

УДК 621.791.75 (092)

ДО ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ЗВАРЮВАННЯМ І НАПЛАВЛЕННЯМ

Герук С.М., канд.техн.наук, доц.

(Житомирський агротехнічний коледж)

Сукманюк О.М., канд.іст.наук, доц.

(Житомирський національний агроєкологічний університет)

Постійне підвищення вартості енергоносіїв, які використовуються у процесі відновлення деталей за допомогою електричної дуги, змушує ставити перед дослідниками, науковцями і виробниками завдання щодо можливості створення ефективніших та економічніших матеріалів для відновлення деталей сільськогосподарських машин. Робота присвячена складному і актуальному питанню розвитку матеріалів для відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням.

Ключові слова: матеріали, зварювання, наплавлення, відновлення

На початку ХХ ст. рівень розвитку металургії визначав розвиток виробництва в цілому. Вся техніка, особливо сільськогосподарська, працювала в умовах надзвичайно інтенсивного спрацювання їхніх робочих елементів внаслідок контакту з ґрунтом. А це вимагало неабияких невиробничих та експлуатаційних втрат металів і необхідності ремонту та відновлення деталей машин, що сприяло розширенню й удосконаленню вже відомих методів зварювання і наплавлення, кожен з яких давав позитивні наслідки та отримував в подальшому наукове обґрунтування.

Як свідчать дослідження, в літературних джерелах недостатньо висвітлено розвиток матеріалів для відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням, тому виникла об'єктивна необхідність більш широко висвітлити етапи даного розвитку.

Метою даного дослідження є висвітлення діяльності винахідників матеріалів для відновлення деталей машин зварюванням та наплавленням, а основним завданням – спроба розгля-

нути розвиток матеріалів в історії науки електродугового зварювання і наплавлення. Методологічною основою дослідження є загальні принципи об'єктивності, історизму, які передбачають об'єктивний опис і аналіз подій на основі науково-критичного використання різноманітних джерел.

Основа увага дослідників з питання відновлення деталей сільськогосподарських машин приділялась аналізу матеріалів, які використовувалися при відновленні деталей сільськогосподарської техніки зварюванням та наплавленням, та якості металу після проведення цих відновлювальних процесів.

Ще в 1936 році М.М. Курнаков [1] відмічав, що серед сортів сталі необхідно виділити середньомарганцеві склади із вмістом вуглецю 0,25...0,35 %, кремнію 0,15...0,25 %, марганцю 1,4...2,8 %, які дають можливість при виготовленні з них деталей збільшити допустимі напруги на 50 % порівняно з вуглецевими сталями. На основі легування марганцем використовуються покриті наплавлювальні електроди ОЗН-250...ОЗН-400, наплавлений ме-

тал із вмістом 0,15..0,2 вуглецю та 2,4...4,2 % марганцю [2]. З цього ж питання В.А. Цуканов [3] вказав на позитивний вплив марганцю в сталях при його вмісті до 3 %.

Вперше найбільш повну характеристику марганцевих сталей в 1920-х роках дав Ліпін В.Н., [4] який зробив висновок про малу придатність сталей із вмістом більше 2 % марганцю через її крихкість (вміст вуглецю близько 0,5 %), але відмітив низьку чутливість їх до перегріву, що підтверджується дослідженнями, хоча в ряді робіт відмічається також чутливість марганцевих сталей до перегріву [5, 6].

Подопригора С.С. в 1930-х роках приводить багато даних із властивостями марганцевих сталей з вмістом марганцю до 1,81 %, відмічаючи чутливість марганцевих сталей до відпускнуї крихкості (вона приблизно відповідає деяким сортам хромонікелевої сталі). Зважаючи на це, Подопригора С.С. запропонував розглядати відпускну крихкість не з точки зору впливу одного елемента, а в комплексному впливі різних легуючих елементів та інших факторів [7].

В 1940-1950 роки В.Д. Садовський та Н.П. Чупракова відмічали, що коли при 1,55 та 2,4 % марганцю сталі після високого відпуску у відношенні абсолютного значення ударної в'язкості майже не поступаються хромистим чи нікелевим сплавам, то при 3,55 та 4,5 % марганцю настає суттєве погіршення (вивчались середньовуглецеві сталі із вмістом вуглецю 0,34-0,39%) [8]. Ряд авторів, вказуючи на можливість легування сталей марганцем в кількості більше 2%, доводять необхідність при цьому зниження вмісту вуглецю [3, 9].

