

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНА НАУКОВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА БІБЛІОТЕКА**

*Історико-бібліографічна серія  
«Аграрна наука в особах, документах, бібліографії»  
Книга 43*

**С.М. Герук, О.М. Сукманюк**

**ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН  
ЗВАРЮВАННЯМ І НАПЛАВЛЕННЯМ:  
СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК**

Київ–2011

УДК 631.3:001

*Історико-бібліографічна серія  
«Аграрна наука в особах, документах, бібліографії»*

**Книга 43**

*заснована директором ДНСГБ НААН,  
членом-кореспондентом НААН  
В. А. Вергуновим у 2001 р.*

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Державної наукової сільськогосподарської бібліотеки НААН  
«28» січня 2011 р. (протокол № 1)*

Рецензенти:

**О.Є. Тарабрін** – доктор сільськогосподарських наук, професор, заступник директора Державної наукової сільськогосподарської бібліотеки Національної академії аграрних наук України з питань наукового менеджменту та впровадження наукових розробок.

**В.С. Ловейкін** – доктор технічних наук, професор, директор науково-дослідного інституту техніки і технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**І.Г. Грабар** – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Житомирського національного агроскологічного університету.

ISBN 547-966-8300-38-4

**Герук С. М. Відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням : становлення та розвиток / С. М. Герук, О. М. Сукманюк. – К., 2011. – 198 с.**

Монографія присвячена комплексному дослідженню проблеми історії відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням у період з початку винайдення електричної дуги 1802 р. до 90-х рр. XX ст. Матеріал підготовлений у вигляді історичного нарису, що розкриває цілісну картину історії становлення та розвитку наукових поглядів про відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням; визначення концептуальних засад цього розвитку за рахунок використання виявлених закономірностей і тенденцій еволюції наукових ідей про відновлення деталей. В роботі проаналізовано і висвітлено науково-організаційний підхід до розвитку проблеми, де розглянуті з погляду еволюції наукові центри та окремі діячі, діяльність яких безпосередньо пов'язана з темою дослідження.

Розрахована на науковців, істориків науки і техніки, аспірантів, викладачів і студентів вузів I-IV рівня акредитації.

ISBN 547-966-8300-38-4

© Національна академія аграрних наук України,  
Державна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН

## ПЕРЕДМОВА

В умовах сьогодення, коли при розвитку виробництва, науки і техніки постала необхідність збереження та економії сировинних і енергетичних ресурсів країни, все більш значну роль у досягненні високої якості та експлуатаційної надійності машин і зменшення їхньої вартості набувають процеси якісного відновлення зношених деталей сільськогосподарських машин, зокрема зварюванням і наплавленням, яке набуло широкого застосування.

Постійне підвищення вартості енергоносіїв та матеріалів, які використовуються у процесі відновлення деталей за допомогою електричної дуги, змушує ставити перед дослідниками, науковцями і виробниками завдання щодо можливості створення більш ефективніших та економічніших способів відновлення деталей та виключення з цього процесу подальшої термічної та механічної обробки.

Актуальність теми визначається й тим, що дослідження еволюції наукових ідей про відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням формує й доповнює загальнонаціональну історію науки і техніки України взагалі та аграрної зокрема. Крім того, досвід минулого у всій своїй багатогранності сприяє критичному усвідомленню сучасного стану та прогнозування майбутнього науки про відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням. У час, коли економіка країни вимагає необхідності відновлення промислового потенціалу, потреба у знаннях про розвиток різноманітних виробничих технологій є неоціненою, зокрема в галузях техніки й технічних наук, які переживають не кращі свої часи. А тому визначення ролі вітчизняних учених, винахідників і знання історичних

обставин, що впливали на цей розвиток, є в даному випадку загальнонаціональним скарбом нашої держави.

До головної мети підготовленої монографії належить спроба об'єктивного відтворення цілісної картини історії становлення та розвитку наукових поглядів про відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням; визначення концептуальних засад цього розвитку за рахунок використання виявлених закономірностей і тенденцій еволюції наукових ідей про відновлення деталей.

Отже, дослідження історії відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дозволить осмислити основні закономірності та розкрити її вплив і роль на розвиток як сільськогосподарської галузі, так і на загальний технічний розвиток.

**Директор Державної наукової  
сільськогосподарської бібліотеки  
НААН, доктор с.-г. наук, професор,  
член-кореспондент НААН**

***В. А. ВЕРГУНОВ***

## ВСТУП

Зважаючи на рівень розвитку, ситуацію в економіці, а також на ту роль, яку відіграють процеси відновлення сільськогосподарських деталей зварюванням та наплавленням в технічній інфраструктурі України (особливо, враховуючи значну спрацьованість засобів виробництва у нашій державі), вважається, що дослідження питань, які стосуються шляхів їхнього становлення та розвитку, наразі є дійсно актуальним. На сьогодні проведено значну роботу з вивчення теоретичних проблем історії науки і техніки взагалі, а це свідчить про те, що вже створено необхідні передумови і для діалектичного розкриття поступальної ходи творчої думки, ліпшого розуміння проблем сучасного становища та майбутнього не тільки науки і техніки загалом, а й окремих їх галузей (у нашому випадку – відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням).

Безумовно, проводити подібні дослідження необхідно, що в певній мірі здійснюється на вже існуючій теоретичній базі, однак необхідно обов'язково розкрити процеси становлення та розвитку в руслі вивчення загальних проблемних питань історії науки і техніки, які охоплюють сфери діалектичної взаємодії техніки й природознавства, внеску як окремих країн, так і конкретних особистостей у розвиток науки і техніки та їх ролі в сучасному суспільстві.

Аналіз наукових робіт з відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням дав змогу виділити такі періоди: дореволюційний (1803–1917 рр.); радянський (1917–1991 рр.) та сучасний (1991 по теперішній час).

Дореволюційний період бере свій початок з моменту виходу наукового видання В.В. Петрова «Известия о Гальвани-Вольтовских опытах» виданої в 1803 році<sup>1</sup>. У своїй книзі автор описує нове відкрите явище, яке він спостерігав між вугільними електродами, що були з'єднанні з полюсами батареї. В подальшому про свій винахід В.В. Петров писав у книзі «Новые электрические опыты», яка була видана у 1804 р.<sup>2</sup> Вказана робота є, безумовно, першоджерелом висвітлення початку розвитку нового на той час технологічного процесу. В ній наведена характеристика та технологічні особливості проведення зварних робіт.

1. *Петров В. В. Известия о Гальвани-Вольтовских опытах.* / В. В. Петров. – СПб. : Типогр. Гос. Мед. Коллегии, 1803. – 195 с.

Особливу цінність при проведенні дослідження, становить віднесена до цього ж періоду робота дослідника Лачінова Д.А., «Электрическое паяние металлов по способу «Электрогефест» (1887 р.)<sup>3</sup>, в якій описувався новий спосіб з'єднання та відновлення деталей, винайдений М.М. Бенардосом у 1881 р. та названий ним «Электрогефест». Рюльман Р. у своїй праці «Способ г. Бенардоса электрического спаивания и сваривания» (1887 р.) охарактеризував новий спосіб з'єднання металів за допомогою електричної дуги<sup>4</sup>.

Значний здобутком для дослідників до цього часу залишається одна з перших друкованих праць Славянова М.Г. «Электрическая отливка металлов. Руководство к установке и практическому применению ее» (1892 р.)<sup>5</sup>, яка стала першим у світі науковим посібником з дугового зварювання, та містила в собі письмові свідчення про технології проведення зварювання та наплавлення, а також зачатки механізації і автоматизації зазначених робіт. Книга була перевидана в 1929 р. журналом «Сварочный вестник» у Берліні та в 1930 році окремі статті надруковані в збірнику «Автогенная сварка» (Сан-Петербург), а в 1954 році була повністю перевидана московським видавництвом «Машгиз». Вона не тільки має історичних інтерес, але й заслуговує увагу зварювальників нашого часу, так як в ній наведені дослідні дані і висвітлені шляхи розвитку варювальної техніки. Також варто звернути увагу на термінологію, виразні і оригінальні назви, як: «пропарка», «прожигание», «капавка», «заливание», «приливание», «наливание» та ін. були вперше введені автором<sup>5</sup>. Можливість відновлення дзвону за допомогою нового на той час методу з'єднання металів електричною дугою М.Г. Славянов детально висвітлив у брошурі «О возможности исправления московского царь-колокола» (1893 р.)<sup>6</sup>.

Відновлення деталей машин в радянський період стало на шлях наукового обґрунтування процесів зварювання та наплавлення, вивчення властивостей металів, що й було зроблено В.М. Ліпіним у роботі «Металлургия чугуна, железа и стали»<sup>7</sup>, яка була видана в 1927 р.

2. Петров В. В. Новые электрические опыты / В. В. Петров – СПб., 1804.

3. Лачинов Д. А. Электрическое паяние металлов по способу «Электрогефест» / Д. А. Лачинов // Электричество. – 1887. – № 7. – С. 64-66.

4. Рюльман Р. Способ г. Бенардоса электрического спаивания и сваривания. / Р. Рюльман // Электричество. – 1887. – № 14-15. – С. 147-153.

5. Славянов Н. Г. Электрическая отливка металлов: проспект / Н. Г. Славянов. – СПб., 1891 – 69 с.

6. Славянов Н. Г. О возможности исправления московского царь-колокола / Н. Г. Славянов. – СПб., 1893.

7. Лишин В. Н. Metallurgy of cast iron, steel and steel / В. Н. Лишин. – Л., 1927. – Т. 3, ч. 2. – 27 с.

Продовженням роботи у вказаному напрямку стала праця С.С. Подопрігори «Среднемарганцевая конструкционная сталь» (1934 р.)<sup>8</sup>, а також роботи у 1937 р. Е. Гудремон.а «Учение о специальных сталях»<sup>9</sup>, в 1940 р. П. Обергоффера «Техническое железо. Строение и свойство»<sup>10</sup> та ряд інших робіт.

