діють циклічні навантаження, що вимагають від матеріалу та технології обробки поверхонь дотримання заходів щодо забезпечення його втомної міцності. Крім циклічних навантажень поверхні вала мусять протидіяти впливу корозійного середовища, зумовленого попаданням морської води та її парів, а також зношуванню поверхонь тертя. Зношені вали наплавляють корозійно- та зносостійкими матеріалами та додатково зміцнюють. Для цього наплавлені вали доцільно термічно обробляти та застосовувати ультразвукову ударну обробку або обкочування роликми та кульками.

У випадку використання для зміцнення ультразвукової ударної обробки (УУО) необхідно давати припуск 0,2 мм на сторону після механічної обробки, незалежно від діаметру гребного вала, а для підвищення циклічної міцності обкочуванням роликми наплавлені ділянки і прилеглі до них зони повинні бути оброблені з припуском, що визначається інтенсивністю та глибиною поверхневого пластичного деформування (ППД).

Перед зміцненням наплавлені ділянки повинні бути оброблені з шорсткістю  $R_z$  від 2,5 до 2,0 мкм.

Зміцнюватись УУО і обкаткою роликми можуть тільки вали, які наплавлені достатньо пластичними матеріалами, наприклад, хромонікелевою сталлю поверх підшару, а також перлітною сталлю.

Гребні вали, наплавлені тільки високоміцним сплавом із сталі 07X12H3M2Г2С, допускаються до експлуатації без зміцнення, оскільки межа витривалості після наплавлення високоміцним сплавом знаходиться на рівні основного металу.

Метод ультразвукової ударної обробки (УУО) ґрунтується на принципі нанесення оброблюваної поверхні голками-ударниками концентрованих ударів з ультразвуковою частотою. Ефект зміцнення досягається за рахунок створення наклепу на поверхні валу, створення в поверхневих шарах значної стискуючої напруги, підвищення щільності дислокацій в поверхневому шарі наплавленого металу і перерозподілу залишкової напруги біля зони сплавлення наплавленого металу з основним, де зосереджується найбільша кількість дефектів і є значний градієнт залишкових напружень. Цей метод менш енергоємний в порівнянні з обкочуванням, простий в застосуванні, забезпечує при малому зусиллі (50-70Н) пластичну деформацію на глибину більше 3 мм.

Ультразвукову ударну обробку потрібно проводити після люмінесцентної або ультразвукової дефектоскопії.

Для реалізації УУО магнітострикційний перетворювач закріплюється на супорті токарного верстата, процес зміцнення проводиться по гвинтовій траєкторії з постійним кроком. Може використовуватися будь-який токарний верстат, що забезпечує встановлення гребного вала і має достатню жорсткість, яку доцільно збільшити шляхом застосування люнетів.

Для зміцнення гребних валів може застосовуватися один магнітострикційний перетворювач ПМС-15А-18, що працює на частоті 18 кГц або два перетворювачі ПМС-27, що працюють на частоті 27 кГц.

Як ударні елементи необхідно використовувати набір голок-ударників із загартованої сталі ШХ15 діаметром 3 або 3,5 мм та твердістю не нижче *HRC* 62-64.

УУО зміцнюваної поверхні по можливості повинна бути виконана без зупинки обертання шпинделя верстата і виключення поздовжньої подачі супорта, а ударні елементи (голки) повинні бути завжди перпендикулярні оброблюваній поверхні (рисунок 1).

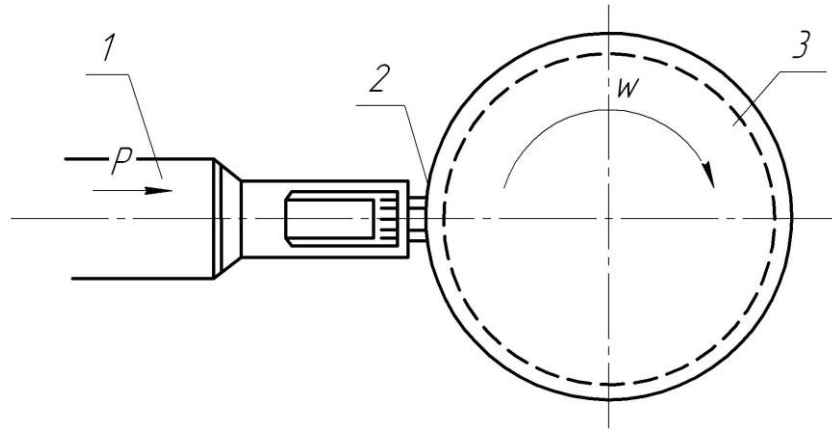


Рисунок 1 – Схема зміцнення наплавленого валу  
 1 – магніострикційний перетворювач; 2 – ударні елементи (набір голок-ударників);  
 3 – наплавлений вал

Зусилля притиску інструменту до оброблюваної поверхні повинне бути 80-100 Н. Збільшення і зниження зусилля притиснення знижує ефективність УУО. Лінійна швидкість переміщення ударних елементів щодо оброблюваної поверхні рекомендується в межах 0,002...0,005 м/с, амплітуда коливань не менше 40 мкм. УУО може проводитися як на частоті 18 кГц, так і 27 кГц.

Зміцнення УУО проводиться без попереднього підігрівання поверхні.

Перед обкаткою роликми наплавлені ділянки повинні бути оброблені з припуском згідно таблиці 1 з шорсткістю  $R_z$  від 2,5 до 2,0 мкм.

Для зміцнення поверхонь способом обкочування використовуються токарні верстати із люнетами.

Зусилля обкочування слід встановлювати залежно від товщини наплавленого шару і складу наплавленого металу в межах від 8,0 кН для 2 мм до 60кН для шару товщиною 12 мм. Обкочування повинне проводитися в маслі за один прохід при швидкості обертання валу 0,3-0,45 м/с і подовжній подачі супорта 0,2-0,3 мм/об.

Ролики в процесі обкочування повинні охолоджуватися маслом марок ЛС або СЦ, при цьому витрата масла повинна складати 2 л/год.

Зміцнення конусів і галтельних переходів слід проводити із застосуванням ролика з профільним радіусом, який менший або дорівнює радіусу галтелі або кульковим обкочуванням.

Зона зміцнення при обкочуванні повинна виходити за межі наплавленої ділянки на довжину 0,5 діаметра кульки або ролика.

Після обкочування проводиться чистове шліфування.

Після зміцнення і шліфування наплавлена поверхня повинна мати твердість 240-320 НВ.