Деякі дані властивостей середньомарганцевих складів сталі із вмістом марганцю до 5 % приводить Гудремон Е. в 1937 р., який вказує, що сталі з підвищеним вмістом марганцю та низьким вмістом вуглецю відзначаються високою в'язкістю та доброю

зварюваністю [10].

В 1950 роках Нехейдзі Ю.А. вказує на можливість застосування марганцевої сталі із вмістом марганцю більше 2 % при пониженому вмісті вуглецю (до 0,2 %) відмічаючи, що сталь при цьому має добру ударну в'язкість [11].

На основі аналізу літературних джерел можна відмітити, що для відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки наплавленням під флюсом достатньо легувати наплавлений метал марганцем в кількості до 3%.

Дослідження, проведені Ю.А. Стеренбогеном [6], показали, що підвищення складу кремнію в металі шва при здійсненні відновлення деталей сільськогосподарської техніки зварюванням еквівалентне деякому збільшенню кількості розчиненого вуглецю. Встановлено, що в умовах циклічних навантажень в обертових деталях сільськогосподарських машин тріщини з'являються та розвиваються у зонах з підвищеним вмістом легуючого елемента.

М.М. Потапов пропонував оцінювати схильність металу до крихкого руйнування за еквівалентом шкідливих домішок P_e [12]:

$$P_e = P \% + 1,1S \% \text{ (вага)}. \quad (1)$$

При $P_e = 0,045$ стійкість металу шва крихкого руйнування вважається достатньою в галузі від'ємних температур.

При наявності легуючих елементів та вуглецю в металі шва на схильність до утворення холодних тріщин впливають не тільки режими зварювання, а й раціональне легування [13].

Дослідження, проведені в ІЕЗ ім. Є.О. Патона АН УРСР, показали, що по стійкості сталі до утворення крихких тріщин вони розміщуються в наступному порядку: 10ХСНД, 10Г2С, 15ХСНД, 16Г2АФ, 18Г2АФ, 15Г2АФД, хоча за еквівалентом шкідливих домішок та вмісту вугле-

цю перші три марки мають перевагу [14]. Наплавлювальні дроти, які застосовуються для відновлення зношених деталей сільськогосподарських машин (ГОСТ 19543-75), мають еквівалентний вміст шкідливих домішок $P_c = 0,04 + 1,1 \times 0,04 = 0,084$, що значно перевищує рекомендоване.

За результатами своїх досліджень в 1975 році Юліус Зеке [15] визначив залежність при умові одношарового наплавлення для визначення основності флюсу:

$$B_2 = \frac{CaO + MnO + MgO + K_2O + Na_2O}{SiO_2 + TiO_2 + ZrO_2}, \quad (2)$$

В 1960-х–1970-х роках Б.Є. Патон, К.В. Багрянським та М.О. Ольшанським було досліджено окремі фактори, які впливають на якість ремонтного наплавлення деталей сільськогосподарських машин. Вказані фактори визначали умови протікання процесу зварювання та накладали деякі як технологічні, так і конструктивні обмеження [16, 17, 18].

Вони запропонували розрахункову формулу хімічного складу металу шва:

$$R_{ш} = \gamma_{ел} R_{ел} + (1 - \gamma_{ел}) R_0 \pm \Delta R, \quad (3)$$

де $R_{ш}$ – розрахунковий вміст елемента в металі шва, %;

$R_{ел}$, R_0 – аналітичний вміст елемента в електродному дроті і основному металі, %;

$\gamma_{ел}$ – відсоткова частка електродного металу в металі шва;

$\pm \Delta R$ – коефіцієнт засвоєння, що визначає перехід елемента з флюсу в метал шва або навпаки.

Аналіз сталених деталей сільськогосподарської техніки за твердістю робочих поверхонь, проведений в 70-х роках ХХ ст. В.М. Кряжковим, показує, що вони в основному розділяються на три групи:

- покращуємі з твердістю 25-30 HRC;

- після загартування та середнього відпуску з твердістю 40-45 HRC;

- після загартування та низького відпуску з твердістю 52-55 HRC.