Слід відмітити, що суттєвим надбанням історичної науки стала праця, яка була опублікована у 1940 р. за редакцією С.І. Вавилова „Академик В.В. Петров 1761-1834. К истории физики и химии в России в начале XIX в.» в якій показано життя та діяльність академіка В.В. Петрова<sup>11</sup>. На сторінках вказаної роботи було зроблено історичний аналіз та дано оцінку внеску В.В. Петрова у розвиток науки і техніки. Початок Великої Вітчизняної війни зумовив та спрямував розвиток зварювального та відновлювального виробництва за допомогою електричної дуги у русло підвищеної якості та швидкості проведення робіт. Ці вимоги були продиктовані потребами у високоякісних машинах і механізмах, які використовувались під час військових дій, що в свою чергу дало поштовх подальшій механізації та автоматизації цих процесів.

Роботи, які стали невід'ємною частиною проведення дослідження щодо механізації та автоматизації процесів зварювання та відновлення деталей, описані в працях Є.О. Патона «Скоростная автоматическая сварка под флюсом»<sup>12</sup>, «До історії розвитку автоматичного дугового зварювання»<sup>13</sup>, виданих у 1941 році, в яких описується історія розвитку та процеси автоматизації електродугового зварювання. Б.Є. Патон у своїй роботі виданій у 1944 році «Экспериментальное исследование процесса автоматической сварки под слоем флюса»<sup>14</sup> довів доцільність та ефективність використання автоматизації для процесу зварювання під шаром флюсу.

У післявоєнні роки радянський період характеризується подальшим вдосконаленням існуючих способів і створенням нових методів зварювання, наплавлення та відновлення деталей за допомогою електричної дуги. Разом з тим набирало обертів дослідження та виробництво устаткування, витратних матеріалів, що

8. Подопрігори С. С. Среднемарганцевая конструкционная сталь / С. С. Подопрігори. – М. : ОНТИ, 1934. – 158 с.

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

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

11. Патон Б. О. Скоростная автоматическая сварка под флюсом / Б. О. Патон. – М. : Машгиз, 1941. – 119 с.

12. Академик В. В. Петров. 1761-1834. К истории физики и химии в России в начале XIX в. : сб. ст. и материалов / под ред. С. И. Вавилова. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1940. – 251 с.

13. Патон Б. О. До історії розвитку автоматичного електродугового зварювання / Б. О. Патон // Вісті академії наук УРСР – 1941. – № 2-3. – С. 28–37.

14. Патон Б. Е. Экспериментальное исследование процесса автоматической сварки под слоем флюса / Б. Е. Патон. А. М. Макара. – К. : Ин-т электросварки АН УССР, 1944. – 92 с.

використовувались при відновленні деталей сільськогосподарських машин.

Теоретичним питанням присвятили свої дослідження щодо розробки та використання витратних матеріалів у 1945 році К.В. Любавський «Флюсы для автоматической сварки»<sup>15</sup>, А.А. Алов «Электроды для дуговой сварки и наплавки» (1947)<sup>16</sup>, К.К. Хренов «Керамические неплавленные флюсы для автоматической сварки» (1951 р.)<sup>17</sup>, К.В. Багрянский «Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами» (1976 р.)<sup>18</sup>, А.В. Коваль «Сварочный флюс ФО-28 для восстановления изношенных стальных деталей» (1985 р.)<sup>19</sup>, А.М. Солоха «Флюс для автоматической сварки железоникелевых сталей и сплавов» (1988 р.)<sup>20</sup>.

При роботі по темі дисертації були використані опубліковані праці в галузі відновлення деталей зварюванням та наплавленням, які проводили Г.І. Пономарев «Восстановление неподвижных посадок приваркой стальной ленты» (1958 р.)<sup>21</sup>, О.В. Поляченко «Способы восстановления неподвижных посадок» (1958 р.)<sup>22</sup>, П.М. Львовий «Восстановление изношенных деталей наплавкой трубчатыми электродами» (1960 р.)<sup>23</sup>, М.Ф. Грохольский «Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой» (1966 р.)<sup>24</sup>, Ф.І. Петренко «Способы восстановления шеек коленчатых валов автотракторных двигателей» (1968 р.)<sup>25</sup>, І.П. Ніловський «Опыт ремонта лемехов и других деталей сельскохозяйственных машин сварочным методом» (1969 р.)<sup>26</sup>, В.М. Кряжков «Восстановление деталей сельскохозяйствен-

15. Любавский К. В. Флюсы для автоматической сварки / К. В. Любавский // Электродуговая сварка и наплавка. – М.: Машгиз, 1945. – С. 30–45. – (Тр. ЦНИИТМАШ).

16. Алов А. А. Электроды для дуговой сварки и наплавки / А. А. Алов; ЦНИИТМАШ. – М.; Свердловск: Машгиз, 1947. – 88 с.

17. Хренов К. К. Керамические неплавленные флюсы для автоматической сварки / К. К. Хренов, Д. М. Кушнерев // Автоген. дело. – 1951. – № 5. – С. 1–4.

18. Багрянский К. В. Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами / К. В. Багрянский. – К.: Техника, 1976. – 182 с.

19. 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.

20. Флюс для автоматической сварки железоникелевых сталей и сплавов / А. М. Солоха, Т. М. Старушенко, В. А. Пестов, В. М. Кирыков // Автоматическая сварка. – 1988. – № 10. – С. 46–50.

21. Пономарев Г. И. Восстановление неподвижных посадок приваркой стальной ленты / Г. И. Пономарев // МТС. – 1958. – № 2. – С. 24–27.

22. Поляченко А. В. Способы восстановления неподвижных посадок / А. В. Поляченко, Г. И. Пономарев // МТС. – 1958. – № 11. – С. 35–38.

23. Львовый П. Н. Восстановление изношенных деталей наплавкой трубчатыми электродами / П. Н. Львовый, Центр. бюро техн. документации. – М., 1960. – 35 с.

24. Грохольский Н. Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой / Н. Ф. Грохольский. – М.: Машиностроение, 1966. – 275 с.

25. Петренко Ф. И. Способы восстановления шеек коленчатых валов автотракторных двигателей / Ф. И. Петренко // Восстановление изношенных деталей машин наплавкой: материалы семинара. – К.: Знання, 1968. – С. 39–45.

26. Ніловський І. П. Опыт ремонта лемехов и других деталей сельскохозяйственных машин сварочным методом / И. П. Ніловський // Тр. ГОСНИТИ. – 1969. – № 19. – С. 148–151.



ной техники механизированной наплавкой с применением упрочняющей технологии» (1972 р.)<sup>27</sup>, Є.Л. Воловик «Способы восстановления опорных катков тракторов класса 3 т» (1975 р.)<sup>28</sup>, В.І. Черноіванов «Восстановление деталей сельскохозяйственных машин»<sup>29</sup> (1983 р.). Слід зазначити, що вказані автори значну увагу приділили відновленню деталей машин, в тому числі і зварюванням та наплавленням, але в них історія розвитку цього процесу не досліджувалась.

Важливим був аспект щодо проблеми підвищення якості та зменшення часу на виконання відновлювальних робіт за допомогою зварювання та наплавлення, що ставило перед науковцями завдання створення нових технологій. Це призвело до поступового виключення людського фактору з проведення процесів відновлення та створення роботів для зварювання та наплавлення, розвиток яких показав у своїй роботі в 1977 році Б.Є. Патон «Управление процессом дуговой сварки путем программирования скорости подачи электродной проволоки»<sup>30</sup>, у 1982 році описав В.А. Тімченко «Состояние и тенденция развития роботов для сварки»<sup>31</sup>.

Варто відзначити, що у зв'язку з стрімким розвитком зварювального та наплавлювального виробництва, сучасний період характеризується поступовим спадом у розвитку застосування електричної дуги для зварювання та відновлення деталей машин. Одночасно розвиваються та набувають значного поширення споріднені електродуговому способи з'єднання металів та відновлення деталей. До таких способів відносять застосування лазерно-дугових процесів, які описані в 2003 році Ю.В. Хаскіним у роботі «Комбинированные лазерно-дуговые процессы»<sup>32</sup>, а також у 2004 році в своїй праці «Комбинированный процесс точечной плазменно-дуговой сварки» Н.М. Воропаєв<sup>33</sup>.

Розвиток сільськогосподарської техніки, що стоїть у цей період на шляху наближення ремонтного виробництва до місць її безпосередньої експлуатації виклав у своїй роботі «Закономерности развития

27. Кражков В. М. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники механизированной наплавкой с применением упрочняющей технологии / В. М. Кражков. – М.: ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. – 207 с.

28. Способы восстановления опорных катков тракторов класса 3 т / Е. Л. Воловик, В. М. Дерябкин, Ю. Л. Костюков, Ю. М. Кислицкий // Тр. ГОСНИТИ. – 1975. – № 45. – С. 18–25.

29. Черноіванов В. И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин / В. И. Черноіванов, В. П. Андреев. – М.: Колос, 1983. – 288 с.

30. Тімченко В. А. Состояние и тенденция развития роботов для сварки / В. А. Тімченко, Г. Начев // Автоматическая сварка. – 1982. – № 7. – С. 45–58.

31. Хаскін В. Ю. Комбинированные лазерно-дуговые процессы / В. Ю. Хаскін // Сварщик. – 2003. – № 3. – С. 18–19.

32. Воропаєв Н. М. Комбинированный процесс точечной плазменно-дуговой сварки / Н. М. Воропаєв, В. М. Ілюшенко, В. А. Мищенко // Сварщик. – 2004. – № 4. – С. 26–27.

мобильной сельскохозяйственной техники» в 1994 році В.А. Саун<sup>34</sup>. Найвний стан та подальші перспективи застосування електричної дуги для відновлення деталей машин у 1999 році в своїй праці «Состояние и перспективы восстановления и упрочнения деталей машин»<sup>35</sup> висвітлив В.П. Лялякін.

Проблеми історії розвитку відновлення деталей сільськогосподарських машин досі лишилися недостатньо висвітленою в історіографії та в працях окремих дослідників розглядається у контексті більш широких наукових проблем, таких як історія науки і техніки, історія розвитку зварювального виробництва тощо.

