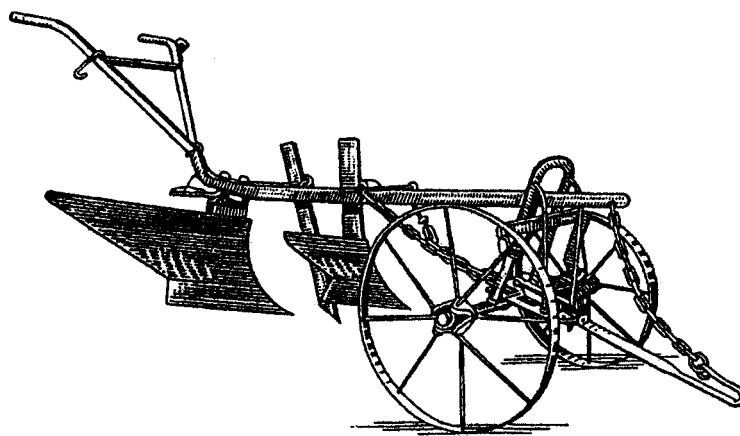
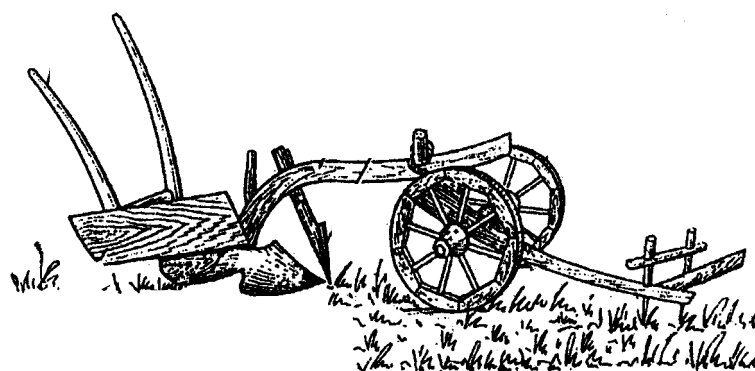


Д.Г. ВОЙТЮК, В.А. ВЕРГУНОВ, О.С. МУДРУК, З.А. ШКВИРА

# ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ І КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА (XIX – ПОЧАТОК XX СТ.)



Київ 2006

**Д.Г. ВОЙТЮК, В.А. ВЕРГУНОВ, О.С. МУДРУК, З.А. ШКВИРА**

**ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ  
ТЕОРІЇ І КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА  
(XIX - ПОЧАТОК XX СТ.)**

За редакцією професора,  
члена-кореспондента УААН  
Д.Г. Войтюка

**Навчальний посібник**

Допущено Міністерством аграрної політики України  
як навчальний посібник для підготовки фахівців із напрямів  
«Механізація та електрифікація сільського господарства»,  
«Агрономія», «Економіка і підприємство» та «Менеджмент»  
в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації

Київ 2006

УДК 631.312.001.001.66.(091)

Гриф надано Міністерством аграрної політики України  
(лист № 18-128-13/1245 від 23.10.06)

**Автори: Д.Г. Войтюк, В.А. Вергунов, О.С. Мудрук, З.А. Шквира**

**Рецензенти: Дубровін В.О.**, д. т. н., проф., директор Науково-дослідного інституту екобіотехнологій та біотехніки Національного аграрного університету;

**Панченко П.П.**, д.і.н., проф., заслужений діяч науки і техніки України,  
головний науковий співробітник Державної наукової сільськогосподарської бібліотеки

**Історія розвитку теорії і конструкції плуга (XIX – початок XX ст.):** Навчальний посібник / Д.Г. Войтюк, В.А. Вергунов, О.С. Мудрук, З.А. Шквира; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: НАУ, 2006. – 143 с.; іл.

У навчальному посібнику розкрито історико-наукову картину еволюції плуга у світовому контексті; запропоновано періодизацію історії й хронологію розвитку конструкції та теорії цього знаряддя; проаналізовано та визначено етапи розвитку плугобудування в Україні в XIX – на початку XX століття; висвітлено роль і місце України у здобутках сільськогосподарського машинобудування Росії в указаний період; розкрито досягнення українських учених у розвитку аграрної науки і техніки взагалі та випробувальної справи зокрема.

Посібник призначений для підготовки фахівців із напрямів «Механізація та електрифікація сільського господарства», «Агрономія», «Економіка і підприємство» та «Менеджмент» в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації.

УДК 631.312.001.001.66(091)

© Войтюк Д.Г., Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А., 2006

## ВСТУП

Стародавній спосіб використання людиною найціннішої складової живої природи – ґрунту – це його обробіток за допомогою орного знаряддя, досконалістю якого визначався соціально-економічний рівень формації, країни, що породжувало прагнення удосконалювати його, розвивати наукову думку й поєднувати її з практикою, що завжди було джерелом прогресу. Історії відомі періоди, коли розвиток цього знаряддя був у занепаді чи застої, мінливий або ж бурхливий.

Ще з часів зародження землеробства й понині ґрунтообробна техніка є матеріальною основою сільськогосподарського виробництва. Упродовж всього історичного періоду свого існування при переході від одного до наступного ступеня розвитку вона забезпечувала необхідні ґрунтові умови для росту культурних рослин. Трансформація елементів попереднього в наступний етап розвитку цієї техніки за доцільністю конструктивного оформлення і матеріальною реалізацією здійснювалася з гармонійним урахуванням механічних, фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту, природно-кліматичних умов, рівня розвитку й потреб суспільства, політичної і демографічної ситуації.

Друга половина ХІХ – початок ХХ століття в Росії – це бурхливий період не тільки розвитку сільськогосподарської галузі, а й капіталістичної формації з її виробничими відносинами та продуктивними силами, що привело до перебудови суспільного ладу. Досліджуючи конкретний період, не можна обійти увагою вивчення національних особливостей розвитку техніки на території України, а також наукової спадщини її творців.

Нині сільськогосподарська освоєність земель у споконвічно аграрній Україні найвища у світі, на території якої перші спроби розпушувати ґрунт робилися майже 7 – 8 тисяч років тому. Рівень розораності її території становить 55%, а сільгоспугідь – майже 80%. Загальновідомо, що обробіток ґрунту є одним із важливих чинників антропогенного впливу на стан ґрунтів на планеті. Найпоширеніший спосіб основного обробітку ґрунту в Україні – оранка (близько 55%). На другому місці (майже 25%) мілке розпушування ґрунту важкими дисковими боронами. На ефективні еколого-безпечні способи обробітку ґрунту, що розроблені й застосовуються в Україні, припадає не більше 20% [41, 92, 128, 149].

Розвиток української держави в період становлення незалежності й утвердження національної самосвідомості неможливе без вивчення історико-наукової спадщини нашого народу. Тому значення історико-наукових досліджень з кожним роком зростає. Вивчення історичних тенденцій розвитку сільськогосподарської техніки дасть змогу достовірно відтворити минуле, здійснювати планування й науково-технічне прогнозування в цій галузі, удосконалювати процес інтеграції науки і

техніки у виробництво завдяки використанню інженерного й наукового потенціалу.

Актуальність видання визначається тим, що дослідження історії розвитку ґрунтообробної техніки, зокрема плуга – матеріальної основи всіх світових цивілізацій, формує й доповнює загальну національну історію науки і техніки України та сприяє процесу духовного відродження її народу; багатогранний досвід минулого, історичні аналогії й паралелі є своєрідним проблемним полем критичного усвідомлення сучасного та прогнозування майбутнього плугобудування, підготовки висококваліфікованих кадрів; звернення до високих прикладів служіння справі сільськогосподарської науки, високих наукових і моральних стандартів кращих її представників з їх багатою науковою спадщиною є зразком у вихованні нинішнього й майбутнього поколінь українських науковців і творців нової техніки.

Керуючись *провідною ідеєю* – визначення ролі й місця України в здобутках плугобудування Росії в період XIX – початку XX століття та відродження забутих імен творців вітчизняної історії науки і техніки з метою виявлення закономірностей і тенденцій історичного розвитку конструкції та теорії плуга, наукової спадщини визначних діячів сільгоспмашинобудування в науково-технічному прогнозуванні розвитку плугобудування України та реконструкції національної історії науки і техніки, досягнуто певних результатів дослідження. *Наукова новизна* їх полягає в тому, що відтворено історико-наукову картину еволюції плуга у світовому контексті; розроблено періодизацію його історії; проаналізовано розвиток джерел енергії як тягової сили цього знаряддя; вперше проаналізовано історію формування теорії розробки конструкції плуга та його елементів, дослідної справи, науки про сільськогосподарські машини; вперше запропоновано хронологію розвитку конструкції і теорії плуга; висвітлено внесок України в історію розвитку плуга у період технічного прогресу в XIX – на початку XX століття; виділено етапи розвитку плугобудування в Україні.

Узагальнені матеріали про еволюцію конструкції та теорії плуга можуть бути використані при підготовці наукових праць і навчальних посібників, викладанні вузівських курсів, формуванні технічної політики створення нової ґрунтообробної техніки, розробленні теоретичних питань історії плуга.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ ПРОБЛЕМИ

Історію науки і техніки, її минуле, як вважають історики, повинно критично переусвідомлювати кожне наукове покоління. Не можна бути освіченим інженером, фізиком або математиком, творцем нової техніки чи дослідником, якщо задовольнятися лише відомостями про те, що змінюється тепер, і не знати того, що є фундаментом сучасного стану певної галузі науки і техніки. Вивчати минуле, пов'язати його із сучасним потрібно ще й для того, щоб чіткіше уявляти шляхи розвитку науки і техніки в майбутньому. Тільки досконале знання історії ґрунтообробної техніки може стати науково обґрунтованою основою для прогнозу її конструкції. Як писав перший президент Національної академії наук України академік В.І. Вернадський, “необхідно заново науково переробляти історію науки, заново історично йти в минуле, тому що, завдяки розвитку сучасного знання, в минулому набуває значення одне і втрачає інше...Уже через це історія науки не може бути байдужою для всякого дослідника. Натураліст і математик завжди повинні знати минуле своєї науки, щоб розуміти її сучасне. Тільки цим шляхом можлива правильна і повна оцінка того, що добувається сучасною наукою, що виставляється як важливе, справжнє або потрібне” [23, с.113].

Як вважав відомий вчений, основоположник землеробської механіки, академік В.П. Горячкін вивчення будь-яких, навіть абстрактних наук, повинно поєднуватися із застосуванням цих наук із практичними завданнями. У науці більше, ніж у будь-якому інституті людства необхідно вивчати минуле для розуміння теперішнього і володарювання над природою в майбутньому – запевняв відомий англійський вчений і громадський діяч Дж. Бернал [108].

Історія розвитку науки і техніки має велике значення для наукового передбачення, яке ґрунтується на знанні й обліку об'єктивних законів розвитку природи і суспільства. Практична діяльність людей може розвиватися успішно лише у відповідності з об'єктивними законами розвитку природи і суспільства, пізнання яких можливе лише в результаті вивчення історії розвитку суспільства, застосовуючи діалектичну логіку як методологічну основу [3, 127].

Вивченням історії науки й техніки впродовж свого творчого наукового життя займалися відомі вітчизняні вчені – академіки М.І. Вавилов, В.І. Вернадський, М.В. Келдиш, Б.М. Кедров, В.П. Горячкін, П.М. Василенко, професори В.Л. Кирпичов, К.Г. Шіндлер та ін. Тільки аналізуючи шлях, пройдений наукою, можна правильно оцінити її сучасний стан, а також тенденції та перспективи розвитку [138, с.5].

Історія техніки повинна викладатися в межах певних якісно відмінних періодів розвитку. Такий принцип обґрунтований об'єктивним економічним законом (закон відповідності виробничих відносин характеру і рівню розвитку продуктивних сил), згідно з яким кожній суспільно-економічній формації відповідає певний характер (якісний аспект) і рівень (кількісний аспект) продуктивних сил та складової їх частини – техніки.

Отже, головною характеристикою рівня розвитку суспільства є якісно відмінні періоди розвитку техніки, які відповідають певним суспільно-економічним формаціям. Проте при визначенні основи періодизації є певні труднощі. Адже коли старі виробничі відносини, притаманні тій чи іншій суспільно-економічній формації, у процесі соціальної революції зазнають зламу, то техніка залишається і, підпорядковуючись економічним законам нового суспільного ладу, зазнає інтенсивнішого розвитку. Історичний досвід переконує, що техніка наступної суспільно-економічної формації зароджується і формується в попередній. Впровадження нової техніки відбувається в гострій боротьбі зі старою [138, с.7-8].

Проблему періодизації історії техніки вивчали В.Д. Алексеєнко [2], А.А. Зворикін [58], Б.М. Кедров [76], І.Я. Конфедератов [81], С.В. Шухардін [178], які становили значний інтерес і викликали жваву полеміку серед істориків техніки. Більшістю сучасних істориків техніки значення проблеми періодизації вичерпно усвідомлюється [59, 60, 138]. Проте дотепер ця проблема не вирішена, оскільки існують різні міркування щодо принципів періодизації в історико-технічних дослідженнях.

