

Таким чином, приклад з роботи [3] показує, що ADI має набагато вищу твердість, ніж литий ВЧ (31-45 проти 16 HRC). На твердість ADI впливала температура ізотермічної витримки, причому при 300 °С ADI був твердішим, ніж при 360 °С. Серед усіх зразків «ADI 300–10 год» мав найвище значення твердості (45 HRC). Витримка з температурою нижнього бейніту і довшим часом підвищують зносостійкість ADI. Так, ADI після ізотермічного гартування з 10-годинною витримкою при 300 °С показав найвищу зносостійкість.

Література:

1. Покровский А.И. Концепция создания экономнолегированных аусферритных (бейнитных) высокопрочных чугунов // *Литье и металлургия*, 2022. № 4. С. 29-37.
2. Найдек В.Л., Гаврилюк В.П., Неижко И.Г. Бейнитный высокопрочный чугун. Киев: Национальная академия наук Украины, ФТИМС, 2008. –140 с.
3. Cheng-Hsun Hsu, Chun-Yin Lin, Wei-Shih You. Microstructure and Dry/Wet Tribological Behaviors of 1% Cu-Alloyed Austempered Ductile Iron. *Materials* 2023, 16(6), 2284. URL:<https://www.mdpi.com/1996-1944/16/6/2284>.

Клименко С.І.¹, Дорошенко В.С.¹, Калюжний П.Б.¹, Янченко О.Б.²
(¹ФТИМС НАН України, м. Київ; ²Вінницький нац. техн. ун-т., м. Вінниця)
СПОСОБИ ВИЛИВАННЯ ЛЕМЕХІВ ПЛУГІВ ПРИ ВИДАЛЕННІ ЇХ З
ЛИВАРНОЇ ФОРМИ В ГАРЯМОМУ СТАНІ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ
E-mail:doro55v@gmail.com

Використання сучасних ґрунтообробних машин дозволяє істотно підвищити продуктивність, якість і ефективність обробки ґрунту. В той же час робочі органи багатьох з них мають вкрай малий ресурс. Так, зокрема, у роботі [1] показано, що напрацювання на відмову лемехів чи доліт плуга при обробці ґрунтів різного виду та фізичного стану становить менше 20 га.

За останньою технічною інформацією, порівняно з поширеними лемехами зі сталевого прокату, ефективніше вилити їх із високоміцного чавуну (ВЧ), що дозволяє отримувати виливки складної геометрії. Нині для ВЧ виявлено значний потенціал підняття його зносостійкості за рахунок формування структур, що містять, поряд з графітовими, тверді включення ледебуриту, бейнітну чи мартенситну металеву основу [2-4]. Саме за рахунок застосування термообробленого ВЧ, що пройшов здебільш ізотермічне гартування (ІГ) та отримав такі структури і відбувається зростання виробництва ВЧ в останні десятиліття. ІГ значно збільшує механічні характеристики ВЧ утворенням мікроструктури металевої матриці не традиційного литого типу ферито-перлітної суміші, а у виді поєднання бейніту, залишкового аустеніту та мартенситу. При цьому за різних температуро-часових режимів ІГ на поверхні одного і того ж вилівка з ВЧ можна отримати різні значення твердості [5].

Також врахували те, що плуговий лемех при експлуатації не буде тупитися, якщо одна його сторона буде твердіша за іншу, і при його сточуванні край з твердішої сторони завжди залишатиметься твердим та гострим, що є ефектом самозаточування. На цій основі у відділі проф. О. Й. Шинського створено спосіб ІГ лемеха з ВЧ з різною твердістю на його двох різних плоских поверхнях за рахунок того, що одну сторону лемеха при гартуванні у воді короткочасно охолоджують нижче температури мартенситного перетворення M_n , а другу сторону утримують вище цієї температури і мартенситне перетворення в ній не відбувається, після чого вилівок проходить ізотермічну витримку в інтервалі температур бейнітного перетворення [5]. Для створення такого режиму ІГ застосували ідею авторства І.Г. Неїжка з патенту 19545 UA (опубл. 25.12.1997, власник ФТІМС НАН України), в якому описано, що центральна частина стінки вилівка при гартуванні в воді має значно вищу температуру, ніж поверхня стінки, яку можна охолоджувати до температури утворення в поверхневому прошарку переважно мартенситної структури.