Для виявлення історичних витоків, простеження еволюційних процесів в галузі зварюванням та наплавленням, а отже і відновлення деталей машин за допомогою цих процесів, важливе значення посідають писемні джерела фактичного матеріалу. До таких джерел слід віднести книгу за редакцією А.К. Тімірязєва «Очерки по истории физики в России», яка була видана у 1920 р., автор якої особисто знаючи М.М. Бенардоса писав, що досягнення М.М. Бенардоса в той час були достатньо описані в літературі, але жодних даних біографічного характеру про нього не було.

Поодинокі фрагментарні дані з досліджуваної теми зустрічаються у роботі Є.О. Патона «До історії розвитку автоматичного дугового зварювання» (1941 р.)<sup>36</sup>, в якій притаманні технологічний опис проведення робіт, та основна увага акцентується на створенні нових пристроїв та витратних матеріалів. Це дає змогу використати її лише як першоджерело для даного дослідження.

Цій же проблемі присвячена книга К.К. Хренова та С.Т. Назарова «Автоматическая дуговая электросварка», яка видана у Москві в 1949 році. Вказана робота містить інформацію з історії автоматизації процесу дугового електрозварювання з початку його виникнення. Наведена робота не містить в собі фактичних даних з історії розвитку відновлення деталей сільськогосподарських машин, але характеризує технології, які застосовувались при зварюванні та наплавленні.

Окремі аспекти проблеми висвітлено у працях, присвячених персоналіям видатних вчених і дослідників діяльність яких була пов'язана з розробкою та впровадження у виробництво нових

34. Саун В. А. Закономерности развития мобильной сельскохозяйственной техники / В. А. Саун. – М. : Колос, 1994. – 159 с.

35. Лялякин В. П. Состояние и перспективы восстановления и упрочнения деталей машин / В. П. Лялякин // Тр. Всерос. науч.-исслед. ин-га технологии упрочнения, восстановления и изготовления деталей ВНИИТУВИД «Ремдеталь». – М., 1999. – С. 5–27.

36. Патон С. О. До історії розвитку автоматичного електродугового зварювання / Є. О. Патон // Вісті академії наук УРСР. – 1941. – № 2-3. – С. 28–37.

технологій та методів зварювання та наплавлення. Дослідження життя і діяльності М.Г. Славянова, М.М. Бенардоса та Є.О. Патона присвяченні роботі В.В. Данилевського «Творцы электросварки Н.Ч. Бенардос и Н.Г. Славянов» (1951 р.)<sup>37</sup> та О.М. Корнієнко «Н.Н. Бенардос – автор дуговой сварки» (1981 р.)<sup>38</sup>.

Питанню історії розвитку електродугового зварювання приділялась увага в роботі академіка В.П. Нікітіна «Русское изобретение – электрическая дуговая сварка» (1952 р.)<sup>39</sup>, яка поповнила фундаментальні дослідження з теми дисертації. Але її притаманні застарілі погляди часів Радянського Союзу, а також обмеження дослідження описом виключно вітчизняних науковців, що принижує вклад іноземних дослідників в розвиток зварювання та наплавлення і не сприяє об'єктивності вказаної роботи.

Важливими є праці М.М. Матійко і О.І. Коренного «Євген Оскарович Патон» (1961 р.)<sup>40</sup>, І.Ю. Малишевського «Рассказы о Патоне» (1990 р.)<sup>41</sup>, які містять в собі значний фактологічний матеріал про життя, творчість та надбання видатної постаті в галузі розвитку електрозварювання виробництва Євгена Оскаровича Патона. У вказаних працях основна увага акцентується на досягненнях видатного вченого, однак проблемі відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням увага не приділялась.

Найбільш вагомий внесок у вивчення історії розвитку зварювального виробництва, що на думку автора є найбільш близькою працею до досліджуваної теми, зробив у своїй роботі «У истоков электрогестаста»<sup>42</sup>, виданої у 1987 р. О.М. Корнієнко. В цій роботі він детально розповідає про історію розвитку технологічних процесів зварювання металів. Однак зазначена робота не дає змоги проаналізувати історію розвитку відновлення деталей сільськогосподарських машин, що суттєво відрізняє її від теми дослідження.

37. Творцы электросварки Н. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов : библиогр. указ. / сост. О. Н. Флоринская ; под ред. В. В. Данилевского. – Л., 1951. – 56 с. – (Гос. публ. б-ка им. М. Е. Салтыкова-Щедрина).

38. Корниенко А. Н. Н. Н. Бенардос – автор способа дуговой сварки / А. Н. Корниенко // Сварочное производство. – 1981. – № 7. – С. 4-5.

39. Никитин В. П. Русское изобретение – электрическая дуговая сварка / В. П. Никитин. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – 140 с.

40. Матійко М. М. Євген Оскарович Патон / М. М. Матійко, О. І. Коренной. – К. : Держтехвидав УРСР, 1961. – 120 с.

41. Малишевский И. Ю. Рассказы о Патоне / И. Ю. Малишевский – 2-е изд., испр. и допр. – К. : Дніпро, 1990. – 485 с.

42. Корниенко А. Н. У истоков «электрогестаста» / А. Н. Корниенко. – М. : Машиностроение, 1987. – 168 с.

При всій багатогранності згаданих робіт, в яких в більшій чи меншій мірі висвітлюється згадана проблема, ще досі немає праці у якій би комплексно досліджувались аспекти становлення та розвитку відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням.

Найбільшу цінність ці видання становлять собою для проведення автором порівняльного аналізу та більш глибокого розуміння досліджуваної теми.

Серед робіт, проведених науковцями з питань, що так чи інакше близькі до теми даної праці, слід відмітити дослідження проведені у 2005 році доктором історичних наук Л.І. Сухотеріною на тему «Становлення і розвиток технічних наук в Україні у 20–30-ті роки ХХ ст. у загальноісторичному контексті»<sup>43</sup>, у 2006 році доктором технічних наук Л.Г. Полонським на тему «Розвиток техніки тигельного, газополуменового та електродугового напилювання покриттів із найдавніших часів до кінця ХХ ст.»<sup>44</sup> та у 2009 році доктором історичних наук О.М. Корнієнком на тему «Становлення та розвиток зварювального виробництва в Україні у світовому контексті (70-ті роки ХІХ ст. – 50-ті роки ХХ ст.)»<sup>45</sup>.

У своїй роботі Л.І. Сухотеріна досліджує розвиток технічних наук загалом, не зупиняючись на конкретній з них чи приділяючи увагу історії розвитку втілення в практику тих чи інших винаходів. Робота Л.Г. Полонського присвячена розвитку техніки тигельному, газополуменовому та електродуговому напиленню, в якій здійснено аналіз розвитку видів напилення у світовому контексті, а також визначено перспективи розвитку цієї галузі.

Найближчою до завдань теми дисертаційного дослідження є робота, проведена О.М. Корнієнком, однак його дослідження мають більш загальний характер і охоплюють лише розвиток зварювального виробництва, а відтак не торкаються теми відновлення деталей зварюванням та наплавленням загалом та сільськогосподарської техніки зокрема. Матеріали вказаного дослідження охоплюють історію розвитку зварювального виробництва в обмежені хронологічні межі (70-ті роки ХІХ ст. – 50-ті роки ХХ ст.), що не дало змоги розглянути новітні методи зварювання і наплавлення.

43. Сухотеріна Л. І. Становлення і розвиток технічних наук в Україні у 20–30-ті роки ХХ ст. у загальноісторичному контексті : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра іст. наук : спец. 07.00.07 / Л. І. Сухотеріна. – К., 2005. – 31 с.

44. Полонський Л. Г. Розвиток техніки тигельного, газополуменового та електродугового напилювання покриттів із найдавніших часів до кінця ХХ ст. : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.28.01 / Л. Г. Полонський. – К., 2006. – 37 с.

45. Корнієнко О. М. Становлення та розвиток зварювального виробництва в Україні у світовому контексті (70-ті роки ХІХ ст. – 50-ті роки ХХ ст.) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра іст. наук : спец. 07.00.01 / О. М. Корнієнко. – К., 2009. – 21 с.

Пошуку та розробленню теоретичних основ історії науки і техніки, їх ролі та місця в суспільстві, знаходженню шляхів і засобів прискорення впровадження у життєдіяльність суспільства, присвячені такі загальнотеоретичні роботи і дослідження: О.О. Зворикіна «О некоторых вопросах периодизации истории естествознания и техники»<sup>46</sup>, «История техники»<sup>47</sup>, Ю.С. Мелешенко «Техника и закономерности её развития»<sup>48</sup>, В.А. Кирилліна «Страницы истории науки и техники»<sup>49</sup>, Б.А. Рыбакова «Ремесло Древней Руси»<sup>50</sup>, С.В. Шухардіна «Основы истории техники»<sup>51</sup>, «Техника в её историческом развитии: от появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства»<sup>52</sup>, Г.М. Доброва «Наука о науке»<sup>53</sup>, Л.Д. Белькіна «История техники»<sup>54</sup>, І.Я. Конфедератова «К вопросу о периодизации всеобщей истории техники»<sup>55</sup> в даних роботах визначено основні поняття і терміни, з якими стикаємось при вивченні тих чи інших напрямків розвитку, визначено предмет історії науки і техніки, розроблено принципи періодизації, розкрито взаємозв'язки між технікою та наукою, виявлено фактори впливу на розвиток науки і техніки та показано основні закони і закономірності.

В цілому вказані джерела не відображають суті досліджуваної теми, що помітно незбресним оком. По-перше, вони не стосуються відновлення деталей сільськогосподарських машин; по-друге, вони охоплюють обмежені територіальні одиниці, або ж визначені проміжки часу, у зв'язку з чим не відображають весь спектр досліджуваної теми.