Професор А.А. Зворикін у 1957 р. зазначав: “Якщо нові етапи в розвитку природознавства, звичайно, визначаються датами тих чи інших найважливіших відкриттів у науці, то в історії техніки початком нового етапу слід вважати не перше формулювання тієї чи іншої ідеї, а її практичне здійснення” [58, с.161].

Професор С.В. Шухардін у 1961 р. запевняв, що новим етапом у розвитку окремої галузі техніки слід вважати не практичне створення технічних засобів, а широке їх використання у виробництві, тобто той момент, коли у виробництві нова техніка порівняно зі старою займатиме переважну питому вагу [178].

Згодом нова техніка удосконалюється шляхом збільшення її кількості й поліпшення якості без зміни принципу дії до тих пір, доки не будуть вичерпані всі потенційні можливості, закладені у принцип її дії. Після цього техніка, не задовольняючи зростаючі потреби виробництва, перетворюється у стару, замінюється новішою технікою, і починається новий цикл розвитку. Наприклад, у нашій країні на початку 30-х років ХХ ст., незадовго до масової тракторизації, кількість дерев'яних сох, косуль і сабанів перевищувала кількість металевих плугів [142].

Виявляється, важко визначити момент, коли стара техніка поступається місцем новій і, як наслідок, починається новий період в її історії.

Стосовно принципів періодизації історії науки і техніки, академік Б.М. Кедров у 1965 р. вказував, що періодизацію суспільної історії не прийнято механічно брати за основу (базу), згідно б якою періодизувати розвиток техніки лише за соціально-економічними формаціями. Для виділення окремих історичних епох у розвитку науки і техніки потрібно враховувати, насамперед, не загальні дані суспільної історії, а те особливе, що пов'язано з характером об'єкта історичного процесу [76].

Пропонується за основу періодизації історії техніки брати періодизацію розвитку способів виробництва матеріальних благ. Аргументується це тим, що всі галузі історії, до яких належить історія класової боротьби, політичних партій, держави, історія окремих галузей культури, а також історія соціально - політичних, природничих і технічних наук, й особливо історія техніки, є сферами суспільного життя. З урахуванням вищевикладеного, при розробленні періодизації історії кожної з цих галузей базисом необхідно вважати розвиток виробництва [103].

Крім того, кожному суспільному явищу властиві тільки йому притаманні періоди розвитку, оскільки окремим сторонам розвитку суспільства притаманні внутрішні закономірності та специфіка. І якщо загальноісторична періодизація дає лише загальні грані тих періодів, у яких здійснюється соціально-економічний розвиток суспільства, то періодизація окремих суспільних явищ, наприклад історія техніки, повинна визначати більш чіткі межі між періодами [178, с.100].

Якщо при вивченні суспільної історії межі періодів можна визначити досить точно, тому що поворотними моментами в історії є політичні події, наприклад революції, то визначення меж періодів при вивченні розвитку ґрунтообробної техніки – справа складніша. Тут мова може йтися лише про приблизні межі періодів.

Отже, при періодизації загальної історії розвитку техніки або розвитку техніки в певній країні чи галузі техніки (наприклад історія сільськогосподарського машинобудування) і навіть окремої машини (в даній роботі – плуг) необхідно виявити беззаперечні закономірності для кожного конкретного факту, які слід покласти в основу визначення періодів. Тому всі спроби пропонування універсальної періодизації, придатної для всіх історико-технічних досліджень, не дали й не могли дати позитивного результату. Хоч принцип періодизації є загальними для всіх досліджень, проте основа періодизації визначається індивідуально залежно від конкретного об'єкта дослідження.

Головне – правильно визначити основу для поділу на характерні періоди розвитку техніки, що підлягає дослідженню. Вибрана основа



має бути спільною для всіх періодів і притаманна кожному з них. Найбільш важливий і суттєвий принцип розвитку даного об'єкта, що впливає на зв'язки між періодами, і є основою періодизації [178, с.101].

У 1994 р. В.А. Саун спробував розробити універсальну періодизацію розвитку ґрунтообробної техніки, в основу якої було покладено вид енергії, що використовується при обробі ґрунту (біологічна енергія людини, біологічна енергія тварин, теплова енергія палива); спосіб виробництва (первісно-общинний, рабовласницький, феодальний, капіталістичний, соціалістичний лад); конструкційний матеріал, що застосовувався при виготовленні ґрунтообробної техніки; технологія обробки цього металу; системи землеробства; рівень пізнання природи (накопичення наукових знань із землеробства) [138, с.7-13; 103]. Однак ця теорія не має однозначного закінченого вигляду через відсутність критерію оцінки якісних переходів.

Остання точка зору – визначення періодів у розвитку техніки необхідно здійснювати з урахуванням об'єктивних законів розвитку техніки [103]. Практика досліджень дедалі більше переконує в доцільності застосування періодизації, в основі якої мають бути найбільш характерні, специфічні особливості розвитку галузевої техніки, що розглядається, відмовившись від дослідження з історії техніки в межах суспільної періодизації [138].

До цього часу також не розроблено чіткої, прийнятної періодизація історії розвитку ґрунтообробної техніки, а окремі спроби в цьому напрямку не відповідають останнім теоретичним розробкам. Розробити періодизацію історії плуга – одне із завдань для досягнення мети даного дослідження.

Велике загальноісторичне значення вивчення історії землеробського знаряддя переконливо доводив його дослідник – історик Ю.О. Краснов: “ Якщо мати на увазі, що основою всіх світових цивілізацій було саме землеробство, що культурні досягнення стародавніх народів Межиріччя і еллінів класичного періоду, римлян чи російських слов'ян у кінцевому результаті зобов'язані праці орача, що обробляв землю ралом, сохою чи плугом, то не важко уявити собі і величезне загальноісторичне значення цієї проблеми” [86, с. 5].

Розкриваючи взаємозв'язок землеробства і ґрунтообробної техніки, історію систем землеробства ґрунтовно висвітлювали А.Л. Александровський [1], М.І. Вавилов [13], В.І. Довженюк [51], С.А. Іофінов [150, с.11-15], А.М. Каштанов [74], Ю.Ф. Новіков [110], С.П. Павлюк [122], В.А. Саун [138], В.М. Халанський [159].

Розробивши в 1926-1935 рр. поліцентричну концепцію зародження землеробства, академік М.І. Вавилов виділив вісім основних географічних областей історичного розвитку культурної флори (Західноазіатська, Індійська, Середньоазіатська, Китайська, Середземноморська, Афри-

канська, Мексиканська, Південноамериканська). Дослідження переконують, що перші осередки землеробства зародились незалежно в різних регіонах [13].

Політопний характер виникнення землеробства відображений на карті А.Л. Александровського “Етапи землеробського освоєння світу”, де виділено сім стародавніх ареалів землеробства і скотарства: передньоазіатський і східносередземноморський (8-6 тис. років до н.е.); індокитайський (7-6 тис. років до н.е.); мезоамериканський (7-6 тис. років до н.е.); ірано-середньоазіатський (6-5 тис. років до н.е.); нільський (5-4 тис. років до н.е.); китайський (5-3 тис. років до н.е.); індійський (5-3 тис. років до н.е.) [1; 74, с.3].

З переходом первісних людей у кожному із цих осередків до напівосілого способу життя, появою таких ручних засобів праці, як мотика, кам’яні серпи і т. д., зародились первісні системи землеробства, спершу мотична, потім підсічна або підсічно-вогнева й, нарешті, перелогова. Період первісної історії завершився появою в умовах рабовласницького ладу заліза і залізних знарядь у землеробстві – залізної сокири, сохи із залізним сошником і первісного дерев’яного плуга з металевим лемешем, який складався з окремих складових деталей.

У посушливих районах Сходу почали застосовувати штучний полив – іригаційне землеробство. При інтенсивному використанні розораних земель, внесенні в ґрунт попелу, гною, вапнякового каменю перелогова система землеробства вже не виправдовувала себе. Виникла двопільна система землеробства – чергування посівів і чистого пару з пасовищем. Відновити родючість ґрунту протягом року не вдавалось. Тому в XI–XII ст. в Європі та Росії почали використовувати трипільну систему землеробства, хоча в інших державах переважали попередні системи.

З інтенсивним розвитком феодалізму (XVI ст.) зародилося рільництво, і від трипільля почали переходити до чотирипільля. Щорічно тепер пустувала не третя, а четверта частина ниви. Систему землеробства змінила перелогово-парова, а з появою орендного землеробства не тільки у римлян, а й в Африці зародилось індивідуально-сімейне селянське господарство, як правило, натурального характеру.

З 80-х років XVIII ст. у капіталістичних країнах, насамперед в Англії, спостерігався інтенсивний розвиток усіх галузей сільського господарства, що зумовило потребу зміни системи землеробства, удосконалення знарядь праці, розроблення і впровадження нових сільськогосподарських машин.

Парову систему змінила плодозмінна система землеробства, у сівознах якої не було вільного пару, а на всій освоєній землі щороку відбувалася зміна культур на посівних площах.

Якщо виникнення землеробства вважається першою господарською революцією людства, то введення обробітку ґрунту в практику вирощування рослин – першою революцією в землеробстві. Еволюція землеробства здійснювалася паралельно удосконаленню знарядь обробітку ґрунту, як стверджують А.А. Зворикін [58] та О.С. Мудрук [101, 103].

Значний інтерес становлять нечисленні роботи з формування загальної схеми конструкції плуга, зокрема В.П. Горячкіна [34], П.І. Мініна [96], К.Г. Шіндлера [168], які без відповідного наукового доопрацювання не можуть бути основою для прогнозування нових конструктивних рішень цього знаряддя. Не сформульовано історичний принцип еволюції конструкції плуга, який міг би стати елементом теорії історії плуга.

Згідно з археологічними дослідженнями наприкінці IV тисячоліття до н.е. в країні стародавніх шумерів з'явився перший праобраз плуга і перший “Календар землероба” – письмова настанова землеробу. З історією розвитку землеробства й перших орних знарядь донаукового періоду нас знайомлять В.Ф. Горленко [31, 32], С. Крамер [85], Ю.О. Краснов [86], С. Ліллі [88], С.М. Скорняков [144 - 146] та ін.

Об'єктом вивчення історії орних знарядь є плуг, але простежити розвиток його конструкції ізольовано від ряду чинників, що впливали як на конструктивні форми й параметри об'єкта, так і на темпи, характер, масштаби його розвитку, не можливо. Основними такими чинниками були джерело енергії, властивості ґрунту і прийнята технологія його обробітку. Вони є вирішальними при визначенні конструктивних форм і параметрів робочих органів плуга.

У стародавні часи важкі сільськогосподарські роботи виконувалися численною армією рабів. Як свідчать археологічні пам'ятки, шумери, обробляючи ґрунт, замінили мускульну силу людини мускульною силою запряжених тварин наприкінці V – початку IV тисячоліття до н.е. Перехід землеробства на нову енергетичну базу – біологічну енергію (мускульна сила) тварин – став вищим етапом у розвитку виробничих сил суспільства та ґрунтообробної техніки, удосконалення якої на цій енергетичній базі відбувався у різних соціально-економічних умовах: за рабовласницького, феодалного і капіталістичного способів виробництва. Відкривалися подальші перспективи підвищення продуктивності праці [138, с.23; 85, с.21].

Розрізнені дані щодо використання мускульної сили людини, тварини, створених людиною двигунів не дають вичерпного уявлення про застосування в еволюції плуга фактора “тягової енергетики”, поелементно розкритого в ряді досліджень [6, 7, 9, 10, 30, 42, 63, 71, 78, 82, 88, 93, 99, 104, 135, 138, 145, 156, 159, 166, 177]. Синтезуючи вказаний історичний матеріал, в даному дослідженні передбачається відтворити

історико-наукову картину розвитку джерел енергії як тяглової сили плуга.

Отже, вивчення історії ґрунтообробної техніки зводиться до розгляду сукупності таких основних питань: що обробляється (який ґрунт) і як обробляється (технологія), чим обробляється (робочий орган, знаряддя чи машина), за рахунок чого обробляється (енергія), в яких соціально-економічних умовах (суспільно-економічна формація, рівень розвитку науки).

Ґрунт як середовище, на яке діють робочі органи ґрунтообробних знарядь, не однорідне і складне за механічним та хімічним складом, фізичними властивостями, рослинним покривом і здійснюваними в ньому біологічними процесами. Міцність і зв'язність ґрунту, тобто опір його розмиванню водою і здатність протистояти роз'єднанню частинок, прилипання ґрунту до заліза і сталі суттєво впливають на роботу вказаних знарядь. Практика свідчить, що налипання залежить від роду й хімічного складу ґрунту і ґрунтових розчинів, ступеня вологості, швидкості руху знаряддя, величини тиску скиби на робочу поверхню та її стану. Недостатність наукових даних для вивчення цих питань знижувала рівень конструювання орних знарядь [152, с.740-741].

Прихильники плужного обробітку вважали, що механічний обробіток ґрунту полицевими плугами сприяє підвищенню її родючості та створенню кращих умов для росту й розвитку рослин. Плуг, як основне ґрунтообробне знаряддя, відрізняється від усіх інших знарядь здатністю перевертати скибу ґрунту, тобто вертикально перерозподіляти частинки ґрунту переміщенням верхньої його частини вниз, а нижньої – вгору з його розкришуванням [152, с.742]. Еволюція одного із вагомих винаходів людства – плуга віками здійснювалась в напрямі забезпечення історією народженого прийому обертання скиби.