Гартування в воді сприяє отриманню диференційованих значень твердості, бо вона викликає високий перепад температур по товщині стінки вилівка. Це

експериментально підтверджено (рис. 1) [6], при охолодженні в різних середовищах найбільший температурний перепад (між центром і поверхнею) зразка циліндричної форми (\varnothing 50 мм і довжиною 150 мм) зі сталі X18H9Г1, нагрітого в печі до 1000 °С, спостерігається для води.

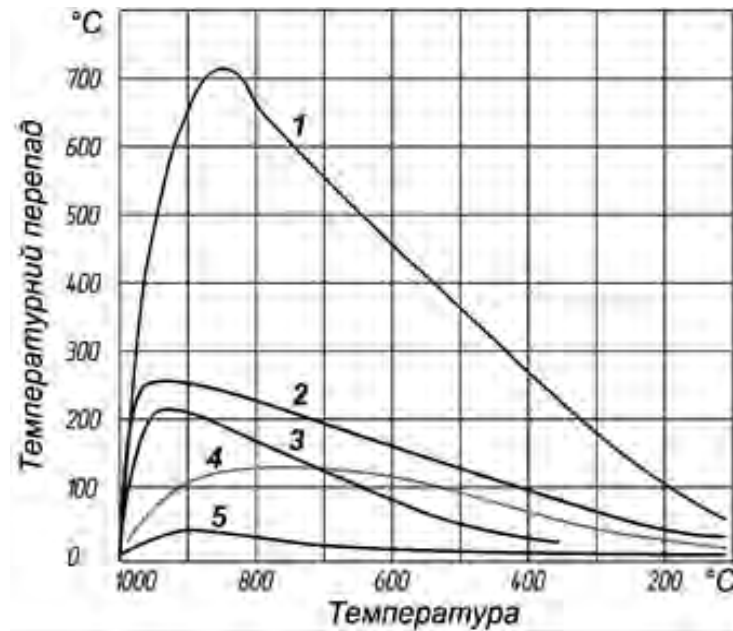


Рис. 1. Температурний перепад між центром і поверхнею зразка залежно від температури його центру: 1 – охолодження у воді; 2 – в оливі; 3 – у селітрі (300 °С); 4 – в псевдозрідженому шарі корундового піску; 5 – на повітрі

З практики лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ), в цеху ФТІМС НАНУ на рис. 2, а показано положення виливків лемехів на прикладі куща разових моделей (при виді збоку). На рис. 2, б, в – запропоновано схеми склеювання таких моделей лемехів в кущі (при виді зверху) з чотирьох (верхній ряд) і двох моделей (нижній ряд) та збирання двох кожного виду металевих кущів при скручуванні виливків між собою сталевим дротом для наступного ІГ.