Нами з'ясовано, що питання ж дослідження відновлення деталей, зокрема у частині ремонту цієї техніки електродуговим зварюванням та наплавленням у життєдіяльності людей, зв'язку її з різними соціальними явищами, періодизації та особливостей розвитку, які могли

46. Зворыкин А. А. О некоторых вопросах периодизации истории естествознания и техники / А. А. Зворыкин // История техники. - 1957. - Вып. 4. - С. 153-168.

47. История техники / А. А. Зворыкин, Н. И. Осьмова, В. И. Чернышёв, С. В. Шухардин. - М.: Соцгиз, 1962. - 772 с.

48. Мелешенко Ю. С. Техника и закономерности её развития / Ю. С. Мелешенко. - Л.: Лениздат, 1970. - 246 с.

49. Кириллин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кириллин. - М.: Наука, 1986. - 512 с.

50. Рыбаков Б. А. Ремесло Древней Руси / Б. А. Рыбаков. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - 792 с.

51. Шухардин С. В. Основы истории техники / С. В. Шухардин. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 278 с.

52. Техника в её историческом развитии: от появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства / отв. ред.: С. В. Шухардин, Н. К. Ламан, А. С. Фёдоров. - М.: Наука, 1979. - 416 с.

53. Добров Г. М. Наука о науке / Г. М. Добров. - К.: Наук. думка, 1989. - 304 с.

54. Белькинд Л. Д. История техники / Л. Д. Белькинд, И. Я. Конфедератов. - М.: Л.: Госэнергоиздат, 1956. - 491 с.

55. Конфедератов И. Я. К вопросу о периодизации всеобщей истории техники / И. Я. Конфедератов // Вопросы истории естествознания и техники. - 1957. - Вып. 4. - С. 141-152.

б збагатити інтелект інженерно-технічних працівників, практично залишилися поза увагою дослідників. Також фактично не досліджувався розвиток техніки, установок та пристосувань, джерел живлення та витратних матеріалів, які застосовувались для відновлення деталей сільськогосподарських машин, рушійні сили та потреби і проблеми удосконалення, ознайомлення з якими, на наш погляд, дозволило б краще усвідомити її роль серед інших видів спорідненої техніки, показало б можливості використання електродугового зварювання та наплавлення на користь задоволення соціальних потреб.

Отже, як свідчить аналіз відповідної літератури, історію розвитку технічних наук, конкретних видів відновлення деталей та зварювального виробництва висвітлювали в своїх роботах окремі історики та науковці інших галузей знань однак розглянути комплексно еволюцію наукових поглядів на відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням до цього часу зроблено не було.

Джерельна база, яка використовувалась при дослідженні складається з матеріалів, які можна поділити на дві групи:

1. Архівні матеріали.
2. Опубліковані наукові роботи вітчизняних та зарубіжних учених.

Одним із найважливіших джерел роботи є архівні матеріали. Наукова діяльність багатьох видатних вчених, які працювали над розробкою питань технічних наук, наукові і творчі матеріали, біографічні документи, документи про службову діяльність, листування, фотодокументи.

При написанні монографії авторами були використані праці вітчизняних та зарубіжних дослідників, які знаходяться у фондах Національної бібліотеки України ім. В.І.Вернадського, бібліотеки Національного наукового центру «Інституту механізації і електрифікації сільськогосподарства», Державної наукової сільськогосподарської бібліотеки НААНУ, бібліотеки Житомирського національного агроскологічного університету і Житомирської обласної універсальної наукової бібліотеки.

Широко використан також матеріали Центрального державного архіву вищих органів влади та управління України (ЦДАВО України). В них містяться особові справи з рукописами праць видатних вітчизняних вчених, епістолярії.

У фонді 331 «Личное дело академика Е.О. Патона. Начало 1935 г. Закончено 1938 г.» ЦДАВО України зберігається особова справа відомого українського вченого в галузі зварювання Є.О.Патона<sup>56</sup>. Матеріали, які зберігаються в архівосховищі, надали можливість

простежити життєвий та творчий шлях ученого, уточнити деякі факти його біографії, детальніше ознайомитися з творчими та науковими матеріалами, в результаті чого вдалося проаналізувати його особистий внесок в розвиток технологічних процесів зварювання та відновлення деталей машин у досліджуваній період.

У роботі широко використано документи, які зберігаються у особових фондах академіків і членів-кореспондентів Національної академії наук України Інституту архівознавства Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського. У фонді І<sup>57</sup> академіка Патона Євгена Оскаровича, ученого в галузі зварювання та мостобудування, містяться наукові і творчі матеріали, в тому числі і монографії, брошури та статті.

У фондах Російського державного історичного архіву<sup>58</sup> та Державного архіву Костромської області<sup>59</sup> зберігаються історичні документи та матеріали видатного винахідника в галузі електрозварювання та наплавлення Миколи Миколайовича Бенардоса. В архіві Російської Академії наук<sup>60</sup> зберігаються документи та матеріали діяча та дослідника процесів електрозварювання та наплавлення Миколи Гавриловича Славянова.

Важливим джерелом дисертаційного дослідження є періодичні видання. Увага до періодичних видань науково-технічного профілю обумовлювалася необхідністю розповсюдження науково-технічних знань серед широких верств населення країни, що в свою чергу було пов'язано з проведенням індустріалізації і технічним переозброєнням сільського господарства. Так, першими працями, присвяченими опису виникнення електричної дуги та можливості її застосування для зварювання металів, стали роботи В.В. Петрова, видані у період з 1801 по 1804 роки (Санкт-Петербург), а саме: «Известия о Гальвани-Вольтовских опытах»<sup>61</sup>, «Собрания физико-химических новых опытов и

56. Личное дело академика Е. О. Патона. Начато 1935 г. Закончено 1938 г. – Центральный державный архив вищих органів влади та управління України, ф. 331, оп. 2, спр. 268, арк. 17.

57. Академик Е. О. Патон – Ін-т архівознавства Нац. б-ки ім. В.І. Вернадського НАН України, ф. 1, оп. 1, спр. 55, арк. 1–17.

58. Комитет по техническим делам МТИП Привилегия №11982 (Способ соединения и разъединения металлов непосредственным действием электрического тока) Н. Н. Бенардоса. – Российский государственный исторический архив, ф. 24, оп. 4, д. 69, л. 1–10; Опись привилегии (Способ соединения и разъединения металлов непосредственным действием электрического тока) Н. Н. Бенардоса. – Российский государственный исторический архив, ф. 24, оп. 4, д. 69, л. 48; Привилегия (Способ соединения и разъединения металлов непосредственным действием электрического тока) Н. Н. Бенардоса. – Российский государственный исторический архив, ф. 24, оп. 4, д. 69, л. 23.; Изобретение Н. Н. Бенардоса Электрокультура (описание). – Российский государственный исторический архив, ф. 24, оп. 6, д. 502, л. 3–4 об.

59. Н. Н. Бенардос. – Государственный архив Костромской области, ф. 133, оп. 25, д. 1528, л. 33, 33 (об), 34, 34 (об).

60. Научные труды, биографические документы, документы по деятельности, переписка Славянова Н. Г. – Архив Российской Академии наук, ф. 585, оп. 1, д. 15, л. 1–67.

61. Петров В. В. Известия о Гальвани-Вольтовских опытах / В. В. Петров. – СПб.: Типогр. Гос. Мед. Коллегии, 1803. – 195 с.

наблюдений»<sup>62</sup>, «Новые электрические опыты»<sup>63</sup>.

У 1883 році в статті «Замечательные случаи применения электросварки по способу Бенардоса», опубліковані в «Горнозаводском листке» було описано застосування електрозварювання М.М. Бенардосом. В 1887 році Д.А. Лачінов в газеті «Электричество» дав оцінку новому на той час процесу з'єднання матеріалів електричним зварюванням в статті «Электрическое паяние металлов по способу «Электрөгөфест»»<sup>64</sup>.

Кінець XIX – початок XX століття ознаменувався та пройшов в дусі відкриття та подальших, на наш погляд, вдалих спроб практичного застосування електричної дуги та похідних від неї процесів електричного зварювання та наплавлення. Цим процесам тією чи іншою мірою присвятили свої друковані роботи більшість видатних вчених в галузі електрики та електротехніки, які давали не тільки опис самого явища, а й намагалися його обґрунтувати науково, що відслідковується, в першу чергу, в працях В.П. Нікітіна, Г.О. Ніколаєва, Р. Рюльмана, Ф.І. Герца, М.Г. Славянова, В.Ф. Міткевича, І. Ленгмюра, Г. Деві, П.Н. Котляревського, П.І. Яшневича, М.М. Бенардос<sup>65</sup>.

62. Петров В. В. Новые электрические опыты / В. В. Петров. – СПб., 1804.

63. Петров В. В. Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений / В. В. Петров. – СПб., 1801. – Ч. 1.

64. Лачинов Д. А. Электрическое паяние металлов по способу «Электрөгөфест» / Д. А. Лачинов // Электричество. – 1887. – № 7. – С. 64–66.