Д.Д. Арцибашев [4], В.А. Сагун [151], С.М. Скорняков [144-146] розкривали технологічну сутність оранки, яка полягає в тому, що ґрунтовий пласт за допомогою плужної полиці, обертаючись, зміщується в бік і вкладається в сусідню борозну [151]. При цьому відбувається не тільки розпушування орного шару ґрунту, тобто збільшення проміжків між окремими частинками, а й інтенсивне перемішування ґрунтових частинок, провітрювання орного шару [4, 144, 146, 152].

Обертанням скиби, за допомогою якого відновлюється ґрунтова структура, забезпечується не тільки заорювання дернини, що піддається процесам розпаду без втрат, і добрив, а також знищення насіння бур'янів, багатьох шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських культур. З точки зору використання ґрунтового багатства періодична глибока оранка вводить в оборот шари ґрунту, недосяжні при звичайному поверхневому обробітку [4; 146, с.43].

На півдні України праобразом кінних плугів із низьким передком був поширений стародавній “південноросійський” плуг, пристосований для роботи в упряжці трьох пар волів. Різновидом “південноросійського” плуга став “сабан”, дещо менших розмірів, який тягнули 4-6 коней. Поява сабана пов’язана з переходом татар до осілого способу життя. Отже, плуги з низьким “російським” передком створені на базі “південноросійського” плуга і “сабана”, про що дізнаємося з повідомлень С.П. Павлюка [122], П.І. Мініна [96, с.5; 97] та В.Ф. Горленко [31, 32].

В українському традиційному плузі – це вгнутість гряділя з його значною довжиною, певна конструкція підшви, особливості передка “російського” типу, дві, а не одна, ручки, і навіть своєрідний спосіб одночасного впрягання кількох пар худоби. Ці особливості конструкції українського плуга відрізняють його від подібних знарядь інших народів.

Зокрема, характерна й найпомітніша особливість більшості українських плугів стародавнього зразка – це вгнутість гряділя у вертикальній та горизонтальній площинах. Вертикальна – виключала забивання стійки корпусу плуга при оранці задернілого ґрунту. Горизонтальна вгнутість уліво передбачала кріплення до гряділя ножа-різака майже над носком лемеша, а також амортизацію поштовхів знаряддя на перегонах під час оранки, що пом’якшувало перепади опору рухові, відчутні тваринами при оранці на нерівній місцевості. З винаходом способу кріплення ножа до гряділя на певній відстані вліво від нього зникла потреба в горизонтальній вгнутості [31, с.50-54].

Освоєння цілих земель півдня вимагало створення більш легких у роботі плугів, які б краще обертали пласт важкого й пересушеного ґрунту. Ці вимоги сприяли удосконаленню південноросійського передкового плуга саме на півдні України, де потреба в добрих плугах була найбільшою [96, с.5].

Велика заслуга у справі удосконалення плуга належить українським майстровим, винахідникам і раціоналізаторам [34, 69, 96, 150, 157, 159, 163]. Проте ще не здійснено історико-науковий аналіз матеріалів, які розкривають суть внеску української технічної думки у скарбницю створення основного знаряддя землероба.

Дослідженнями В.В. Данілевського [42], В.Д. Нікольського [109], В.М. Халанського [159] виявлені технічні здобутки капіталістичного способу виробництва XVII – XX ст. На основі потреб суспільства до 70-х років XIX ст. сформувався конкретні практичні завдання в землеробстві, для розв’язання яких використовувалися наукові знання й досвід суміжних галузей, з’являлись наукові розробки з теорії складових частин плуга. Однак удосконалення ґрунтообробного знаряддя проводилося в основному експериментальним шляхом. Провідна ідея, яка стала рушійною силою створення й використання ґрунтообробних

знарядь, зокрема плуга, – це створення оптимальних ґрунтових умов для росту культурних рослин.

Поширення удосконалених плугів у сільському господарстві Росії почалося пізніше і відбувалося набагато повільніше, ніж у країнах Західної Європи та Північній Америці, що пояснюється певними соціально-економічними умовами. Технічні зрушення у 20-х роках ХІХ ст. в промисловості та на транспорті у період переходу в Росії від мануфактури до великої індустрії поступово охопили й землеробство, але лише на півдні Росії, (Подільська, Київська, Херсонська, Полтавська, Катеринославська, Таврійська губернії і Дон). Тут у першій чверті ХІХ ст. у поселеннях колоністів (німецьких, болгарських та ін.) утворювалися нові господарства, де за сприяння царського уряду були створені сприятливі умови для господарювання і застосування поліпшених знарядь праці, що започаткувало капіталістичні відносини в сільському господарстві [22, 98].

Індустрія створила технічні умови для раціонального землеробства, зумовила технічну перевагу великого капіталістичного виробництва порівняно із дрібним селянським. Виробництво орних знарядь у Росії поступово переходило від землероба до сільського коваля, від коваля – до кустарних майстерень і від майстерень – до машинобудівних заводів. Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування, зокрема виготовлення плугів, зазнало розвитку на початку ХІХ ст. з розвитком капіталізму в Росії у взаємозв'язку і взаємозалежності зі світовим сільськогосподарським машинобудуванням.

До 30-х років ХІХ ст. була розроблена найдоцільніша конструкція плуга. Приблизно в цей період перші великі господарства почали вирощувати у великих обсягах товарну пшеницю на експорт, а на південному заході країни почав формуватися спеціалізований район з виробництва буряків як сировини для цукрової промисловості. За історичними джерелами перший цукровий завод було побудовано в 1802 р. [135, с.7; 138, с.38-39], а вперше залізний плуг випробувано в 1829 р. у Херсонській губернії [93, с.182]. Широко впроваджувати землеробські знаряддя і машини колоністи почали з 40-х років.

На півночі і в центральній частині Росії панували кріпосні відносини, основані на кабальній залежності селян від поміщиків, що включало можливість використання удосконаленої техніки. На мізерних селянських наділах соха кустарного виробництва була головним знаряддям ґрунтообробітку, а на поміщицьких землях - важкі і незграбні знаряддя, які важче піддавались псуванню [138, с.38-39].

Тільки зі скасуванням кріпацтва після реформи 1861 року склалися сприятливі умови для розвитку капіталізму в сільському господарстві країни. Подолання особистої залежності селян від поміщиків, обезземелення значної частини селянства, міграція сільського населен-

ня в міста, зменшення робочої сили на селі – все це зумовило підвищений інтерес поміщиків до сільськогосподарського товарного виробництва і заміни кріпацької праці машинами, стало поштовхом для завезення машин із-за кордону, проте без належного його використання. Удосконалення ґрунтообробних машин мало стихійний характер і здійснювалося в основному для потреб поміщиків [93, с.184].

Після скасування кріпосного права дрібні господарства вимушено задовольнялися примітивними ґрунтообробними знаряддями власного виробництва, а на полях великих господарств використовувались переважно плуги іноземного виробництва, які, як правило, не відповідали місцевим вимогам і тому перероблялися в кузнях [138, с.39]. Зокрема, імпорт сільськогосподарської техніки збільшився у 1869-1900 рр. майже в 16 разів [5, 22].

За даними Д.Д. Арцибашева [5], Л.Г. Мельника [93] заводи сільськогосподарського машинобудування Півдня Росії (територія теперішньої України) виробляли переважну частину ґрунтообробної техніки. Через відсутність у доступних джерелах поетапного аналізу плугобудування в Україні в ХІХ – на початку ХХ ст. не можливо дати ґрунтовну характеристику розвитку цієї важливої галузі.

В.П. Горячкін, надаючи великого значення вивченню історії плуга, на початку ХХ ст. писав, що історія розвитку плуга ще мало розроблена і чекає свого автора [38, 34]. Багато дослідників у своїх працях певною мірою торкалися цього питання. Найбільш вагомий внесок у вивчення історії розвитку ґрунтообробних знарядь зробили Ю.О. Краснов [86], Ю.Ф. Новіков [110], В.М. Халанський [159], К.Г. Шіндлер [163, 168] та ін. У працях цих учених основна увага приділяється еволюції плуга, проте відсутній ґрунтовний аналіз загальних тенденцій і прогнозу розвитку.

Визначення місця сільськогосподарської техніки в суспільстві, розкриття тенденцій і закономірностей, оцінка особливостей сучасного етапу її розвитку й визначення перспектив на майбутнє є метою вивчення та аналізу історії розвитку техніки. Тобто накопичені знання з історії сільськогосподарської техніки необхідно використовувати як базу, на основі якої мають бути синтезовані узагальнення, тенденції та закономірності її подальшого розвитку [138, с.8-10].

Техніка – це сукупність засобів праці, які створюються людьми в процесі виробництва, невід’ємний елемент продуктивних сил суспільства. Тому закони її розвитку необхідно вивчати на основі конкретних суспільних, соціально-економічних умов, у межах яких відбувається розвиток, тобто на основі законів розвитку людства. Основоположним завданням історії техніки є виявлення логіки розвитку техніки. Для цього необхідно показати розвиток останньої в *хронологічному* порядку в системі суспільного виробництва, у різних соціально-економічних

умовах певної формації, виявити суспільну рушійну силу й умови розвитку техніки, показати спадщину її творців, систематизувати історичний матеріал, узагальнити його та встановити тенденції і закономірності розвитку техніки [138, с.6-7; 180, с.5-12]. Ці завдання відповідають меті даного дослідження історії розвитку плуга.

Незважаючи на досить широку джерельну базу з історії плуга (див. список використаних джерел) відсутня єдина хронологія еволюції цього основного знаряддя землероба.

Сучасникам важко встановити, коли, де і яким чином почався розвиток науки. Разом з тим природно визнати, що інстинктивне накопичення даних практичного досвіду передувало їх науковій систематизації [109, с.23-24].

Передумовами розвитку науки були розвиток ремесел і торгівлі. Зважаючи на потреби виробництва, зароджувались окремі галузі природознавства (астрономія, математика, механіка). Однак наука в донауковий період ще не була диференційована. Визначні вчені того часу були одночасно і природодослідниками, і філософами, мали енциклопедичні знання. Яскраві наукові досягнення характерні Стародавнім Сходу (Єгипет, Вавілон, Індія, Китай та ін.), Греції та Риму.

Великий вчений античності Архімед (287-212 рр. до н.е.) відкрив ряд основоположних законів механіки. З'явилися праці із сільськогосподарського виробництва, наприклад: "Труди і дні" Геродота (VIII-VII ст. до н.е.), "Землеробство" Катона Старшого (234-149 рр. до н.е.), "Сільське господарство" Варрона (116-27 рр. до н.е.), "Георгікі" Віргілія (70-19 рр. до н.е.), "Сільське господарство" Колумелли (I ст. н.е.), "Природнича історія" Плінія Старшого (23-79 рр. н.е.) та ін. Варрон вперше розглядав землеробство як науку і поділяв знаряддя виробництва на три категорії: "знаряддя, що говорять" (раби), "знаряддя, що мають голос" (тварини) і "знаряддя німі" (господарський інвентар) [138, с.27].

У пам'ятниках первісних єгиптян, ассирійців, у гробницях доісторичної доби, коли про теорію в сучасному розумінні не могло бути й мови, знайдено безліч знарядь і механічних засобів, виготовлення та використання яких вимагало технічних навичок і практичних знань з механіки.

У XIV ст. практично-експериментальний метод дослідження набув поширення у науці, і з того часу почав збільшуватись запас знань про явища природи, і впевненіше і частіше з'являються спроби створити нові машини для полегшення праці людини.

Дух винахідництва впродовж XV-XVIII ст. заповнив уяву багатьох людей найрізноманітніших професій і суспільних прошарків. Винаходи після тривалого застою думки виникали один за другим. Думка й ідея незнищені: зауваження, кинуте одним винахідником – хай на-



віть неважливе, підхоплюється, передається, виправляється і втілюється в життя іншим [109, с.29-31].

Відмічене підтверджується історією розвитку землеробства, всі практичні прийоми якого, окрема й обробіток ґрунту, протягом тисячоліть (аж до XVIII ст.) розроблялися інтуїтивно на основі практики. Завдяки спостереженням первісна людина усвідомила, що рослини краще ростуть на розпушеному ґрунті, що чим краще розпушена земля, підрізані й зароблені дикоростучі рослини, тим вищим буде врожай. Стародавні шумери в “Календарі землероба” писали: “Чим глибша борозна, тим вище виростає на ній ячмінь” [85, с.78-85]. А римський агроном Колумела вважав, що глибока оранка дає найбільшу користь всякому проростанню, а на нивах, глибоко зборознених плугом, розкішно розростаються посіви. Проте С.М. Скорняков [1498, с.42] відмічав, що орні знаряддя шумерів і римлян зорювали землю не глибше 10-12 сантиметрів і конструктивно не змінювалися майже до XVII століття.

Римські агрономи не могли дати теоретичного обґрунтування прийомам обробітку ґрунту, оскільки не були розвинені такі науки, як фізика, хімія, біологія [146, с.42].

Вихідним джерелом знання при створенні знарядь праці й удосконалення їх виробництва майже до кінця XVII ст. були практика і накопичений віками досвід. Наукові знання тільки зароджувались, тому мало впливали на розвиток і виробництво цих знарядь.