Деталі сільськогосподарської техніки, які підлягають відновленню, в основному виготовляються із вуглецевих та низьколегованих сталей із вмістом вуглецю 0,3-0,6 %, необхідна зносостійкість забезпечується відповідною термічною чи хіміко-термічною обробкою. Наплавлення під флюсом зазначених деталей із застосуванням наступної термообробки не потребує застосування дефіцитних електродних матеріалів. Для виключення додаткової термічної обробки при відновленні деталей сільськогосподарської техніки багатьма дослідниками використовується метод легування наплавленого металу, що забезпечує самозагартування нанесеного шару при природньому охолодженні деталі після наплавлення.

Для виготовлення легуючих флюсів-сумішей широко використовувалась технологія, запропонована Н.І. Доценком (НИИАТ), коли у флюс додають ферохром та графіт, що дозволяє отримати необхідну твердість поверхні без додаткової термообробки. Для можливості корегування складу флюсів-сумішей із метою отримання необхідного хімічного складу наплавленого металу С.О. Ткаченком у 1972 р. [19] було отримано при обробці дослідних наплавок рівняння регресії.

Аналіз літературних джерел та дослідження показали, що для відновлення значної кількості деталей, виготовлених із середньовуглецевих конструктивних сталей з твердістю робочої поверхні HRC 40-60, доцільно використовувати систему легування С-Mn-Si.

Для легування наплавленого металу використовувались наступні флюси:

1. Флюс АН-348А з додаванням алюмінію у вигляді пудри ПАК-1 (ГОСТ 5494-56). В якості сполучного матеріалу використовували натрієве рідке скло густиною 1,45 в кількості 15% від ваги сухої суміші.

2. Флюс ОСЦ-45 з додаваннями карбиду кальцію (ГОСТ 1460-63) в кількості 5-20%, попередньо подрібненого на гранули розміром 0,1-0,3 мм (Авторське свідоцтво №484958).

3. Плавлений флюс ФО-28 (Авторське свідоцтво №353804), що забезпечував підвищений перехід марганцю в метал шва і рафінування зварювальної ванни.

Польові та лабораторні (за схемою Брінелля) дослідження відносної зносостійкості показали, що склад наплавленого металу з використанням флюсів АН-348А, ОСЦ-45, нарівні та вище нової деталі. В якості еталону при лабораторних дослідженнях прийнято сталь 45 з твердістю HRC 40,

при польових – стандартний каток трактора класу 30 кН.

Аналіз результатів дослідження, проведеного А.В. Ковалем в 1985 р. [20], показав, що прийнята система легування дозволяла значно підвищити зносостійкість сполучених деталей і сполучення в цілому.

При використанні флюсу ФО-28 для відновлення зношених деталей наплавленням з використанням наплавлявальних дротів Нп-30ХГСА, Нп-80 (ГОСТ 10543-75) метал шва самозагартовується при природному охолодженні із-за підвищеного вмісту марганцю, рафінується, якість відновлених деталей є високою [21].

Основний розвиток теоретичних основ дугового зварювання та наплавлення, розпочався в кінці 30 років ХХ ст., коли постала потреба створити нові автоматизовані технологічні процеси, які забезпечували б високу якість з'єднань, дав високопродуктивні методи зварювання та наплавлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Курнаков Н.С. Введение в физико-химический анализ / Н.С. Курнаков. – Л.: ОНТИ, Химтеорет. 3-е доп. изд-е., – 1936. – 194 с.

2. Юзвенко Ю.А. Наплавка: курс лекций для специалистов-сварщиков / Ю.А. Юзвенко. – К.: Наук. думка, 1976. – 68 с.

3. Цуканов В.А. Легирование конструкционной стали марганцем / В.А. Цуканов. – М.; Л.: Машгиз, 1959. – 204 с.

4. Липин В.Н. Металлургия чугуна, железа и стали / В.Н. Липин. – Л., 1927. – Т. 3, ч. 2. – 27 с.