65. Никитин В. П. Электрические машины и трансформаторы для дуговой сварки / В. П. Никитин. – М.: Л.: Госэнергоиздат, 1934. – 260 с.; Пат. № 3140 СССР Н01F31/06, Н01F29/10. Сварочный трансформатор / В. П. Никитин. – № 2314; заявл. 26.03.1925 опубли. «Изв. ЭЛМТ» 30.06.1927 г.; Николаев Г. А. Элементы сварных конструкций / Г. А. Николаев. – М.: Л.: Госстройиздат, 1933. – 318 с.; Николаев Г. А. Сварка в местостроении / Г. А. Николаев, И. А. Моисеев. – М.: Госстройиздат, 1934. – 183 с.; Рюльман Р. Способ Г. Бенардоса электрического спайвания и сваривания / Р. Рюльман // Электричество. 1887. № 14–15. – С. 147–153; Герц Ф. И. О применении «Электрөгөфеста» в железнодорожных мастерских: докл. на 15 съезде инженеров службы подвижного состава и тяги в С.-Петербурге / Ф. И. Герц. – СПб., 1894. – 118 с.; Славянов Н. Г. Электрическая отливка металлов: проспект / Н. Г. Славянов. – СПб., 1891. – 69 с.; Славянов Н. Г. О возможности исправления московского царь-колокола / Н. Г. Славянов. – СПб., 1893; Slavyanov N. Coulage electric des metals / N. Slavyanov. – 1891; Славянов Н. Г. Электрическая отливка металлов: проспект / Н. Г. Славянов. – 1892; Славянов Н. Г. Электрическая отливка металлов / Н. Г. Славянов // Горный журнал. – СПб., 1892. – Т. 2, № 5. – С. 23; Славянов Н. Г. Об электрическом уплотнении металлических отливок, установленном практически в применении к стальным болванкам: докл. общему собранию членов «Русского технического общества» 27 (15) апр. 1895 г. / Н. Г. Славянов // Записки РТО. – 1895. – № 6. – С. 5; Славянов Н. Г. Об электрическом уплотнении металлических отливок, установленном практически в применении к стальным болванкам: докл. общему собранию членов «Русского технического общества» 27 (15) апр. 1895 г. / Н. Г. Славянов. – СПб., 1895. – 3 с.; Славянов Н. Г. Отчет по производству опытов электрического уплотнения стальных болванок по способу Славянова в Пермских пущенных заводах в 1895 г. [отпечатано на гектографе]; Миткевич В. Ф. Физические основы электротехники / В. Ф. Миткевич. – 2-е изд. – Л.: Госэнергоиздат, 1933. – 453 с.; Langmuir I. Gas filled tungsten Filament lamps high vacuum electron devices / Irving Langmuir. – N.Y., 1913; DAVY, Sir Humphrey. Elements of Chemical Philosophy (all published) / DAVY, Sir Humphrey. – London: Johnson and Co., 1812. – Vol. 1, Part 1. – 226 p.; Котляревский П. Н. Заметки о применении электрической сварки в железнодорожных мастерских / П. Н. Котляревский // Журн. М-ва путей сообщения. – 1890. – февр.-март. – С. 611–614; Яшнев П. И. Электролитейная мастерская на Александровском заводе николаевской железной дороги / П. И. Яшнев // Тр. I Всерос. электротехн. съезда. – СПб., 1901. – Т. 3. – С. 73–77; О присвоении П. Н. Бенардосу звания почетного инженера-электрика // Журн. Совета Электротехн. ин-та. – СПб., 1899. – № 53. – С. 26



Дані техніко-економічного та історико-технічного характеру зі створення та використання електродугового зварювання та наплавлення, необхідні для аналізу його розвитку, містяться у дослідженнях, які побачили світ у другій половині ХХ ст. Питання, присвячені становленню та перспективам поширення техніки, що використовувалась для відновлення деталей сільськогосподарських машин за допомогою зварювання та наплавлення, стану досліджень її проблем у колишньому СРСР та деяких інших країнах розглянуті у працях В.А. Винокурова<sup>66</sup>, А.С. Огівецького, О.М. Корнієнка, В.В. Фролова, М.А. Шателена, Б.І. Іванова, В.П. Нікітіна, К.К. Хренова, Г.О. Ніколаєва, Б.Є. Патона, В.П. Володіна, П.І. Севбо<sup>67</sup>.

У цей же період бере свій початок і промислове застосування зварювання та наплавлення для відновлення деталей сільськогосподарських машин. Спеціально для цієї мети створюються нові прилади та пристосування з використанням зазначених процесів.

Розвиток зазначеного напрямку підтверджується роботами І.П. Ніловського, Ф.І. Петренка, П.М. Львова, О.В. Поляченко<sup>68</sup>,

66. Сварка в СССР : в 2 т. / под ред. В. А. Винокурова - М., 1981. - Т. 1. - 535 с.

67. Огневский А. С. Николай Николаевич Бенардос / А. С. Огневский, Л. Л. Радунский. - М.; Л.: Госэнергоиздат, 1952. - 206 с.; Корниенко А. Н. У истоков «электродугового» / А. Н. Корниенко. - М.: Машиностроение, 1987. - 168 с.; Корниенко А. Н. Н. Н. Бенардос - автор способа дуговой сварки / А. Н. Корниенко // Сварочное производство. - 1981. - № 7. - С. 4-5; Теоретические основы сварки : учеб. пособие [для студ вузов] / под ред. В. В. Фролова - М.: Высш. шк., 1970. - 592 с.; Фролов В. В. Физико-химические процессы в сварочной дуге / В. В. Фролов. - М.: Машгиз, 1954. - 129 с.; Шателен М. А. Русские электротехники XIX века / М. А. Шателен. - М.; Л.: Госэнергоиздат, 1955. - 432 с.; Иванов Б. И. История развития электротехники в Санкт-Петербурге / Б. И. Иванов, Л. М. Вишневецкий, Л. Г. Левин. - СПб.: Наука, 2001. - С. 89-90; Никитин В. П. Русское изобретение электрической дуговой сварки / В. П. Никитин. - М.: Изд-во АН СССР, 1952. - 140 с.; Никитин В. П. Дуга переменного тока в условиях сварки / В. П. Никитин, И. Я. Рабинович // Труды КМММН. - 1936. - № 6. - С. 58-61; Хренов К. К. Наставление по подводной электрической сварке и резке металлов / К. К. Хренов. - М.; Л.: Воениздат, 1943. - 160 с.; Хренов К. К. Подводная электрическая сварка и резка металлов / К. К. Хренов. - М.: Воениздат, 1946. - 160 с.; Хренов К. К. Электрическая сварочная дуга / К. К. Хренов. - К.; М.: Журн. ф-ка в Киеве [Украинское отд-ние Машгиза], 1949. - С. 204 с.; Нариси з історії техніки на Україні / відп. ред. К. К. Хренов. - К.: Наук. думка, 1964. - 110 с.; Николаев Г. А. Инженерное образование [Электронный ресурс] / Г. А. Николаев. - Режим доступа: <http://www.boschdust.ru>; Николаев Г. А. Новые методы сварки металлов и пластмасс / Г. А. Николаев, Н. А. Одыанский. - М.: Машиностроение, 1966. - 179 с.; Николаев Г. А. Сварные конструкции / Г. А. Николаев. - М., 1963. - 219 с.; Патон Б. Е. Электричне зварювання і наплавка - могутній засіб економії металу / Б. Е. Патон. - К.: Вид-во АН УРСР, 1957. - 35 с.; Патон Е. О. Избранные труды / в 3-х т. / Е. О. Патон. - К.: Наук. думка. - Т. 1.: Исследования работ протельных стальных мостов. - 1959. - 580 с.; Т. 2. Сварные конструкции. - 1960. - 329 с.; Т. 3.: Сварка под флюсом. - 1961. - 558 с.; Патон В. Е. Сварочные тракторы Института электросварки / В. Е. Патон // Юбил. сб. посвященный Е. О. Патону. - К., 1951. - С. 481-500; Володин В. П. Поверхность индукционная закалка / В. П. Володин. - М., 1947. - 54 с.; Володин В. П. Выпрямители / В. П. Володин. - 2-е изд. - М.: Л., 1936. - 232 с.; Севбо П. И. Автосварочные головки Института электросварки Академии наук УССР / П. И. Севбо // Сб., посвященный семидесятилетию со дня рождения Е. О. Патона. - К., 1946. - С. 141-152.; Севбо П. И. Комбинированные машины для сварочного производства / П. И. Севбо. - К.: Наук. думка, 1975. - 223 с.

68. Ніловський І. П. Опыт ремонта мехомов и других деталей сельскохозяйственных машин сварочным методом : И. П. Ніловський // Тр. ГОСНИТИ. - 1969. - № 19. - С. 148-151; Петренко Ф. И. Способы восстановления шеек коленчатых валов автотракторных двигателей / Ф. И. Петренко // Восстановления изношенных деталей машин наплавкой: материалы семинара. - К.: Знання, 1968. - С. 39-45; Львовый П. Н. Восстановление изношенных деталей наплавкой трубчатыми электродами / П. Н. Львовый; Центр бюро техн. документации. - М., 1960. - 35 с.;

Г.І. Пономарева і Ю.А. Злотина, В.М. Молодика, Є.Л. Воловика, В.М. Кряжкова, В.А. Смирнова, В.П. Лялякіна, А.Ф. Чечеля, М.М. Хруцова і М.А. Бабичева, В.І. Черноіванова, М.Ф. Грохольського<sup>69</sup>.

Суттєвою вимогою часу стало підвищення та підтримання на високому рівні якості зварних з'єднань та твердості наплавленого шару металу, що могло забезпечити лише впровадження автоматизованих процесів здійснення зазначених робіт. Цій темі присвячено значну частину робіт вчених та дослідників ХХ століття. Зокрема процеси автоматизації зварювального виробництва досліджувались у роботах: А.О. Алексеева, П.І. Севбо, В.Є. Патона, Д.О. Дудко, М.А. Королева, Є.О. Патона, Б.Є. Патона, А.О. Чеканова, М.Г. Остапенка, І.В. Кірдо, В.К. Лебедева, В.А. Петрова, Б.І. Медовара, Г.З. Волошкевича<sup>70</sup>.