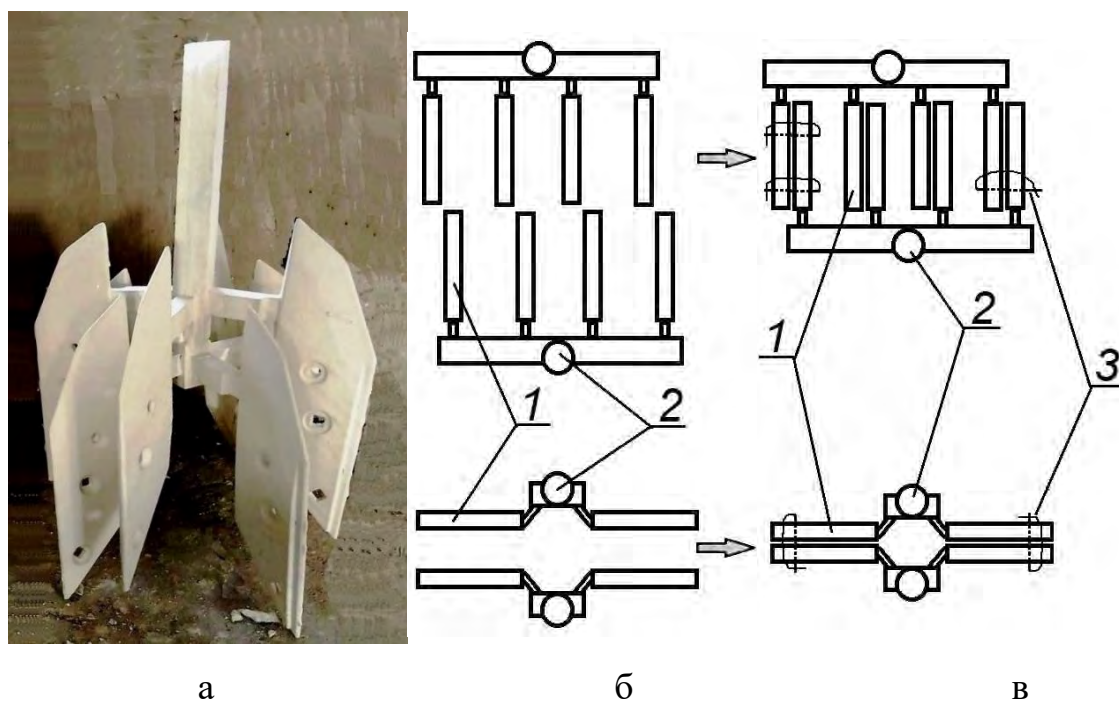


Рис. 2. Куцц (кластер) разових моделей з цеху ФТІМС [5] (а); схеми склеювання моделей лемехів в куцці (вид зверху) з чотирьох (у верхньому ряду) і двох моделей (нижній ряд) (б); та збирання (по стрілці) і скручування дротом між собою двох вилитих куцців з ВЧ: 1 – лемех; 2 – стояк; 3 – скрутка дротом

При склеюванні моделей у куцці (рис. 2, б) їх збирають за шаблоном так, щоб збіглися отвори моделей (видні на рис. 2, а) при скручуванні металевих куцців. Куцці моделей (рис. 2, б) слід формувати в сухому піску і заливати металом попарно в одній формі. Після заливання вакуумованої форми, затвердіння виливків, відключення вакуумування від форми і нетривалого охолодження куцців виливків їх практично при однаковій температурі (від 950 до 850 °С для різних режимів ПГ) видаляють краном з сухого піску, на піщаному плацу збирають та скручують дротом чи іншими фіксаторами. Потім контролюють їх температуру, витримують до заданої і гартують у воді за вказаним патентом І. Г. Неїжка. Зовнішня сторона виливків охолоджується нижче температури M_n , а ближчі до стику прошарки залишаються вище температури мартенситного перетворення. Поверхня виливка на стику наче переводиться в середину гарячого «зібраного виливка» з температурою не нижче 300 °С. Зразу після припинення кипіння води

на зовнішній поверхні виливків їх видаляють з води і піддають ізотермічній витримці при 400 °С, після якої одну поверхню лемеха з ВЧ отримують твердішою за іншу за рахунок того, що після ізотермічної витримки (в інтервалі температур бейнітного перетворення) в дотичному до неї прошарку залишаються вільні карбіди (більший відсоток карбідів). Твердіша поверхня лемеха мала твердість 360 НВ і вище, а друга поверхня стику зі структурою переважно верхнього бейніту – 300-320 НВ [5].

Література:

1. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: автореф. дис. докт. техн. наук. М., 2008. 38 с.
2. Brandenburg K., Haurynen K. Applications of Austempered Ductile Iron // Proceedings of the 2002 World Conference on ADI, Louisville, USA, 2002.
3. Kostyleva L.V., Ovchinnikov A.S., Gapich D.S., Fomin S.D. Gradient hardening chisel plow from nodular iron // ARPN journal of engineering and applied sciences. – 2017. – No. 12(7). – P. 2085-2091.
4. Patil S.A., Pathak S.U., Likhite Ajay. Development and Wear Analysis of Carbide Austempered Ductile Iron (CADI) // Int. Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2014. – Vol. 3 (2). – P. 9652-9656.
5. Калюжний П.Б., Дорошенко В.С. Методи зовнішнього впливу на чавунні виливки для отримання їх диференційованих механічних властивостей // Метал і лиття України. – 2022. – № 3. – С. 88-95.
6. Муравьёв В.И., Курбатов В.П. Закалка инструментальных сталей в кипящем слое // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1970. – №2. – С. 46-48.