5. Влияние состава керамических флюсов на пыле- и газовыделение при автоматической наплавке / К.А. Олейниченко [и др.] // Сварочное производство. – 1967. - №4. – С. 14–16.

6. Стеренбоген Ю.А. Перераспределение водород перед фронтом кристаллизации металла шва / Ю.А. Стеренбоген // Автоматическая сварка. – 1973. - №1. – С.5-7.

7. Подопригора С.С. Среднемарганцевая конструкционная сталь / С.С. Подопригора. – М.: ОНТИ, 1934. – 158 с.

8. Садовский В.Д. Структурная наследственность в стали / В.Д. Садовский, Н.П. Чупракова // Труды института металлофизики и металлургии АН СССР. – Свердловск, 1945. – Вып. 6. – С. 34–38.

9. Обергоффер П. Техническое железо. Строение и свойства / П. Обергоффер. – М.;Л., 1940. – 536 с.

10. Гудремон Э. Учение о специальных сталях / Э. Гудремон. – М.: ОНТИ НКТП, 1937. – 548 с.

11. Нехейдзи Ю.А. Стальное литье / Ю.А. Нехейдзи. – М.: Металлургиздат, 1948. – 314 с.
12. Потапов Н.Н. Влияние серы и фосфора на пластичность и ударную вязкость металла шва / Н.Н. Потапов // Автоматическая сварка. – 1973. - №1.- С. 8-11.
13. Макаров Э.Л. Влияние легирующих элементов на сопротивляемость высокопрочного металла шва образованию холодных трещин / Э.Л. Макаров, Г.М. Якушина, В.Е. Лазько // Сварочное производство. – 1975. - №4. – С.10-11.
14. Жемчужников Г.В. Стойкость низколегированных полустойких сталей против зарождения хрупких трещин / Г.В. Жемчужников, А.В. Павлов // Автоматическая сварка. – 1973. - №7. – С. 35-38.
15. Зеке Ю. Возможности количественной оценки металлургических характеристик флюсов / Юлиус Зеке // Флюсы и шлаки: материалы междунар. семинара. – К., 1975. – С. 18–22.
16. Багрянский К.В. Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами / К.В. Багрянский. – К.: Техника, 1976. – 182 с.
17. Технология электрической сварки плавлением / под ред. Б.Е. Патона. – М.;К.: Машгиз;ГОНТИ, 1962. – 663 с.
18. Сварка в машиностроении. Т.1 / под ред. Н.А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 1978. – 504 с.
19. О переходе легирующих элементов при восстановлении деталей сельскохозяйственной техники / Д.Г. Вадивасов, А.Г. Коваль, С.А. Ткаченко, В.М. Черняев. – Благовещенск, 1971. – 25 с.
20. Сварка и резка чугуна / В.Г. Иванов [и др.]– М.: Машгиз, 1977.– 65 с.
21. Коваль А.В. Сварочный флюс ФО-28 для восстановления изношенных стальных деталей / А.В. Коваль, В.П. Якименко, Ю.А. Шалагинов // Сварочное производство. – 1985. - №1. – С. 12-13.

Герук С. М., Сукманюк О. М. Фрагменты истории развития материалов для восстановления деталей сельскохозяйственных машин сваркой и наплавкой. Постоянное повышение стоимости энергоносителей, которые используются в процессе восстановления деталей с помощью электрической дуги, заставляет ставить перед исследователями, научными работниками и производителями задачи относительно возможности создания эффективных и экономических материалов для восстановления деталей сельскохозяйственных машин. Работа посвящена сложному и актуальному вопросу развития материалов для восстановления деталей сельскохозяйственных машин сваркой и наплавкой.

Ключевые слова: история, материалы, сваривания, наплавка, восстановление

Geruk S.M., Sukmaniuk O. M. Fore historical glimpses of agricultural machine parts materials development for rehabilitation by welding and surfacing. *The constant increase of the energy cost used in the restoring parts process with the help of an electric arc forces make researchers, scientists and manufacturers create more efficient and economical materials for the agricultural machines parts rehabilitation. The work is devoted to the complex and urgent issue of the agricultural machines parts materials rehabilitation development by welding and surfacing.*

Key-words: history, materials, welding, surfacing, rehabilitation