69. Пономарев Г. И. Восстановление неподвижных посадок приваркой стальной ленты / Г. И. Пономарев // МТС. - 1958. - № 2. - С. 24-27; Поляченко А. В. Способы восстановления неподвижных посадок / А. В. Поляченко, Г. И. Пономарев // МТС. - 1958. - № 11. - С. 35-38; А. с. № 148859 СССР, МКИ В23К9/04, В23К20/00. Способ наращивания слоя металла, сплава или другого токопроводящего материала на поверхность металлических изделий / А.В. Поляченко, Ю.А. Злотин. - №725268; заявл. 25.03.1961; опубл. 01.01.1962, Бюл. № 10; Молодик В.М. Відновлення деталей машин / В.М. Молодик, Б.А. Лаптев, А.К. Бредун. - 2-е вид., перероб. і доп. - К. Урожай, 1989. - 256 с.; Способы восстановления опорных катков тракторов класса 3 т / Е. Л. Воловик, В. М. Дерябкин, Ю. Л. Костоков, Ю. М. Кислицкий // Тр. ГОСНИТИ. - 1975. - № 45. - С. 18-25; 68. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники механизированной наплавкой с применением упрочняющей технологии / под ред. В. М. Кряжкова. - М., 1972; Смирнов В. А. Наплавочная установка ОКС-7872-ГОСНИТИ / В. А. Смирнов // Тр. ГОСНИТИ. - 1975. - № 45. - С. 145-149; Лялякин В. П. Состояние и перспективы восстановления и упрочнения деталей машин / В. П. Лялякин // Тр. Всерос. науч.-исслед. ин-та технологии упрочнения, восстановления и изготовления деталей ВНИИТУВИД «Ремдаль». - М., 1999. - С. 5-27; Чечель А. Ф. Автоматическая наплавка с подачей легирующей шихты под слой флюса / А. Ф. Чечель // Тр. ГОСНИТИ. - 1969. - № 18. - С. 79-83; Хрушов М. М. Сравнительная износостойкость твердых наплавов по данным лабораторных и эксплуатационных испытаний / М. М. Хрушов, М. А. Бабичев // Тр. ГОСНИТИ. - 1969. - № 19. - С. 51-54; Черноиванов В. И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин / В. И. Черноиванов, В. П. Андреев. - М.: Колос, 1983. - 288 с.; Грохольский Н. Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой / Н. Ф. Грохольский. М. Машиностроение, 1966. 275 с.

70. Алексеев А. А. Автоматическая дуговая сварка / А. А. Алексеев. - М.: ОНТИ, 1937. - 84 с.; Севбо П. И. Комбинированные машины для сварочного производства / П. И. Севбо. - К.: Наук. думка, 1975. - 223 с.; Патон В. Е. Сварочные тракторы Института электросварки / В. Е. Патон // Юбил. сб. посвященный Е. О. Патону. - К., 1951. - С. 481-500; Дудко Д. А. Шланговая полуавтоматическая сварка под флюсом / Д. А. Дудко. - К.: М.: Машиза, 1952-92 с.; Королев Н. Сварку ведут автоматы / Н. Королев. - Рязань: Рязанское кн. изд-во, 1961. - 31 с.; Академик В. В. Петров. 1761-1834 К истории физики и химии в России в начале XIX в. - сб. ст. и материалов / под ред. С. И. Вавилова. - М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1940. - 251 с.; Патон Е. О. Развитие автоматической сварки под флюсом за 10 лет (1940-1950 гг.) / Е. О. Патон // Автоген. дело. - 1950. - №2. - С.1-3; Применение автоматической сварки при строительстве большого городского цельносварного моста / Е. О. Патон, Д. П. Лебель, Е. Н. Радзевич [и др.]. - К.: Изд-во АН УССР, 1954. - 57 с.; Внедрение новых способов сварки в промышленности: сб. ст. / под ред. Б. Е. Патона. - К.: Госгиздат УССР. - 1945. - №1. - 192 с.; Чеканов А. А. История автоматической электросварки / А. А. Чеканов. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 157 с.; Остапенко Н. Г. Автоматическая сварка бортовых швов угольной дугой, стабилизированной струей углекислого газа / Н. Г. Остапенко // Автоген. дело. - 1951. - №5. - С. 5-9; Кірдо І. В. Сварка неповторних стьок тонкостінних труб угольним електродом в атмосфері углекислого газу / І. В. Кірдо, В. К. Лебедев, А. І. Берзія // Автомат. сварка. 1957. - №3. - С. 44-50; Петров В. А. Дуговая сварка нержавеющей стали плавящимся электродом в среде инертных газов / В. А. Петров // Вестн. машиностроения. - 1954. - №9. - С. 68-70; Сварка в углекислом газе / И. И. Заруба, Б. С. Касаткин, Н. И. Каховский, А. Г. Потапешский. - К.: Гостехиздат УССР, 1960. - 224 с.; Медовар Б. И. Автоматическая сварка под флюсом наклонным электродом / Б. И. Медовар. - К.: Изд-во АН УССР, 1947. - 83 с.; А. с. 82915 СССР, МПК В23К25/00, В23К37/06. Способ автоматической электродуговой сварки / Г. З. Волошкевич. - №389336; заявл. 27.11.1948; опубл. В БИОТЗ, 0101.1950. - № 2.

Питання атоматизації процесів відновлення деталей висвітлювалися М.В. Молодиком, В.М. Кряжковим, В.А. Смірновим, А.Ф. Чечелем<sup>71</sup>.

Свій вклад у розвиток автоматичного зварювання шляхом розробки та досліджень витратних матеріалів для автоматичного зварювання та наплавлення внесли: К.В. Любавський, І.І. Фрумін, К.К. Хренов<sup>72</sup>.

Як свідчать історичні джерела, подальший розвиток процесу відновлення деталей машин зварюванням та наплавленням став на шлях роботизації<sup>73</sup>.

Питання розвитку зварювання та наплавлення, а також проблеми розвитку технологій, приладів та витратних матеріалів, впровадження їх у серійне виробництво досить широко представлені в роботах науковців зарубіжних країн<sup>74</sup>, а також опрацьовані проспекти закордонних фірм Rego-Motortechnik GmbH (Німеччина), Lawless (США), Equipment Gervais Inc, Paling Collision (Канада), Angll and Williams, Engine Rebuilders (Великобританія).

Для цілісного уявлення розвитку процесу відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням проаналізовані авторські свідоцтва та патенти на винаходи.

Отже, для висвітлення основних аспектів проблеми дослідження становлення і розвитку еволюції наукових поглядів на відновлення

71. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники механизированной наплавкой с применением упрощенной технологии / под ред. В. М. Кряжкова. М., 1972. Смирнов В. А. Наплавочная установка ОКС-7872-1 ОСНИТИ / В. А. Смирнов // Тр. ГОСНИТИ. - 1975. - № 45. - С. 145-149; Чечель А. Ф. Автоматическая наплавка с подачей деформирующей шихты под свой флюсом / А. Ф. Чечель // Тр. ГОСНИТИ. - 1969. - № 18. - С. 79-83; Молодик В. М. Відновлення деталей машин / В. М. Молодик, Б. А. Лангер, А. К. Бредун. - 2-ге вид., перероб і доп. - К.: Урожай, 1989. - 256 с.

72. Любавский К. В. Флюсы для автоматической сварки / К. В. Любавский // Электродуговая сварка и наплавка. М.: Машиз, 1945. - С. 30-45. - (Тр. ЦНИИТМАШ). Фрумин И. И. Автоматическая наплавка стальных прокатных валков / И. И. Фрумид, В. К. Петряченко. - Х.: Metallurgizdat, 1956. - 115 с.; Фрумид И. И. Автоматическая наплавка некоторых высоколегированных сталей / И. И. Фрумид, И. К. Походня // Проблемы дуговой и контактной электросварки. - К.; М.: Машиз, 1956. - С. 162-175; Хренов К. К. Керамические не плавящие флюсы для автоматической сварки / К. К. Хренов, Д. М. Кушнерев. - 2-е изд. - К.: Гостехиздат УССР, 1954. - 74 с.

73. Управление процессом дуговой сварки путем программирования скорости подачи электродной проволоки / Б. Е. Патон, Н. Г. Вороний, В. Н. Бучинский [и др.] // Автомат. сварка. - 1977. - № 1. - С. 1-5, 15; Тимченко В. А. Состояние и тенденция развития роботов для сварки / В. А. Тимченко, Г. Начев // Автоматическая сварка. - 1982. - № 7. - С. 45-58; Патон Б. Е. Современная сварочная техника и перспективы ее развития / Б. Е. Патон. - К.; М.: Машиз, 1957. - 100 с.

74. Erdman-Jesnitzen. Beitrag zur Veränderung des Abschmelzcharakter von ummantelten Elektroden durch den elektrischen Anschlußkreis / Erdman-Jesnitzen // Schweissen und Schneiden. - 1959. - № 12. - S. 447-454; Wilson R. A. Vapor-shielded arc / R. A. Wilson // Welding J. - 1961. - № 1. - P. 13-17; Thomson E. Electric welding / E. Thomson // J. Franklin Inst. - 1887. - Vol. 123, № 737. - P. 245-247; Miklos E. Aktuelle Prozessvarianten des MAS-IL-schweißens / E. Miklos // Aachen Shaker. - 2001. - № 1. - S. 389-405; Areskong M. Application of the gas-metal - plasma-arc process for weld cladding in nuclear - manufacturing / M. Areskong, E. Smarst // Weld. And Metal Fabr. - 1976. - № 4. - P. 274; En visite a la soudure autogene française // Souder. - 1984. - № 3. - S. 76-78; Steen W. M. Arc augmented laser welding / W. M. Steen, M. Eboo // Metal Construction. - 1979. - № 7. - P. 332-335; Zhang Y. M. Welding aluminium alloy, 6061 with the opposing dual-torch GTAW process / Y. M. Zhang, S. B. Zhang // Welding J. - 1999. - № 6. - P. 202-206; Messler R. V. What's next for hybrid welding? / R. V. Messler // Welding J. - 2004. - № 3. - P. 30-34, A6-System, Component information. ESAB.

деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням залучено досить широкий комплекс опублікованих робіт та архівних джерел. Різноманітність джерельної бази і майже повна недослідженість матеріалів ускладнювали їхнє вивчення й вимагали застосування певної кількості методів для систематизації та аналізу наявної інформації.

Питання методології досить складне, оскільки саме це поняття тлумачиться по-різному. Багато зарубіжних наукових шкіл не розмежовують методологію і методи дослідження. У вітчизняній науковій традиції методологію розглядають як учення про науковий метод пізнання або як систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження і здійснюється вибір сукупності пізнавальних засобів, методів, прийомів дослідження. Найчастіше методологію тлумачать як теорію методів дослідження, створення концепції, як систему знань про теорію науки або систему методів дослідження. Методику розуміють як сукупність прийомів дослідження, включаючи техніку і різноманітні операції з фактичним матеріалом.