Перехід від мануфактурного до машинного способу виробництва й нової енергетики започаткував промислову революцію. У світі з'явилась велика кількість різноманітних винаходів. Пізніше від інших європейських країн на шлях капіталістичного розвитку стала Росія. Феодально-кріпосницькі відносини в Росії заважали розвитку виробництва й техніки. Після скасування кріпосного права в 1861 році промислова революція набула швидких темпів, що вимагало від учених і спеціалістів сільського господарства створення наукових основ землеробства. Основою формування землеробської механіки як прикладної галузі знання стало швидке поширення у XVIII–XIX ст. сільськогосподарських машин і знарядь.

Бурхливий розвиток науки і техніки, продуктивних сил розпочався з 70-х років XIX ст. і тривав до середини XX століття. Технічні зрушення в промисловості зумовили прогресивні зміни і в сільському господарстві. Велика потреба в сільськогосподарських машинах і високі темпи їх удосконалення, вимоги до підвищення продуктивності та якості роботи привели до необхідності узагальнення знань про конструкції машин й особливості їх роботи. Так створилась нова технічна дисципліна – сільськогосподарське машинознавство. Про перші наукові установи дослідження сільськогосподарських машин у Росії подає ґрунтовні відомості Ф. Ерк [179]. Обґрунтування і розрахунок ґрунтообробних машин та

знарядь на основі теоретичних положень фундаментальних наук – математики і механіки – зумовили зародження землеробської механіки, яка стала розвиненою галуззю наукових знань [57, с.6-7]. Про цей період можна дізнатися з праць А.Н. Войди [29], Н.Н. Коваленко [80], Л.Г. Мельника [93], П.І. Мініна [96, 97] та ін.

Як писав М.В. Ломоносов: “Із спостережень встановлювати теорію, через теорію виправляти спостереження – є кращий із всіх способів вишукування істини” [89, с.63]. Тільки поєднання інженерного й агрономічного напрямів розвитку в землеробстві створило міцне підґрунтя теорії ґрунтообробної техніки.

На початок ХХ ст. були вже чітко сформульовані основні завдання обробітку ґрунту, а саме [110; 152, с.742]:

- розпушування орного шару, тобто подрібнення ґрунту до певних розмірів його частинок і збільшення проміжків між ними;
- забезпечення рослин поживними речовинами шляхом переведення їх у легкозасвоювані форми. Це можливо за умови збереження ґрунтом оптимуму вологи, повітря й тепла, при якому хімічні процеси в ньому протікають найбільш сприятливо;
- накопичення і збереження ґрунтової вологи в посушливих умовах і видалення її надлишків в умовах значного зволоження;
- перемішування ґрунту для найсприятливішого розподілу в ньому поживних речовин і добрив, що вносяться;
- знищення бур'янів і рослинних решток;
- прикриття насіння.

З урахуванням вищевикладеного, в теорії плуга дослідників найбільше цікавило наступне: найдоцільніша форма робочих органів, залежність опору плуга від глибини й ширини захвату з одного боку, форми і способи установки робочих органів з другого боку, частковий опір окремих елементів орного знаряддя і його залежності від різноманітних факторів, раціональність конструкції для досягнення стійкості ходу знаряддя, вплив роботи того чи іншого знаряддя на структуру ґрунту й опір знаряддя, які працюватимуть після плуга, вибір форми полиці для різних ґрунтів тощо [72, с.2137; 73; 184, с.1-13].

Питання історії теорії ґрунтообробної техніки та її складового елемента – плуга, ще не знайшли відображення в публікаціях з історії науки і техніки. Історія теорії плуга може стати вагомою і цінною складовою будь-якої фундаментальної роботи з історії аграрної науки.

На існуючі агровимоги була спрямована експериментальна, лабораторна і дослідно-випробувальна справа професорів Д.Д. Арцибашева [4, 5], В.П. Горячкіна [33-39] та К.Г. Шіндлера [161–170; 189], які поряд з конструктивним удосконаленням плуга надавали великого значення дослідженню ґрунтового середовища й опрацюванню теоретичних основ побудови органів плуга. Узагальнивши спостереження та досягнутий

досвід у землеробстві, К.Г. Шіндлер першим виявив вплив способу механічного обробітку ґрунту, сівби й конструктивної досконалості плуга на продуктивність ґрунту, урожайність та якість врожаю за тотожних умов. Цю думку пізніше поділяли П. Вовк [27], П.М. Заїка [57], М.М. Каган [72, 73], Л.П. Крамаренко [83], В.І. Нагібін [106].

В історії аграрної науки і техніки України є маловідома широкому науковому загалу постать засновника сільськогосподарського машинобудування в Україні, вченого, дослідника, педагога, громадського діяча, інженера-механіка за освітою професора Київського політехнічного інституту Камілла Гавриловича Шіндлера (1869-1940). Проте крім наших публікацій [17-22, 24, 75] немає статей, брошур і книг, присвячених цій неординарній особистості в історії української науки й техніки, людині, яка плідною творчою працею звеличила Україну, але залишилась незаслужено забутою, замовчуваною й історично затушованою. Нині дослідниками життя та діяльності професора К.Г. Шіндлера готується до друку книга, в основу якої покладено архівні матеріали Києва, Москви та Твері.

Про успіхи вітчизняного машинобудування й випробувальної справи йдеться в періодичних виданнях (газети, журнали) [56, 61-67, 111], звітах [118-121, 70], доповідях [52-55], повідомленнях [26, 66].

Історико-науковий огляд залученої джерельної бази переконує, що історія розвитку плуга в Україні потребує глибшого й досконалішого вивчення для виявлення тенденцій і загальних закономірностей розвитку цього знаряддя для науково-технічного прогнозу плугобудування та реконструкції національної історії техніки.

## РОЗДІЛ 2

### ІСТОРІЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРІЇ ПЛУГА У СВІТОВОМУ КОНТЕКСТІ

Наука і техніка нерозривно пов'язані між собою: наука живить новими ідеями техніку, яка, в свою чергу, впливає на розвиток науки, висуваючи перед нею нові завдання, зумовлені необхідністю подальшого розвитку продуктивних сил суспільства. Історія техніки розкриває цей зв'язок і показує, як під впливом практичних потреб формуються наукові положення і як наука сприяє розвитку техніки [72, с.17-18; 112, с.5-12].

Вивчення тенденцій і закономірностей розвитку техніки необхідне для практичної діяльності людей, оскільки дозволяє їм досягнути не тільки те, що вже реально існує і розвивається, а й те, що знаходиться ще в зародку. При цьому немає ні реальної можливості, ні необхідності досліджувати увесь спектр техніки, достатньо вивчити ці питання на прикладі одного її виду, період розвитку якого найтриваліший. Найдавнішими є сільськогосподарські машини. Із усіх різновидів сільськогосподарських машин і знарядь найтриваліший період розвивались технічні засоби для обробки ґрунту, зокрема плуги та їх аналоги, які зародились й почали удосконалюватися багато тисячоліть тому [138].

У процесі історико-технічних досліджень велике значення має визначення науково обґрунтованої періодизації, тобто поділ процесу розвитку на періоди, які якісно відрізняються один від одного. Визначення періодів дає змогу науково підійти до розуміння розвитку техніки. Правильна періодизація подій сприяє науковому обґрунтуванню висновків історико-технічних досліджень. Підрозділ “Періодизація історії плуга” присвячується саме цим питанням.

При вивченні історії розвитку землеробства й орного знаряддя на ранніх етапах дослідники постають перед труднощами, пов'язаними з обмеженими джерелами інформації – речовими й письмовими. Сучасна наука вивчає археологічні знахідки, печерні й наскельні рисунки та історичні письмові твори. Про дослідження раннього періоду зародження землеробства й еволюційного удосконалення примітивного ґрунтообробного знаряддя йдеться в підрозділі “Формування конструкції стародавнього ґрунтообробного знаряддя”.

Найдосконаліше стародавнє орне знаряддя, назване “*римським плугом*,” сформувалось до XI ст. і не зазнало істотних змін майже до XVII ст. Проте темпи розвитку капіталізму в Західній Європі пришвидшилися після відкриття Колумбом Америки наприкінці XV ст. Тваринництво переводилось на стійлове утримання. Розвивався торговий капітал, зросла потреба в товарах сільськогосподарського виробництва.

Перетворення у всіх галузях людської діяльності, зумовлених успіхами промисловості, торкнулись і землеробства. Необхідна була докорінна перебудова системи ведення господарства й техніки того часу. Похитнулися основи натурального господарства, і виробництво найважливішого знаряддя землероба почало поступово оформлюватися в самостійну галузь машинобудування. На основі вікового досвіду, практичних спостережень, математичних розрахунків формувалася теоретичний фундамент цієї галузі. Одночасно в майстернях створювалися різноманітні форми елементів плуга, урізноманітнювалася конструкція, створювалися нові типи орних знарядь для задоволення потреб раціонального обробітку ґрунту й економії сил людини і запряжних тварин [138, с.9].

На підтвердження вищевикладеного у підрозділах "Гене́за плуга", "Тяглова енергетика" та "Історія теорії плуга" аналізується розвиток конструкції й теорії, енергетичних джерел плуга як основного ґрунтообробного знаряддя, який має тисячолітню історію, пережив усі суспільні формації, визначав матеріальну основу сільськогосподарського виробництва і соціально-економічний рівень суспільства.

Ґрунтообробна техніка, у тому числі й плуг, за своєю природою і характером інтернаціональна. Це не перешкоджало вивченню історії плуга в даному дослідженні, а навпаки, сприяло визначенню й висвітленню ролі окремих країн та особистостей у створенні цього орного знаряддя, що розкривається в підрозділі "Хронологія розвитку конструкції і теорії плуга".

## **2.1. Періодизація історії плуга**

У процесі розроблення періодизації історії розвитку сільськогосподарської техніки взагалі й ґрунтообробної, зокрема, враховувалось: по-перше, те загальне, що характеризує кожну послідовну стадію наукового пізнання й технічного використання сил, явищ і законів природи в техніці, ступінь проникнення науки в глибину специфічних явищ сільськогосподарської техніки впродовж кожної історичної епохи; по-друге, яким був на той час загальний підхід до вивчення і створення техніки, загальний метод дослідження; по-третє, яка галузь науки (або який комплекс галузей технічних наук) була провідною по відношенню до решти її галузей в певну епоху [60].

Розглянемо деякі вихідні принципи, необхідні для наукового розгляду проблеми періодизації історії розвитку ґрунтообробної техніки. Науковою періодизацією є часове обмеження основних етапів розвитку певного об'єкта сільськогосподарської техніки, які якісно відрізняються один від одного. Для правильного вивчення якісних меж необхідно виявити об'єктивний критерій, що відображає внутрішню логіку розвитку і специфічні закономірності процесу використання ґрунтообробної

техніки, а тому відповідає історичним етапам його розвитку. Методологічно правильно побудована періодизація повинна мати критерій оцінки якісних переходів, який надасть змогу не лише систематизувати основні етапи розвитку об'єкта техніки в минулому, але й з більшою чи меншою точністю встановити якісні модифікації його в майбутньому.

Процесу пізнання сільськогосподарської техніки притаманні специфічні риси, що відображають внутрішню логіку її розвитку, на яку впливають зовнішні фактори. Крім виробництва при розробленні періодизації не залишається поза увагою розвиток пізнання природи, з яким технічні науки тісно пов'язані.

При виділенні історичних періодів розвитку ґрунтообробної техніки враховується як відносна самостійність розвитку цієї техніки, так і обумовленість прогресом природознавства й технічних наук [58-60, 103, 178].

На основі аналізу історії розвитку сільськогосподарської науки і виробництва сільськогосподарської техніки конкретизовано три основні періоди розвитку плуга:


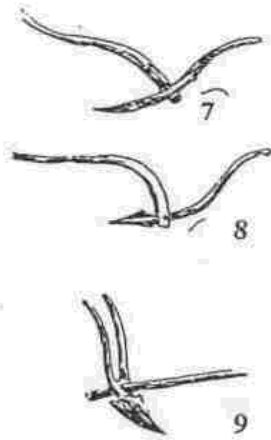
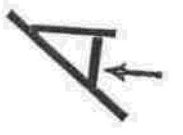
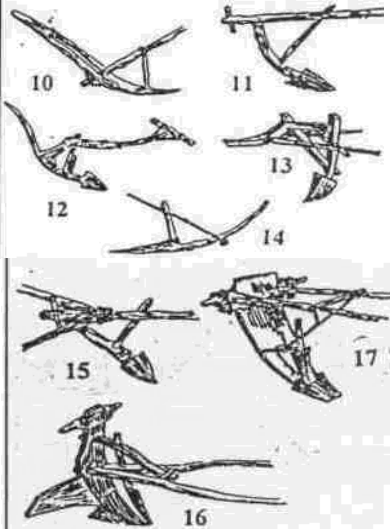

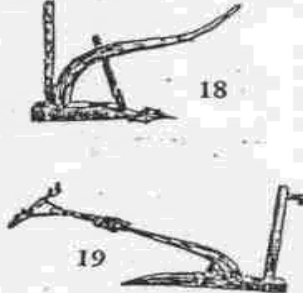
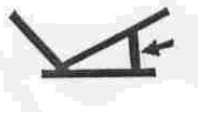
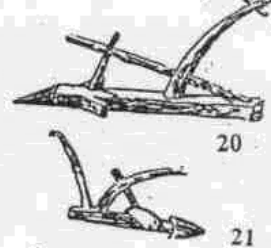
1. Зародковий – це найтриваліший період формування загальної конструктивної схеми плуга, що розпочався наприкінці ери неоліту і завершився в XVI ст. Він поділяється на одинадцять стадій, що наочно відображено в табл. 2.1. Наведені стадії не мають чітко окреслених історичних меж, оскільки у кожного народу свої межі, або ж деякі стадії проникають одна в одну чи випадають зовсім. Характерною особливістю цього періоду, емпіричного в своїй основі, є те, що технічні знання й технічні засоби виробництва розвивалися одночасно. Технічні знання існували як емпіричний опис засобів трудової діяльності суб'єкта і способів їх застосування.
2. Період визрівання ідей і теорій, наукового підходу в розвитку ґрунтообробного знаряддя (зародження технічних наук), що розпочався з другої половини XVII ст. і тривав до 70-х років XIX ст. Упродовж цього періоду для розв'язання практичних завдань почали залучатись наукові знання і досвід суміжних галузей. Формувались принципи одержання й побудови наукового технічного знання, яке покликане безпосередньо обслуговувати виробництво, та опрацьовувались методи розв'язання завдань. З'являлись наукові розробки з теорії складових частин плуга, але основна робота проводилась експериментальним шляхом. У розробленні знарядь брали участь майже всі країни з розвиненим землеробством. Для цього періоду характерна поява наукових теорій у суміжних галузях, які сформували необхідні передумови для появи технічних теорій. Потік технічних знань, спрямований від техніки і виробництва, перевищував потік, який мав зворотний напрямок.