Для методології історико-наукових досліджень це важливо по меншій мірі в двох відношеннях. По-перше, це необхідно для вирішення проблем періодизації – визначення «початку» всякої науки, її відмінностей від донаукових форм мислення. Оскільки наука представляє собою історично розвиваючий соціально-когнітивний феномен, що володіє на кожному етапі специфічно логічною структурою і особливими соціальними функціями, то конкретно-історичний аналіз різних форм науки може служити основою для періодизації історії науки. По-друге, експлікація поняття наука з врахуванням її історично різних форм необхідна для того, щоб з достатньою чіткістю окреслити сам предмет досліджень істориків науки, відокремити його від інших форм культурної діяльності людини.

У фундаменті розроблюваної теорії історичного розвитку технологічного процесу відновлення деталей машин зварюванням і наплавленням лежить синтезуючий принцип, який можна сформулювати так: технологія відновлення деталей машин протягом історичного розвитку, при трансформації елементів кращих досягнень технології попереднього в наступний етап за задумом, доцільністю конструктивного оформлення зварювальної і наплавлювальної техніки та його матеріальною реалізацією забезпечувала оптимальні умови для відновлення деталей сільськогосподарських машин.

Принципи теорії історії науки і практики відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням можна сформулювати двома взаємодоповнюючими положеннями. По-перше, зварювальна і наплавлювальна техніка на всіх етапах історичного розвитку по-різному впливала на створення оптимальних умов

відновлення деталей сільськогосподарських машин. По-друге, ця техніка і технології вдосконалювалась, трансформувалась з врахуванням вимог часу і соціальних передумов конкретної історичної ситуації.

Принцип єдності історичного та логічного, який передбачає врахування історії розвитку об'єкта (процесу), його сучасного стану та перспектив подальшого розвитку, ставить вимогу наступності в пошуковій діяльності, врахування нагромадженого досвіду та стану розвитку теорії.

Для проведення дослідження автором застосовувались ряд методів, серед яких слід виділити загальнонаукові та спеціальні. Так, для складання хронологічних таблиць використано *історико-хронологічний метод*, для аналізу розвитку процесу відновлення деталей зварюванням та наплавленням, а також шляхів та напрямків цього розвитку був використаний *історико-порівняльний метод*. *Методи аналізу та синтезу* використовувались при зборі, накопиченні та осмисленні конкретної інформації, матеріалів та фактів, що стосується досліджуваної теми. *Біографічний метод* дав змогу дослідити та висвітлити особистості вчених та науковців в галузі відновлення деталей машин зварюванням та наплавленням. Для опису наукових праць, опублікованих джерел, що стосуються теми дослідження, використано *бібліографічний метод*. *Історико-науковий метод* дозволив проаналізувати та розкрити досліджуваний об'єкт з погляду розвитку науки і техніки, накопичених знань і досягнень. Розробити принципи та виділити окремі періоди в розвитку досліджуваного об'єкта дозволив *метод періодизації*.

Стосовно застосування останнього методу періодизації, варто зазначити, що при вивченні історії розвитку суспільства межі періодів можливо визначити більш-менш чітко, так як визначальними моментами в цій історії є політичні події, революції, перевороти, при встановленні ж меж періодів при вивченні розвитку, наприклад, електрозварювальної техніки, в тому числі й застосування її для відновлення деталей сільськогосподарських машин, справа виглядає більш складною. Тому при періодизації історії розвитку електрозварювальної техніки та відновлення деталей за допомогою неї межі періодів визначити вкрай складно.

Наукова періодизація – це обмежені за тривалістю часу основні етапи розвитку того чи іншого об'єкта дослідження, що якісно відрізняється один від одного. Для того, щоб об'єктивно визначити якісні межі періодизації необхідно, насамперед, знайти об'єктивний критерій, що виражає внутрішню логіку та специфічні закономірності розвитку науки і практики відновлення деталей сільськогосподарських

машин зварюванням і наплавленням і однаково придатний для застосування до всіх історичних етапів його розвитку. З методологічної точки зору правильно побудована періодизація має критерій оцінки якісних переходів, який дасть можливість не тільки систематизувати основні етапи розвитку досліджуваного об'єкта науки і техніки в минулому, а з більшою чи меншою імовірністю передбачити якісні зміни його в майбутньому.

В сільськогосподарській науці і техніці процес пізнання має свої притаманні лише йому особливості, які відтворюють внутрішню логіку його розвитку, що впливає на зовнішні умови. Здійснюючи періодизацію до уваги, крім виробництва, беруть і розвиток пізнання природи, з якими сільськогосподарські і технічні науки пов'язані тісною залежністю.

В історії відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням найбільш активно осмислювалась проблема співвідношення теоретичного й емпіричного рівнів технічних знань. У структурі технічного виділяється два рівні знань – емпіричний і теоретичний, яким відповідає пізнавальна діяльність. До теоретичного – слід віднести всі ті висловлювання і терміни, які фіксують інваріантні відносно деякої групи перетворень властивостей і відношень об'єктів. Емпіричними, відповідно, являються ті висловлювання і терміни, які фіксують властивості і відношення об'єктів, що змінюють свої характеристики відносно даної групи перетворень.

На емпіричному рівні за допомогою спостережень та експериментів встановлюються нові факти, які дозволяють знайти якісні та кількісні характеристики досліджуваних об'єктів та явищ. Важливу роль для процесу досліду відіграють виявлення неполадок та перевірка отриманих результатів. І, насамкінець, будь-які експериментальні дані повинні бути узагальнені у вигляді висновків, рекомендацій, емпіричних закономірностей, які виражають стійку повторюваність зв'язку між емпіричними характеристиками.

На теоретичному рівні визначаються та формулюються загальні для даної предметної галузі закономірності, які дозволяють пояснити раніше відомі факти та емпіричні закони, а також передбачити майбутні події та факти, тобто створюються теорії. Теорія – це система достовірних знань, яка описує, пояснює та передбачає явища у визначеній предметній галузі. Наявність теорії, однозначно пояснює факти, які являються необхідною умовою наукового знання.

Нагромаджений теоретичний та практичний матеріал з досліджуваного питання надав можливість виділити наступні періоди в історії становлення та розвитку відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням:

**Перший період (1802 – початок 20-х рр. ХХ ст.).** пов'язаний з відкриттям електричної дуги та її використання для відновлення деталей зварюванням і наплавленням. Йдеться, зокрема, про відкриття В.В. Петровим явища електродугового розряду (електричної дуги) від створеного ним надпотужного «вольтового стовпа». На основі досягнень у галузі електротехніки та фізики кінець ХІХ ст. став основоположним та остаточно поставив людство перед фактом переваг нового способу з'єднання металів та необхідності розвитку зварювання та відкриття нових можливостей з його застосуванням. Застосування М.М. Бенардосом електродугового розряду для процесу зварювання та наплавлення вугільним електродом. Використання М.Г. Славяновим шлавкового електроду для зварювання та наплавлення, а також вдалі сироби відновлення деталей машин за допомогою цих процесів.

В короткий термін був відкритий цілий ряд способів зварювання та наплавлення, які стали основою науки про зварювання і, відповідно, техніки в наш час. Найбільш поширеним джерелом нагріву металу для зварювання до цього часу служить електрична дуга.

**Другий період (початок 20-х рр. ХХ ст. – середина 70-х рр. ХХ ст.).** Характеризується створенням, вдосконаленням та розвитком нових і вже відомих способів механізованого та автоматизованого зварювання і наплавлення при відновленні деталей машин.

Непостійна якість наплавленого шару, яка залежала від індивідуальної майстерності працівника, низька продуктивність праці та важкі її умови, визначили напрямок подальшого удосконалення дугового зварювання і наплавлення, а саме його механізацію та автоматизацію. Даний період характеризується розвитком багатьох способів відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням та наплавленням, створення нових, а також вдосконаленням вже відомих.

**Третій період (середина 70-х рр. ХХ ст. – початок 90-х рр. ХХ ст.).** Позначений ще одним періодом розвитку відновлення деталей машин зварюванням і наплавленням. Зокрема, почалося використання промислових роботів та їх комплексів, для яких характерна можливість перенаштування з одного типу відновлювального виробу на інший шляхом зміни програми.

Отже, застосований комплекс методів надав можливість дослідити еволюцію наукових поглядів на відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням.

## РОЗДІЛ 1. ЕВОЛЮЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ЗВАРЮВАННЯМ І НАПЛАВЛЕННЯМ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇХ РЕЗУЛЬТАТІВ У ВИРОБНИЦТВО

### 1.1. Передумови зародження технологічного процесу відновлення зварюванням і наплавленням

Аналіз історичних досліджень свідчить, що у багатьох галузях виробництва, в тому числі сільському господарстві, ковальське зварювання своєю якістю та економічною ефективністю не задовольняло підвищених вимог техніки. В кінці ХІХ ст. на основі досягнень у галузі електротехніки та фізики відбувся «вибух» розвитку зварювання. В короткий термін був відкритий ряд нових способів зварювання, які стали основою науки про зварювання і, відповідно, техніки в наш час. Найбільш поширеним джерелом нагріву металу для зварювання до цього часу служить електрична дуга<sup>75</sup>.

М.В. Ломоносов в середині ХVІІІ ст. передбачив основоположне значення науки про електрику, що зароджувалась. Він вважав, що електрична сила відкриває велику надію до людського благополуччя. Його сподвижник, академік Г.В. Ріхман, вивчаючи атмосферну електрику, вже в 1753 році вказав на можливість практичного використання електричних іскор для плавлення металів<sup>76</sup>.