3. Період бурхливого розвитку ґрунтообробного знаряддя за часом охоплює 70-і роки XIX – середину XX ст., в якому землеробська механіка сформувалась як галузь наукових знань із своїм предметом, засобами, методами й чітко окресленою ділянкою досліджень. Друга половина цього періоду відрізняється великою енергоємністю процесу ґрунтообробки, використанням потужних тракторів і багатокорпусних плугів. У цей період склались досить стійкі, чіткі форми взаємозв'язку природничих і технічних наук. Через науки почався процес поєднання науки й виробництва, розгорнулись процеси інтеграції і диференціації технічних наук. Переважаючою була диференціація [59].

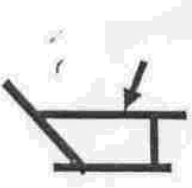
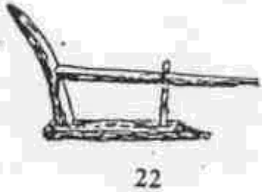



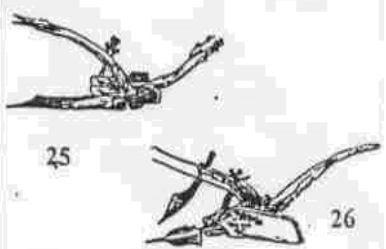

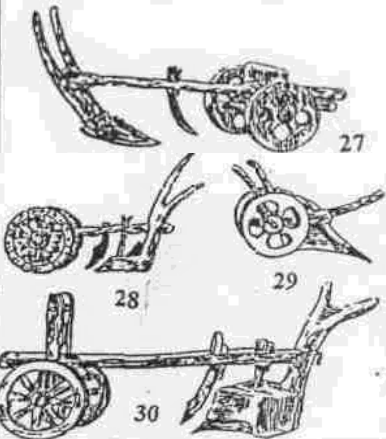
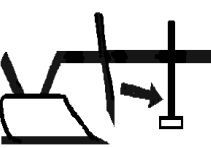
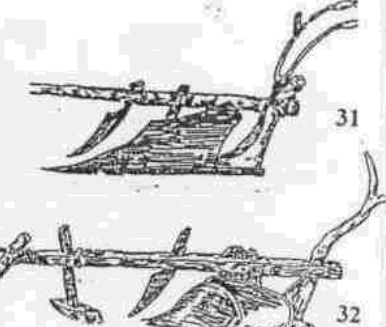
Таблиця 2.1

**Основні стадії формування схематичних ознак плуга [176]**

Стадія	Схема [34, 96, 138]	Характеристика формування схематичних ознак плуга	Рисунок [1709]
1	2	3	4
I		Кривий загострений кілок, стовбур якого був дишлом, а відросток – лемешем для розпушування ґрунту. Такі знаряддя зображені на старих сіракузьких, іспанських монетах і пам'ятниках в Етрурії (1-3).	
II		Для спрямування руху знаряддя доповнювалось довгою рукояткою, спрямованою у протилежний бік відносно дишла. Цей тип знарядь ("соха") зображений на римських і грецьких пам'ятниках і монетах часів Юлія Цезаря (4-6).	

III		<p>Знаряддя складалось з 2-3 окремих частин. Робочий орган, тобто нижній кінець кілка, здебільшого мав металевий наконечник-сошник, що запобігало інтенсивному зношуванню, а верхній – виконував роль рукоятки. Такими були безполицеві староегипетські, старогрецькі і римські знаряддя, що відомі як “рало” (7-9).</p>	
IV		<p>Використання поперечини для більшої жорсткості складових частин. У такому вигляді знаряддя було більш пристосованим для запрягання тварин. Найбільш відомими були:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- староегипетське (10, 14);</li> <li>- німецьке (11);</li> <li>- китайське знаряддя (12);</li> <li>- австрійське (13);</li> <li>- рало (15);</li> <li>- косуля (16);</li> <li>- соха (17).</li> </ul>	
V		<p>Знаряддя з підшвою, яка збільшувала опорну поверхню, забезпечувала стійкість у роботі. Характерно для римських (18) і арабських (19) плугів.</p>	
VI		<p>Між гряділем і підшвою розміщувалась поперечина для більшої жорсткості. Характерно для плугів із Греції, Італії та Південної Франції (20, 21).</p>	



<p>VII</p>		<p>Гряділь, стійка, підосва і рукоятки знаряддя утворювали чотирикутник; гряділь упирився не в підосву, а скріплювався з рукоятками. Цим завершилось формування загальної схеми плуга (22).</p>	
<p>VIII</p>		<p>Уведення череслових ножів характерно для єврейських (23) і кавказьких (24) плугів.</p>	
<p>IX</p>		<p>Зародження примітивних полиць для кращого розпушування та переміщення ґрунту, а також польової дошки для стійкості ходу. Характерно для римських плугів (25, 26).</p>	
<p>X</p>		<p>Для забезпечення стійкості та плавності ходу плуга до гряділя кріпився двоколісний візок. Цей винахід належить грекам. Такими є плуги: старогрецький (27, 29), англійський (28), ельзаський (30).</p>	
<p>XI</p>		<p>Брабантський (32) і фландрський (31) плуги (Нідерланди) завершили формування загальної схеми плуга, для яких характерні увігнута, злегка викривленої форми полиця та опуклий леміш, башмак замість колісного передка.</p>	

## 2.2. Формування конструкції стародавнього ґрунтообробного знаряддя

Бажання протистояти силам стихій і вижити об'єднало людство на зорі свого існування в племена. Продуктами харчування були дари природи. При збиранні плодів, квітів, листя, коренеплодів людина почала застосовувати примітивні знаряддя праці: спочатку просто палку, потім палку із загостреним кінцем (палку-копалку). При полюванні на великих звірів нею викопували ями-пастки, використовуючи для цього палки з відростками – мотики, пізніше до палки почали прив'язувати загострений камінь. Палицею вибивали зерна із колоса. Для обробки зерен диких рослин первісна людина застосувала тертки – заглиблення з товкачем, або два каміння, між якими розтиралось насіння. Для розробки вбитої тварини застосовувались різноманітні скребки з кремнію.

Зі знаряддями в руках первісна людина підкорила своїй волі сильніших тварин у боротьбі за існування і поступово, удосконалюючи й розширюючи застосування знарядь, посіла панівне становище в природі, стала її господарем. Людина пережила поступово мисливський, пастуший, тобто кочовий, спосіб життя і перейшла до осілого [34].

Наступний крок у розвитку відносин первісної людини з природою – вплив на природу з метою збільшення її продуктивності. Форми такого впливу – землеробство і тваринництво. Перехід від збирання дарів природи до їх штучного вирощування – землеробства – і від полювання на диких звірів до їх приручення – тваринництва – відбувся на рубежі мезоліту (13-6 тисячоліть до н.е.) і неоліту (6-4 тисячоліть до н.е.). Він став беззаперечним початком історії людського суспільства, еволюційним переворотом у розвитку продуктивних сил первісно-общинного ладу, внаслідок чого одержав назву “неолітична революція” [138, с. 15].

Таким чином, найпростіші знаряддя праці, як засоби впливу людини на ґрунт, з'явилися ще до зародження землеробства і скотарства. Якщо ж йдеться про стародавні типи орних знарядь, можемо визначити й можливі осередки виникнення орного землеробства [1, 13, 86, 100, 171].

Як свідчать дані історичних досліджень, землеробство могло зародитись там, де дозволяли географічні умови і зміна клімату. Цивілізація бронзового віку досягла високого рівня тільки в місцях, де іригація забезпечувала високу продуктивність – цій умові відповідали тільки Месопотамія, Єгипет і долина річки Інді. Цивілізації ж незалежних осередків землеробства в Центральній і Північній Америці, що виникли набагато пізніше, не мали в користуванні великих долин рік і сильних тварин. Тому за своїм розвитком вони не досягли навіть рівня Месопотамії – періоду 3 тисячі років до н.е. і гинули, проіснувавши лише кілька століть [88, с. 404].

С. Ліллі дослідив, що перші господарства, які запровадили землеробство, з'явилися в Ієрихоні та Ярмі (на території сучасної Іорданії і Північно-Східного Іраку) в VIII ст. до н.е. і поступово поширилися на Близький Схід [88]. Однак археологічні знахідки в цих місцях не виключають можливості, що центр зародження землеробства знаходився десь в іншому місці, звідки воно поширилось і в ці райони. Процес досліджень настільки стрімкий, що кожне твердження з цього питання не довговічне.

У культурному розвитку з часом античні цивілізації шумерів, вавилонян, єгиптян поступилися першістю грекам і римлянам. Ці народи перевершили більш давні цивілізації у військовій справі, архітектурі, мистецтві, медицині, філософії, але тривалий час зовсім не просунулись у землеробстві, де панувала рабська праця. Використовуючи дармову працю рабів, господарі не були зацікавлені в удосконаленні знарядь землеробства. Тому в Греції і Римі основним знаряддям обробітку ґрунту тривалий час залишався примітивний плуг типу рала і мотики [146, с.26].

До 2500 року до н. е. закінчилась перша в історії людства велика революція, яка розпочалась із зародження землеробства. Ця технічна революція тривала впродовж двотисячолітньої епохи великих винаходів (металів, плуга, парусника та інших відкриттів у галузі техніки), а згодом розвивалась у формі таких великомасштабних робіт, як спорудження зрошувальних систем і будівництво великих міст. Мінливий період – V-XVII ст. – характеризувався удосконаленням технічної майстерності й розширенням масштабів робіт, а не фундаментальними нововведеннями. Настав застій у технічному прогресі. Тривалий час не тільки не було вагомих відкриттів, але навіть у тих багатьох галузях техніки, де основні ідеї, які могли привести до великих досягнень, були напрацьовані, але ще не реалізовані, не спостерігався технічний прогрес аж до середніх віків [88, с.30].

Палка-копалка, якою робили в ґрунті заглибини, проіснувала тисячоліття. Наслідком першої технічної революції стали винаходи спеціальних знарядь праці, наприклад дерев'яної мотики для розпушування ґрунту, дерев'яного чи кістяного серпа з кремнієвою насадкою для збирання хлібних злаків, ціпа для їх обмолоту, ручних жорен для розмелу зерна.

Мотика протягом віків залишалась основним знаряддям землеробства. Осередки мотик археологи знаходили навіть у первісних поселеннях, які належать до часів верхнього палеоліту, в передньоазіатському (Межиріччя, Палестина, Сирія, Ніл) у VII-VI тисячолітті до н.е., в Мексиці – у V-IV тисячолітті до н.е., у Перу – в III тисячолітті до н.е. [88, с.12-13; 159, с.39-40].

Мотика у вигляді заступа, лопати, кирки існує і в наш час майже в усіх народів світу, яка започаткувала мотичну, або городню систему землеробства. На території України в басейні річок Дніпр і Дністр в III тисячолітті до н.е. існувала трипільська культура, в якій мотичне землеробство було основною галуззю господарства, продовольчою основою. Цьому сприяло удосконалення знарядь праці [159, с.44].

Примітивне господарство базувалося на широкому використанні м'язової сили людини, озброєної найпростішими засобами праці, які частково виготовлялись самим землеробом для виконання найпростіших процесів обробітку ґрунту [163, 171].

Збільшення чисельності населення, розвиток ремесел і поява міст вимагали розширення площ для вирощування рослин, освоєння культури землеробства. За таких умов постала історична необхідність у принципово новому знарядді.

Історія розвитку землеробського знаряддя ототожнюється з історією розвитку культури людства. Там, де з'являвся плуг на зміну первісним знаряддям, з часом виникали поселення, колосились поля, виростали міста, збільшувалось населення, оживали пустинні місця. Ще в старовину люди оточили це скромне знаряддя ореолом високого шанування і святого поклоніння. Винахід плуга вони приписували творінням богів: шумери – Енлілю і Енкі, греки – Тріполемосу, єгиптяни – Осірісу, іспанці – Хатісу, китайці – Чін-Нонгу. Плуг вважали священним знаряддям [34]. За повір'ям ним оборювали домівки, поселення, захищаючись від злих духів. У Римській імперії плугом прокладали борозни, які були недоторканою межею між містами. Ця традиція живе й нині: чорна, зорана плугом смуга землі означає кордон між державами.

У III тисячолітті до н.е. у шумерів з'явився гончарний круг, колесо, а дещо пізніше й візок. Завдяки мотиці та плугу жителі Месопотамії створили на той час високу культуру землеробства, налагодили іригаційне землеробство, тому збирали високі врожаї овочів, плодів і зерна, який перевищував вагу посіяного насіння в 60-70 разів. За свідченням стародавнього грецького історика Геродота, жителі Месопотамії збирали в 200 разів більше того, що сіяли, а урожай збирали двічі на рік. Шумери – перші генетики і селекціонери [85, с. 85; 143, с.47].

Збільшення кількості продуктів звільнило частину людей для зайняття ремеслами, торгівлею, будівництвом міст із розкішними палацами і храмами, мистецтвом, започаткувались школи і військо. Поява багатства і нерівномірний його розподіл призвели до розшарування суспільства на багатих і бідних. Бідні, не маючи землі та знарядь праці, ставали рабами. Армію рабів доповнювали й полонені як здобич у завойовницьких війнах.

Так зародилася нова суспільна формація – рабовласницький лад у Шумерах і Єгипті. Саме в шумерів з'явився перший у світі “Календар

землероба”, вирости розкішні міста Ур, Урук, Аратта, Лагош та інші з величними статуями, великими бібліотеками. Писемність, не враховуючи піктографічної, у вигляді клинопису вперше зародилась у шумерів. Розкопано чотири великих бібліотеки, які налічують 2, 8, 20 і 23 тисячі клинописних табличок. Ця писемність розшифрована, прочитані писання, зокрема “Календар землероба”, поеми. Природно, у шумерів, а пізніше, майже через 100 років, і в Єгипті швидко зростала загальна культура народів [85, с.32, 78]

Шумери навчилися обпалювати глину, будувати житло з неї, аркові й купольні будівлі. Вони винайшли парусний човен, вміли виливати бронзу і мідь, робити з них знаряддя праці й прикраси, використовували золото і срібло, освоїли паяння металів, різьбу по каменю, гравірування й інкрустацію.

Такими досягненнями характеризувався *перший* період появи гакоподібного орного знаряддя – дерев’яного кілка, який складався із стовбура і відростка. Загострений відросток був лемешем, а довгий стовбур – дишлом, за який тягли знаряддя раби, на що вказує поперечина наприкінці стовбура [34; 168, с.26; 170; 176], (табл. 2.1, рис. 1-3; стрілка вказує на нововведений елемент).

Однак обробіток ґрунту вручну на великих площах був непосильний для землероба як тягової сили, що привело до використання потужнішого двигуна – запряжних тварин. Особливість обробітку ґрунту при такій заміні мала економічні переваги [163, 171].

Через неспроможність керування гакоподібним знаряддям із використанням запряжних тварин його конструкцію було доповнено ще одним самостійним органом – довгим стержнем – рукояткою, спрямованою у протилежний бік від дишла під кутом до нього. За допомогою такої рукоятки орач, йдучи слідом, керував знаряддям під час роботи [38; 279, с.26]. Це нововведення характерно для *другої* стадії послідовного розвитку орного шумерського знаряддя. Удосконалене знаряддя правильніше назвати сохою, яку збирали з кількох частин або виробляли із суцільного куска дерева з двома міцними відростками, протилежно спрямованими. Соха була дерев’яним знаряддям, про що свідчить і переклад її назви “дерево землероба”. У ті далекі часи землероби вперше намагалися поєднати операції підготовки ґрунту із сівбою насіння прилаштуванням до сохи пристрою для висіву зерна [86, с.28, 34; 159, с. 46-47] (табл. 2.1, рис. 4-6).

Месопотамія, маючи родючі землі, була бідною на корисні копалини. Шумери знали секрети плавлення міді, але довго не використовували метал для виготовлення сільськогосподарського знаряддя. Перші сохи з металевим наконечником з’явилися у період між XXVIII і XXVII ст. до н.е. в Єгипті [86, с.45; 159, с.49].

Поява “єгипетського” плуга характеризує *третю* стадію еволюції орного знаряддя. Конструктивна особливість цього плуга полягала в тому, що він складався з окремих частин, а горизонтально розміщений леміш мав металевий наконечник. Леміш виконував і функції подошви. Плуг став стійкішим і легким у керуванні. Таким плугом можна було прокладати прямолінійні борозни й точніше регулювати глибину обробітку. Однак “єгипетський” плуг не мав полиці, орне знаряддя без полиці називалось рало, яким тільки зпушували ґрунт, а не перевертали скибу [34; 159, с.50; 163, с.26] (табл. 2.1, рис. 7, 8, 9).

Збіднілі землі Стародавньої Греції не могли задовольнити потреби її талановитого народу. Вони почали завозити хліб, вирощений скіфськими землеробами, які під впливом грецьких колоній для обробітку ґрунту використовували плуг.

У римлян, як і у греків була запроваджена дво-, а потім трипільна система землеробства. Римські землероби знали користь гною, бобових рослин, попелу. Агрономічні знання узагальнювали віковий досвід обробітку землі, виведення й вирощування рослин. Вийшла низка творів: “Землеробство” Катона (234-149 рр. до н. е.), “Сільське господарство” Варрона (116-27 рр. до н. е.), праці Колумели, Плінія Старшого і Паладія [159, 85].

Як у шумерів, так і в римлян особлива увага приділялась підготовці ґрунту, яка передбачала дво- і триразову оранку, боронування. Найпоширенішим орним знаряддям було рало, на загострений кінець робочого органа якого приладнували знімний металевий наральник. Розмістивши наральник під кутом до поверхні ґрунту, можна було обробляти кам’янисті, жорсткі та засмічені камінням та корінням дерев землі [159, с.55; 171].

Подальше удосконалення плуга відбулося в античних державах – Греції та Римі. У цих державах рало було основним ґрунтообробним знаряддям протягом тривалого історичного періоду. За вісім століть до н. е. у Греції з’явилася поема Гесіода “Труди і дні”, в якій він наставляв землероба, давав корисні поради, описував обробіток ґрунту, орні знаряддя [159, с. 53]. Робили описаний ним плуг з кількох дерев’яних деталей: дишло дугоподібною скріпкою з’єднувалось з робочим органом, який мав розсоху і рукоятку. Отже, додаткова з’єднувальна ланка забезпечувала надійну міцність скріплення складових знаряддя, уведення якої знаменує *четверту* стадію розвитку останнього [34; 86, с.28; 163, с.26] (табл. 2.1, рис. 10-17).

Таким шляхом ще в генезі свого розвитку сформувалося знаряддя обробітку ґрунту, яке складалося із трьох основних органів, певного призначення, а саме: власне робочий орган у вигляді похило розташованого клина, як правило обладнаного залізним наконечником різнома-

нітної форми; дишло або гряділь як приймач енергії двигуна; рукоятки-важеля для керування знаряддям під час роботи [163, с.26].

Сукупність перелічених органів утворювала в місці їх з'єднання основу або корпус знаряддя, скелет якого мав типову форму трикутника з виступаючими щокovinaми кінцівок. Така форма скелета корпусу знаряддя передбачала характерне положення клиноподібного робочого органу під кутом до горизонту, внаслідок чого знаряддя, як правило, мало порівняно незначну опорну поверхню, а звідси нестійкість ходу, що вимагало постійної підтримки з боку орача. Форма і розміщення сошника по відношенню до лінії тяги знаряддя і до горизонту встановлювали закономірність переміщення нижнього шару ґрунту на поверхню зораного поля. Подібні знаряддя, але більш удосконалені конструкцій відомі під назвою “шварцвальденське знаряддя”, австралійське “богемське знаряддя”, слов'янське “рало” та прототип його – великоруські “соха”, відома з кінця I тисячоліття н.е., та “косуля” [163, с.27].

Згодом типова трикутна форма скелета корпусу змінилась на не менш типову форму прямокутника. Склад елементів знаряддя збагатився новим органом – підшовою, яка збільшувала опорну поверхню, забезпечувала стійкість у роботі. Отже на *п'ятій* стадії розвитку знаряддя складалося із горизонтально розміщеної основи – підшви, паралельного їй дишла – гряділя і двох прямовисно розташованих з'єднувальних ланок – стійок. Такими були плуги китайські, індійські, турецькі з дещо ширшою підшовою [34; 163, с.28], (табл. 2.1, рис. 18, 19).

Наступна *шоста* стадія удосконалення знаряддя була спрямована на забезпечення міцності з'єднання цих самостійних складових, збільшення жорсткості, що забезпечувалось додатковими елементами, зокрема розміщенням поперечини між гряділем і підшовою [34, с.6], (табл. 2.1, рис. 20, 21).

На *сьомій* стадії розвитку знаряддя складалося із горизонтально розміщеної основи – підшви, паралельного їй дишла – гряділя і двох прямовисно розташованих з'єднувальних ланок – стійок. Для міцності конструкції гряділь упирався не в підшву, а скріплювався з рукоятками [22; 163, с.28], (табл. 2.1, рис. 22).

Цим завершується формування загальної схеми конструкції стародавнього плуга. Цей тип знаряддя охоплює епоху від V до XVI ст. [34, с.7].

Подальший еволюційний розвиток плуга відбувався в різних напрямках одночасно зусиллями умільців багатьох розвинених країн. З розвитком скелета знаряддя поступово удосконалювалися форми його складових частин, насамперед робочих органів, вишукувались нові матеріали для їх виготовлення, обмірковувались конструктивний склад та джерела енергії, розроблялись методи регулювання і заміни зношених частин новими.

Для того, щоб зменшити зусилля орача, запобігти виглиблення орного знаряддя з ґрунту і забезпечити по можливості постійну глибину оранки, використовували вигнуту форму гряділя. Оранки була дуже неглибокою. Застосування вигнутого гряділя, який забезпечував низьке положення напрямку тягової сили і низьке розміщення центра ваги знаряддя, було, напевно, одним із способів збільшити глибину оранки і стійкість рала.

Первинною формою найпростішого робочого органа був клиноподібний виступ основного бруса знаряддя, виконаного у формі тупого клина або клина з відростками для збільшення зони дії заглибленого в ґрунт знаряддя. Клиноподібне знаряддя поділилось на дві самостійні складові – леміш і полицю. Проте такий плуг не забезпечував рівного обрізання скиби у вертикальній площині, до того ж засипалось дно борозни. У провінції Іудеї цю проблему було розв'язано кріпленням до гряділя *череслового ножа*, що вважається *восьмою* стадією формування конструкції плуга. Отже, ланка, яка з'єднувала робочий орган з гряділем, теж поділилась на дві самостійні складові – ніж і стійку. Для зменшення опору ґрунту балка, яка з'єднувала робочий орган із гряділем, була обладнана гострим ребром, схожим на звичайний ніж [22; 159, с.57; 163, с.30], (табл. 2.1, рис. 23, 24).

Паралельно для зменшення зношування робочого органа основний брус знаряддя оснащувався залізним наконечником – сошником різноманітної форми. Для однобічного відвалу ґрунту основний брус іноді забезпечувався однобічним сошником – обаполоподібним лемешем і боковими відростками у формі похило розміщеного пера, яке стало зародком самостійно утвореного органа – полиці, призначеної разом з лемешем переміщувати прийнятий ними ґрунт [163, 171]. Примітивна полиця, яка частково перевертала ґрунт, з'явилася в II ст. н.е. наприкінці існування рабовласницького ладу в Греції, де велась двопільна система землеробства [159, с.51].

Однак найстарішим плугом у світі серед археологічних знахідок вважається дубовий плуг із кам'яним лемешем, знайдений у 1927 р. у Німеччині у болоті біля Валле в районі Аурік. За допомогою аналізу квіткового пилку було встановлено, що виготовлений він приблизно за 3,5 тис. років до н. е. [182, 183, 187].

Уведення полиці до складу плуга вимагало додаткового органа, який би гарантував стійкість ходу відносно впливу бокового тиску, здійснюваного ґрунтом з боку полиці. Такий орган як опорна поверхня знаряддя відомий під назвою *польова дошка* [163, с.51]. Поява примітивних полиць і польової дошки вважається *дев'ятою* стадією розвитку плуга (табл. 2.1, рис. 25, 26).

Наступний етап удосконалення робочих органів плуга – це удосконалення форми поверхні полиці відповідно до функції її дії. Зсув



грунту забезпечувався плоскою або дещо опуклою полицею, а перевертання – викривленою, увігнутою поверхнею полиці, виготовленою із масивного куска дерева. Керувати полицевим плугом стало важче, орач затратував багато сил.