Вивчення можливостей застосування електрики у використанні для зварювання металів розпочаті М.В. Ломоносовим і Г.В. Ріхманом, продовжив російський електротехнік, професор Петербурзької медико-хірургічної академії В.В. Петров. Історично доведено, що честь відкриття явища електродугового розряду належить академіку В.В. Петрову, який вперше у світі 17 травня 1802 року публічно представив явище електричної дуги від створеного ним надпотужного «вольтового стовпа». Під час дослідів В.В. Петров встановив, що дуговий розряд розвиває надвисоку температуру, чим перетворює в пар всі метали, які введені в полум'я електричної дуги. Негативно заряджені частини (електрони) вивільнюються електричним полем з поверхні одного із електродів – катода; на це затрачається велика кількість енергії, яка

75. Никитин В. П. Русское изобретение – электрическая дуговая сварка / В. П. Никитин. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 140 с.; Корниенко А. Н. У истоков «электротехники» / А. Н. Корниенко. – М.: Машиностроение, 1987. – 168 с.; Сварка в СССР: в 2 т. / под ред. В. А. Винокурова. – М., 1981. – Т. 1. – 535 с.; Творцы электросварки И. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов: библиогр. указ. / сост. О. Н. Флоринская; под ред. В. В. Данилевского. – Л., 1951. – 56 с. (Гос. публ. б-ка им. М. Е. Салтыкова-Щедрина); Академик В. В. Петров, 1761–1834. К истории физики и химии в России в начале XIX в.: сб. ст. и материалов / под ред. С. И. Вавилова. – М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 251 с.

76. Рихман Г. В. Труды по физике / Г. В. Рихман. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 47 с.



переходить в теплову, нагріваючи катод до температури 2000 – 2500 °С. Електрони переміщуються до другого електрода – анода – з дуже великою швидкістю. При ударі їх в анод енергія руху перетворюється в теплову енергію, при цьому анод нагрівається до температури 2500 – 2700 °С. Цієї температури достатньо, щоб миттєво розплавити залізо, мідь, хром, нікель і більшість інших металів. Ще більш висока температура виникає в просторі між електродами – катодом і анодом, де проходять постійні зіткнення найменших частинок, які рухаються з великими швидкостями. В результаті цього енергія руху таких частин переходить в теплову енергію, яка нагріває міжелектродний простір до надзвичайно високих температур – від 5000 до 6000 °С. На підставі цих спостережень В.В. Петров передбачив можливості практичного застосування дугового розряду, а саме освітлення і плавлення металів. Як свідчить історія, відкриттю В.В. Петровим електродугового розряду передувало створення італійцем А. Вольтом в 1799 році<sup>77</sup> першого в світі джерела електричного струму, яке він назвав «вольтовим стовпом». В 1802 році В.В. Петров у Петербурзі створив джерело струму із 2100 пар металевих елементів, яке було на той час найбільш потужним джерелом електричного струму в світі. З великим натхненням та працелюбністю В.В. Петров провів з цією батареєю багаточисельні досліди, результати яких опубліковані в його книзі «Известия о Гальвани-Вольтовских опытах», виданої в 1803 році<sup>78</sup>.

Людство із недовірою, а іноді навіть ворожо ставилось до будь-яких наукових здобутків в тій чи іншій галузі. В усі часи консерваторами ставилися різноманітні перепони щодо впровадження нових технологій, не виключенням серед яких було і ставлення до електродугового зварювання. Однак, слід віддати належне наполегливості та цілеспрямованості людей, які долали не тільки матеріальні, а й технічні труднощі тих часів.

Аналіз історичних подій показує, що створення та втілення в життя винаходів, пов'язаних з новими технологіями, гальмувалось відсутністю необхідних для цього матеріалів та приладів, які розроблялись вже в ході проведення експериментів.

Електротехніка, як наука, до моменту відкриття дугового розряду, тільки набирала свої оберти, а електротехнічна промисловість взагалі

---

77. Большая Советская Энциклопедия : в 30 т. / глав. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М. : Сов. энцикл., 1971. – Т. 5. – С. 341; Михайлов Г. П. Сварка металлов и прогресс техники / Г. П. Михайлов, Н. С. Добровольский. – М. : Машгиз, 1957. – 75 с.; Славянов Н. Г. Электрическая отливка металлов / Н. Г. Славянов; зав. ред. С. Я. Головин. – М. : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1954. – 85 с.

78. Петров В. В. Известия о Гальвани-Вольтовских опытах / В. В. Петров. – СПб. : Типогр. Гос. Мед. Коллегии, 1803. – 195 с.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ЕВОЛЮЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ЗВАРЮВАННЯМ І НАПЛАВЛЕННЯМ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇХ РЕЗУЛЬТАТІВ У ВИРОБНИЦТВО	
1.1. Передумови зародження технологічного процесу відновлення зварюванням і наплавленням	24
1.2. Розвиток теоретичних основ відновлення деталей сільськогосподарських деталей сільськогосподарських машин	37
1.3. Еволюція способів дугового зварювання і наплавлення при відновленні деталей	46
1.4. Розвиток автоматичного зварювання і наплавлення при ремонті сільськогосподарських машин	54
1.5. Удосконалення матеріально-технічної бази (джерел живлення, пристосувань, наплавочних матеріалів і флюсів)	92
РОЗДІЛ 2. УКРАЇНСЬКІ НАУКОВІ, ВИРОБНИЧІ ЦЕНТРИ ТА ВИДАТНІ ДІЯЧІ НАУКИ І ТЕХНІКИ В ГАЛУЗІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЗВАРЮВАННЯМ І НАПЛАВЛЕННЯМ	
2.1. Центри з відновлення деталей машин	109
2.2. Основоположники процесу відновлення деталей машин зварюванням і наплавленням	120
2.3. Науковці та дослідники в галузі відновлення деталей машин ХХ – початку ХХІ ст.	147
ВИСНОВКИ	165
ДОДАТКИ	167
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	187
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК	189

**Історико-бібліографічна серія**  
**«Аграрна наука України в особах, документах, бібліографії»**

*заснована директором ДНСГБ НААН, членом-кореспондентом НААН*  
*В. А. Вергуновим у 2001 р.*

1. Професор БУДРИН Петро Васильович (1857–1939) : біобібліогр. покажч. / УААН, ДНСГБ ; упоряд. В. А. Вергунов, С. Д. Коваленко ; наук. ред. В. А. Вергунов. – К. : Аграр. наука, 2001. – 126 с. : портр. – (Кн. 1).
2. Вергунов В. А. Коноплярство в Україні : історичні аспекти розвитку. Погляд у минуле. Проблеми сьогодення. Перспективи : монографія / В. А. Вергунов, С. Б. Скорченко ; УААН, ДНСГБ. – К. : Нора-Прінт, 2002. – 154 с. – (Кн. 2).
3. Професор ЛИХВАР Данило Федорович (1902–1986) : біобібліогр. покажч. / УААН, ДНСГБ ; уклад. В. А. Вергунов, А. С. Щиголь ; наук. ред. В. А. Вергунов. – К. : Аграр. наука, 2002. – 257 с. : портр. – (Кн. 3).
4. Професор ЯНАТА Олександр Алоїзович (1888–1938) / УААН, ДНСГБ ; уклад. В. А. Вергунов, Т. Ф. Дерлеменко ; наук. ред. В. А. Вергунов. – К. : Аграр. наука, 2003. – 224 с. : портр. – (Кн. 4).
5. Професор ІВАНИЦЬКИЙ Борис Георгійович (1878–1953). До 125-річчя від дня народж. : [біобібліогр. покажч.] / УААН, ДНСГБ ; уклад. О. І. Фурдичко, В. А. Вергунов, О. П. Басун ; наук. ред. В. А. Вергунов. – К. : Аграр. наука, 2004. – 188 с. : портр. – (Кн. 5).
6. Харківський сільськогосподарський науково-освітній центр з селекції і насінництва : становлення та діяльність (друга половина XIX – початок XX ст.) : монографія / УААН, ДНСГБ ; В. А. Вергунов, О. Ф. Глоба ; наук. ред. В. А. Вергунов, В. П. Петренко. – Х., 2004. – 171 с. : портр. – (Кн. 6). – До 100-річчя Ін-ту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН.
7. Академік КВАСНИЦЬКИЙ Олексій Володимирович (1900–1989) : Життєвий і творчий шлях / УААН. Ін-т свинарства ім. О. В. Квасницького, Полтав. держ. аграр. акад., ДНСГБ ; уклад. В. Ф. Коваленко, В. М. Нагасвич, Т. П. Гармаш ; наук. ред. М. В. Зубець. – Полтава : Полтав. літератор, 2005. – 152 с. – (Кн. 7).
8. Наукова школа академіка ВАСИЛЕНКА Петра Мефодійовича : монографія / УААН, ДНСГБ. Нац. аграр. ун-т ; Д. Г. Войтюк, В. А. Вергунов, О. С. Мудрук, О. П. Деркач ; наук. ред. М. К. Лінник. – К. : Аграр. освіта, 2005. – 72 с. : портр. – (Кн. 8).
9. Академік Микола Іванович ВАВЦЛОВ і розвиток аграрної науки в Україні : зб. іст.-наук. нарисів, док., бібліогр. матеріалів. До 75-річчя Укр. акад. аграр. наук / УААН, ДНСГБ ; уклад. М. В. Зубець, В. А. Вергунов, В. М. Самородов, Т. Ф. Дерлеменко ; наук. ред. В. А. Вергунов, В. М. Самородов. – К. : Аграр. наука, 2005. – 581 с. : портр. – (Кн. 9).
10. Академік РЕМЕСЛО Василь Миколайович (1907–1983). До 100-річчя від дня народж. : [біобібліогр. покажч.] / УААН, ДНСГБ, Мирон. ін-т пшениці ім. В. М. Ремесла ; уклад. В. А. Вергунов, О. О. Черниш, В. І. Дубовий, Г. Ю. Борсук ; наук. ред. В. А. Вергунов. – К. : Колодоби, 2006. – 191 с. : портр. – (Кн. 10).
11. Коломийській дослідній станції – 50 років : здобутки, перспективи / УААН, Коломий. дослід. ст. Івано-Франків. ін-ту АПВ, ДНСГБ ; уклад. Д. В. Неміш, С. О. Яцик, Г. І. Куничак, О. Л. Моцок, В. Д. Карпанюк, Т. Ф. Дерлеменко ; наук. ред. В. А. Вергунов. – К. : Аграр. наука, 2006. – 106 с. – (Кн. 11).