Одночасно з розробкою деталей орного знаряддя здійснювався пошук методів відновлення стійкості його ходу в роботі, що вважається *десятою* стадією. Греки і римляни доповнили будову плуга додатковим елементом – *двоколісним візком*, розташованого під гряділем спереду або ззаду знаряддя. Плуг із колісним передком і широким лопатоподібним лемешем, ножем-різцем був відомий ще в I ст. н.е. (табл. 2.1, рис. 27-30).

Так, до XI ст. сформувався і майже до XVII ст. залишався без істотних змін найбільш досконалий тип плуга – *“римський”*: гряділь, дві рукоятки, одностороння полиця, леміш, ніж-різак і колісний передок з двома дерев’яними колесами. Колісний передок, до якого спереду кріпилось дишло з ярмом для впрягання биків або рабів, полегшив керування плугом, надав йому стійкості, дов зміг регулювати ширину й глибину оранки, підвищив продуктивність та якість оранки, став видатним досягненням у землеробстві [146, с.27; 159, с.58; 163, с.30].

Розпад Римської імперії в V ст. н.е., постійні війни, епідемії, голодомори, відособленість міст не сприяли розвитку й удосконаленню техніки. Настав сумний період середньовіччя, забулись культурні й технічні досягнення римлян. У сільському господарстві почався застій майже до середини XVIII ст. Поступово двопільну систему землеробства замінила трипільна, яка панувала до XIX ст. Виготовлення основних частин плуга із заліза стало прогресивним явищем у VIII-IX ст., хоч до 1000 року до н.е. в Палестині вже були відомі залізні мотики, лемеші, серпи й ножі [88, 159].

Грецький, персидський, арабський і єгипетський плуг був дуже недосконалим. Вважається, що плуг у Грецію був завезений з Єгипту. Римляни разом з культурою перенесли свій плуг у Галлію, завоювавши її (територія сучасної Франції, Бельгії, Люксембурга, частини Нідерландів і Швейцарії), у Британію і Німеччину. У цих країнах плуг довго зберігав свою початкову форму, оскільки на той час не турбувалися про розвиток землеробства. У відомих письменників до середини XVIII ст. не знаходимо будь-яких згадок про удосконаленого плуга [34].

Останньою *одинадцятю* стадією, вихідною точкою для всіх подальших удосконалень плуга, як підтверджують історичні дані, слугував відомий тип *брабантського* або *фландрського* плуга. До характерних особливостей даного типу належать увігнута і дещо скручена форма полиці, випуклий леміш значних розмірів, який за величиною досягав майже половини всієї поверхні полиці, башмак замість колісного передка, пристрій для зміни точки прикладання сили тяги тварини – *ре-*

гулятор і, нарешті, одна рукоятка із загнутих донизу кінцем у формі ручки. Саме цим завершується формування загальної схеми плуга [22; 163, с.31; 171], (табл. 2.1, рис. 31, 32).

Наведений аналіз основних стадій формування схематичних ознак плуга дов змогу сформулювати історичний принцип еволюції конструкції плуга, який ми називаємо *принципом конструктивної недостатності*: кожна наступна конструкція плуга зароджується на базі попередньої шляхом введення до останньої додаткового конструктивного елемента нової якості (геометричних або технологічних нововведень) відповідно до запитів суспільства за певних суспільно-економічних умов. Тобто нова конструкція плуга – це попередня конструкція, збагачена новим, необхідним для нових умов, конструктивним елементом. Наведений історичний принцип еволюції конструкції плуга можна застосовувати до інших об'єктів техніки.

Наукове вивчення предметів має дві основні чи кінцеві мети – передбачення і користь. Як переконливо доводив професор Г.М. Добров, “відповідь на питання, що можна прогнозувати, можлива лише виходячи із знання того тезаурусу, на якому приймається спроба науково-технічного прогнозу [50, с.49]. Таким тезаурусом можуть бути описані основні стадії формування схематичних ознак плуга й запропонований принцип конструктивної недостатності.

### 2.3. Генеза плуга

Через постійні війни римлян для утвердження світового володарювання, вони дедалі більше відчужувались від землеробства, яке взагалі перейшло в руки рабів. Цим був закладений початок занепаду римського землеробства, а також політичного й економічного розвитку Римської імперії. У землеробстві настав застій, який, звичайно, позначився на методах обробки ґрунту і знаряддях [63; 146, с.32; 138, с.28].

Стародавні німці перейняли “римський” плуг, оскільки мали низьку культуру землеробства, що не сприяла пошуку плуга власної конструкції. Підтвердження цьому знаходимо в документі того часу – англо-саксонському календареві, що опублікованому в Лондоні в 1797 р. у творі Струтта (I.Strutt “Tableau des costumes et vetements des anglais”), де є рисунок колісного плуга, який тягнуть чотири бики, що складався з *гряділя*, з'єданого з *передком* ланцюгом; корпусу плуга, складовими якого були дуже великий *сошник*, *полиця* і прикріплена до стояка полиці *п'ятка* (башмак); *стійки*, розміщеної між гряділем і п'яткою; двох *рукояток* (чепіг) [63, с.310].

Як зазначалося, загальна схема конструкції плуга як багатовікової діяльності багатьох народів сформувалася ще до XI ст. і не зазнала істотних змін майже до XVII ст. Використання заліза замість дерева для

виготовлення основних частин плуга стало прогресивним явищем у VIII-IX ст. [159, с.70-71].

У творах письменників періоду 1235–1652 років (табл. 2.2) описано плуги з простим передком і дерев'яною полицею, яку згодом покривали залізними стрічками, одно- і двоколісні, безпередкові, передкові [63, с. 310-311].

Таблиця 2.2

### Хронологія розвитку конструкції та теорії плуга

Рік, період	Розробник, регіон	Інформація	Примітка
1235-1320	П. Гресцентілс (Petrus de Grescentils), Болонья	Описав плуг із простим передком і дерев'яною полицею, який існував у Німеччині до 1860 року	[63, с.310]
1591-1601	І.Колерус, письменник	Описав плуги, вказуючи на дерев'яні полиці, покриті залізними стрічками (смугами)	[63, с.310]
1652	Вальтер Бліз (Walter Blith), Англія	Дав опис плугів одно- і двоколісного, безпередкового, Норфольського і Герефордширського з передком	[63, с.310] [163, с.31] [185]
1680-1720	Нідерланди (Брабант, Фландрія)	Брабантський, або Фландрський плуг: полиця і леміш, який кріпився до гряділя, виготовлені окремо; увігнута (злегка скручена) полиця кріпилась до опуклого лемеша; ніж чересловий; башмак замість колісного передка; кріплення деталей клинами; 2 пристрої – регулятори глибини й ширини захвату. Поява брабантського плуга вважається початком технічної революції в землеробстві	Кустарне виготовлення [159,с.74] [163, с.31]
1726	Лассіз, фермер, Франція	Сконструював вітряний двигун, який використовував для тяги плуга	[159, с.76]

## Продовження таблиці 2.2

1730	Д.Фольжамб (J.Foljambe), механік із Роттердама	Роттердамський плуг (плуг І.Фольжамба) – безпередковий з суцільнометалевим лемешем-полицею	[159, с.75] [163, с.31] [185]
1730	Джетро Туль (Jethro Tull)	Застосував рядковий посів культур з обробітком міжрядь кінною мотикою	[34, с.7] [159, с.31] [185]
1730	Паслей (Pashley), коваль, Англія	Удосконалив “роттердамський” плуг, створивши безпередковий “англійський”	[159, с.75]
1752	Гоффман (Hoffmann)	Перша публікація з теорії ґрунтообробних знарядь	[34] [57, с.7]
1752	Берх (Berch)	Зробив повідомлення Шведській академії з теоретичного обґрунтування раціональної організації ґрунтообробного знаряддя	[34]
60-і роки XVIII ст.	І. Ползунов, механік, Росія	Вперше винайшов паровий двигун	[42, с.190] [78, с.268-270] [159, с.93]
1763	Джеймс Смолл (James Small), шотландський годинникар, Англія	Заснував перший завод для виготовлення ґрунтообробних знарядь у м.Berkwickshire. На основі математичних розрахунків заклав основи шотландського плуга. Виготовляв його із дерева і чавуну, а пізніше суцільно-кованим. Характерним для цього плуга були переважно зігнута полиця та наявність регулятора тяги	[163, с.32] [159, с.80-81] По [34, с.7] в 1767 році [84, с.8]
1765	Отто Мюнхаузен, механік, Німеччина	Запропонував раціональну форму полиці	[150, с.58] [159, с.81]
1773	Вільне економічне товариство Росії	Оголосило “Завдання і нагороду лише руським громадянам за винахід найздібнішого плуга”	[71, с.175] [96, с.5] [159, с.100]
1774	Арбутрон (Arbutron)	Робив перші математичні пошуки форми полиці	[16, с.29]

## Продовження таблиці 2.2

1784	Джеймс Уатт, винахідник, Англія	Впровадив розроблену ним парову машину для обробітку ґрунту	[4, с.365] [71, с.175] [78, с.272] [138, с.56] [159, с.93]
1785	Р.Рансом (Robert Ransome), інженер, Англія	Одержав патент на виробництво чавунних загартованих полиць. Обладнав плуг регулятором тяги. Фірма Рансома випускала плуги районовані відповідно до ґрунтово-кліматичних умов	[34, с.7] [63, с.311] [159, с.80] [163, с.32] [185]
1788	Томас Джеферсон (Thomas Jefferson), президент Сполучених Штатів Північної Америки	Вперше практичним шляхом створив полицю, поверхня якої – гіперболічний параболоїд. Обґрунтував теорію полиці, повідомив згодом Паризській академії наук та англійському Board of Agriculture	[159, с.84] [163, с.33] По [34, с.7; 159, с.58; 84, с.8] в 1797 році
1795	Д.Бейлі (J.Bailey), землероб, Англія	По скрученому пласту ґрунту побудував полицю і теоретично вивів співвідношення між шириною і глибиною скиби, хоч подальше удосконалення велось експериментально	[163, с.32] [4, с.365] [16, с.29] [34, с.7] [150, с.58]
1797	Чез Ньюболд (Chas Newbold), фермер із Burlington, Англія	Одержав привілей на перший чавунний плуг, який складався із стійки, полиці, лемеша і польової дошки, разом відлитих із чавуну, що утворювали корпус, до якого кріпились дерев'яний гряділь і дерев'яні рукоятки	[34, с.8] [138, с.48] [159, с.85] [163, с.33]
1797	Струтт (I.Strutt), Англія	У своєму творі опублікував англо-саксонський календар, в якому описаний колісний плуг: дишло, передок, стояк, ніж-різець, полиця, дуже великий сошник, дві рукоятки	[63, с.310]

## Продовження таблиці 2.2

1802	Джеймс Смолл (James Small), шотландський годинникар	Дав теоретичне обґрунтування побудови плуга	[34]
1802	Завод І.Х.Вільсона, Москва	Відкрив першу сільськогосподарську майстерню і започаткував промислове виробництво плугів у Росії	[63, с.130] [96, с.19] [150, с.102]
1803	Р.Рансом (Robert Ransome), інженер, Англія	Виготовив суцільночавунний плуг із напівгвинтовою полицею. Вперше почав гартувати сталеву полицю. Одержав патент на експлуатацію самозагострювального лемеша	[34, с.7] [71, с.174] [163, с.33] [185]
1804	Тревітік, Вівіан, механіки	Сконструювали перший пересувний паровий двигун-локомотив	[159, с.94]
1805	Росія	Організовано перші конкурсні випробування орних знарядь	[159, с.100] [71, с.175] [96, с.5]
1810	Северін Цугмайер (Severin Zugmayer), Австрія	Заснував виробництво плугів різноманітних конструкцій у містечку Waldegg поблизу Відня	[163, с.39]
1811	Прат, Англія	Спробував застосувати для приводу плуга паровий двигун	[159, с.94]
1818	Шварц, Вікерлінг, Хайнц (Schwarz, Wickerling, Hinz), Німеччина	Відкрили плужну майстерню при Гогенгеймському інституті. Моделлю для гогенгеймського плуга із напівгвинтовою полицею був брабантський плуг	[34, с.7] [152, с.740]
1819	Дж. Вуд (Jetro Wood), Америка	Розробив чавунний плуг, корпус якого складався з окремих самостійних елементів, із дерев'яною вигнутою полицею і металевим лемешем	[34, с.8] [71, с.174] [138, с.48] [150, с.58] [163, с.34]

Продовження таблиці 2.2

Кінець 20-х років	Товариство сільського господарства Росії	Започаткувало регулярні конкурсні випробування російських й іноземних плугів	[96, с.5]
1824	Метьє де Домбасль (Matthieu de Dombasle), землероб, Франція	Займався розробкою теорії плуга. Заснував виробництво удосконалених ним знарядь, модернізував брабантський плуг, змінив угнуту полицю цього плуга опукло-увігнутою, вилучив башмак, що заміняв передок, прилаштував до гряділя додатковий тяговий ланцюг і регулятор-гребінку	[163, с.38]
1825	Шверц, Хайнц, Фейгл (Swertz, Hintz, Feihl), Німеччина	Заснували виробництво плугів по типу фландрського, в м. Hohenheim, відомих під назвою “плуг Swertz’а” чи “конструкція А”	[163, с.38]
1827	Брати Веверки із Богемії, конструктори, Чехія	Створили плуг-рухадло, практичним шляхом побудували циліндричної форми полицю, яка спільно виливалась з лемешем	[163, с.39] [159, с.87] [84, с.8] По [63, с.313] в 1828 році
1829	Джорж Стефансон	Побудував перший локомотив із паровим двигуном, що використовувався для тяги плуга	[159, с.93]
30-і роки	Ожаровський, волинський поміщик, Росія	Створив конструкцію безпередкового плуга, полиця правильної напівгвинтової поверхні, леміш і чересловий ніж якого виготовлялись із сталі	[96, с.10]
30-і роки	Роман Циховський, Росія	Виготовляв однокінні плуги-рухадло, які широко застосовувались для роботи на легких ґрунтах. У 40-х роках створив двоярусний плуг	[96, с.10] [159, с.103]
1830	Лумміс (Lummis), Англія	Запатентував створений ним плуг на основі математичних розрахунків	[63, с.311]

Продовження таблиці 2.2

1830	Лямбручині та Рідольфі (Lanbrushini, Ridolphi), абати, Італія	Грунтовно розробили теорію процесу оранки та запропонували гвинтову поверхню (гелікоїд) для полиці	[16, с.29] [34, с.7] [138, с.37] [159, с.83] По [163, с.38] в 1832 р.
1832	Гранде (Grande), Франція	Створив перший плуг-самохід, який став базовим у розвитку передкових, а пізніше багатокорпусних плугів	[34, с.7]
1833	Джон Лен (John Lane), коваль, Чикаго	Вперше виготовив леміш до дерев'яного плуга з гострим сталевим змінним лезом у чавунній оправі з полотен старих пилок	[34, с.8] [71, с.174] [159, с.85] [163, с.34]
1835	Ріхтер, м.Ромни	Відкрив машинобудівне підприємство на Україні	[150, с.102]
1836	Джон Говард (John Howard), купець, Англія	Заснував виробництво плугів Britannia-Iron-Works у місті Redford, найкращих в Англії (ранні знаряддя, перехідні від шотландських до англійських плугів)	[163, с.33] [84, с.7]
1837	Перон'є (Peronnier), Франція	Розробив теорію полиці плуга з гвинтовою поверхнею як найвигіднішу для даного органа, чим започатковано європейський тип плуга. Теоретичні висновки підтверджувались експериментами	[163, с.38]
1837	Джон Дір (John Deere) Audrus, коваль	Заснував всесвітньо відому фірму, започаткував виробництво плугів із полотен пилок у м. Grand Detour, хоча перший сталевий плуг виготовив у 1833 році	[71, с.175] [159, с.85] [163, с.34] [188, с.12]
1838	Стефан Відатс (Stephan Vidats), Угорщина	Заснував виробництво в м. Пешті угорського плуга, який знайшов широке розповсюдження в Угорщині, Австрії, Румунії, Сербії, Бесарабії, Туреччині, у центральній і південній Росії, взявши за зразок гогенгеймський плуг Papst'a	[163, с.39]



Продовження таблиці 2.2

40-і роки	М.Г.Павлов, Росія	Створив однокінний висячий плуг із гвинтовою полицею для оранки легких ґрунтів за пропозицією Ф.А.Жодейко	[96, с.10] По [34, с.8] 70-і роки
40 – 50-і роки	А.А. Бобринський, А.Баженов, Росія	Започаткували виготовлення ґрунтопоглиблювачів у м. Смілі	[96, с.9] [150, с.102] [159, с.103]
1840	Товариство сільського господарства Росії	Під Одесою провело конкурсні випробування 16 російських і кількох десятків іноземних плугів. Найкращими були передкові плуги одеського майстрового Л.Рудницького і колоніста К.Бехтальда	[96, с.5]
1841-1842	Потьомкін, Росія	Збудував підприємство по виготовленню сільськогосподарських машин	[150, с.102]
1842	Трохим Петренко, Іван Курган, одеські майстри, Росія	Створили передковий плуг, відмічений на другому Одеському конкурсі як найприйнятніший для місцевих умов	[71, с.175] [96, с.6]
1842	Метьєн де Домбасль (Matthier de Dombasle), землероб, Франція	Переніс виробництво із Roville в Nancy. Доповнив склад елементів плуга двоколісним передком. Плуг був зразком для виробників плугів у Франції і набув поширення розповсюдженням в Алжирі, Італії, Греції, Іспанії, Швейцарії, Німеччині та Росії	[163, с.38]
1842	В.Перлін (Wm.Perlin), американець	Засновник фірми Perlin and Orendorff Co, Cantan, Ill. Часто виготовляв полиці зі старого котельного заліза	[163, с.35]

## Продовження табл. 2.2

1842	Джойл Наурс (Joel Nourse), Америка	Створив американський плуг “Eagle” – орлиний плуг (через зовнішню схожість його чавунної полиці на крило орла), полиця, леміш і подошва якого виготовлені з чавуну, ніж, регулятор, одноколісний передок сталеві, гряділь і рукоятки дерев’яні. Плуг набув всесвітньої популярності та знайшов багато наслідувачів в усіх країнах Європи	[84, с.8] [138, с.38] [163, с.34] [188, с.13]
1844	Х. Браун (H.Broun)	Зробив перші спроби щодо використання багатокорпусного плуга	[163, с.37]
1844	Вікхерлін (Weekherlin)	Дерев’яну подошву плуга “Swenza” замінив чавунною, подовжений леміш приєднав до полиці, утворюючи рівну поверхню плавного переходу, всі елементи плуга з’єднав за допомогою болтів (конструкція В)	[163, с.38]
1844	Георгій Ген, одеський майс- тровий, Росія	Удосконалив конструкцію південно-російського (“колоністського”) плуга. Виготовляв “колоністські” плуги з низьким передком	[96, с.6] [138, с.40]
1844	Ф.Гроссман, агроном, Росія	Розробив висячий плуг підсиленої конструкції для оранки важких суглинків і ґрунту, заміченого валунами	[96, с.10]
1845	Рау, гейдельберг- ський агроном	Опублікував історичні дослідження розвитку плуга	[63, с.306]

Продовження табл. 2.2

1845	Г. Еккерт (H.Eckert), слюсар, Німеччина	Вважається піонером масового виробництва орних знарядь, заснував перші майстерні в Берліні. Удосконалював і виробляв плуги рухадлового типу з 1848 року: установив регулятор, важільний механізм, передплужник, колеса передка різного діаметра. Пізніше – розробляв багатокорпусні плуги	[34, с.8] [138, с.37] [159, с.88] По [163, с.40] в 1956 році
1847	Педжом, Америка	Автор задуму створення дискового плуга	[4, с.365]
1847	Джон Дір (John Deere), Америка	Одним із перших заснував масове виробництво сталевих плугів (Moline, Ill) із спеціальних сортів сталі, виготовлених за його замовленням. Фірма заснована в 1837 році	[163, с.34]
1848	Папст (Papst)	Удосконалив гогенгеймський плуг. Передня частина полиці відливалася з чавуну спільно із стійкою, утворюючи “грудину плуга”, до якої кріпились леміш, задня частина полиці й подошва (“конструкція С” або плуг “Papst’a” з більш короткою полицею). Згодом, як наслідок вання плуга “Dombasle”, створена “конструкція Д” із закрученою полицею; “конструкція S” - з 1856 р. із гвинтовою полицею різної довжини під різноманітні вимоги обробітку ґрунту. Плуг конструкції S <sub>1</sub> з полицею довжиною 36" – для важких, глинистих ґрунтів; S <sub>2</sub> - 32" – для важких суглинків; S <sub>3</sub> - 28"- для легких суглинків; S <sub>4</sub> - 24" – для піщаних суглинків	[163, с.38]

Продовження табл. 2.2

1849	Ушер, Англія	Запатентував плуг з обертовими робочими органами	[150, с.59]
50-і роки	Майстерні В.І.Васильчика, київського поміщика, Росія	Розробили конструкцію популярного двокінного суцільно-металевого безпередкового плуга з рухадловою полицею для обробітку м'яких ґрунтів	[96, с.11]
1850	Кнае (Knahe), Німеччина	Сконструював колісний “магдебурзький” плуг із широкою п’яткою і дуже довгим гряділем	[63, с.312]
1850	Армелін (Armelin), Франція	Удосконалив “домбалецький плуг”, обладнавши його корпус пересувним лемешем	[163, с.39]
1850	Уільям Говард, винахідник, Англія	Застосував паровий локомотив у поєднання з лебідками для оранки балансирним плугом	[159, с.95] [185]
1850	Білл (Bell), м.Гриньйон	Гриньйонський плуг Bell’а складався із суцільночавунного корпусу, обладнаного сталевим лемешем і чавунною п’яткою, прикріпленою на кінці подошви.	[163, с.39]
1850	Фірма Hornsby and Sons, Grantham	Розроблено низьку довгу гвинтову полицю з опуклою поверхнею передньої частини, що стало основою розробки самостійного англійського плуга	[163, с.39]
60-і роки	Д.К.Советкін, учений майстер, Росія	Удосконалив конструкцію двокісного безпередкового плуга з математично правильно побудованою напівгвинтовою полицею і широким лемешем, які виготовлялись з чавуну	[96, с.11]
1852	Е. Болл (E.Ball)	Вперше удосконалив з’єднання гряділя із стійкою, виконавши останню з двома відростками. Дерев’яний гряділь вигнутої форми замінив сталевим і чавунним	[163, с.36]

Продовження таблиці 2.2

1853	Е.П.Шуман, інженер, Росія	Створив кращу конструкцію південноросійського суцільно-металевого плуга з широкою напівгвинтовою полицею, із зручним регулюванням глибини оранки від 10 до 20 см. Полиця і леміш – чавунні.	[71, с.176] По [150, с.59] в 30-х роках ХІХ ст.
1853	Джеймс Олівер (James Oliver)	Розробив прийоми загартовування поверхні чавунних деталей. Заснував виробництво плугів у місті South Bend, Ind. Полиця й лемеші склались з елементів, які замінялись при інтенсивному їх спрацюванні	[34, с.8] [138, с.38] [163, с.35-36]
1854	Іван Ген, одеський під-приємець, Росія	Заснував перший у Росії завод, що виготовляв плуги, зокрема “новоросійські” та трикорпусні	[159, с.106] [96, с.17]
1855	Грандвуан’є, Франція	Вперше спробував теоретично визначити необхідну довжину полиці	[159, с.109]
1855	Кугур’є, Франція	Автор задуму створення дискового плуга	[4, с.365]
1855	Говард, Фаулер, Англія	Створили “паровий плуг” для канатної оранки	[138, с.56] [150, с.87] [71, с.175]
1856	Г. Еккерт (H.Eckert), слюсар, Німеччина	Налагодив випуск багатомарочних плугів, різних за конструкцією і призначенням, наслідуючи англійські, американські, європейські, саксівські плуги	[163, с.40]
1858	Майстерні А.А.Бобринського, київського поміщика, Росія	Створили оригінальний плуг для глибокої оранки, випробовувався на цілих землях і був визнаний найкращим	[163, с.41] [159, с.102]
1860	Е. Шварц (E.Schwartz), Німеччина	Одержав привілей на плуг-самохід із двоколісним передком. Поряд з Еккертом був одним із перших наслідувачів американського плуга “Eagle”	[163, с.40]

Продовження таблиці 2.2

Після 1860	Фірни Britania-Iron-Works (Англія), R.Sack, H.F.Eckert (Німеччина)	Налагодили виробництво оборотних плугів на основі плугів французького типу	[163, с.41]
Після 1860	Ковалі-кустари, м. Познань, Польща	Налагодили виробництво плуга “Вржесня” рухадлового типу	[163, с.41]
поч. 70-х років	Когоурьюкс (Cougoureux)	Виготовив плуг, задня частина полиці якого замінена похило розташованим увігнутим диском, з допомогою якого вирізана ножем і лемешем і піднята передньою частиною полиці скиба перекидалась у відкриту борозну	[163, с.42]
70-і роки	Іван Ген, одеський підприємець, Росія	Створив “новоросійський” плуг, удосконалив передок, забезпечив регулювання глибини ходу переміщенням коліс	[163, с.42] [34, с.8]
70-і роки	Завод І.Головіна, Росія	Випускав відомі під назвою “селянські” рамні двокорпусні безважільні плуги різноманітних марок, у більшості яких корпуси з циліндричною полицею	[96, с.15]
70-і роки	О.Г.Павлов, Росія	Запропонував безпередковий плуг, відомий під назвою “рязанський”, з високою стійкою, яка сприяла доброму заорюванню гною і стерні, із сталевими полицями й лемешами та загартованими чавунними п’ятками	[96, с.11]
70-і роки	Харківський завод Е.Мельгозе, Росія	Випускав двокорпусні кінні плуги з чавунними і сталевими полицями, з оригінальним підйомним механізмом, які були досконаліші порівняно із двокорпусними плугами Р.Сакка і Г.Еккерта	[96, с.15]

Продовження таблиці 2.2

1862	В.Моррісон (W.Morrison), Америка	Освоїв виготовлення деталей плуга із спеціальної плужної сталі (панцирної сталі), отриманої шляхом прокату листа литої сталі з м'яким листовим залізом	[163, с.35] [51, с.49] По [159, с.85] в 1868 році; По [150, с.59] в 1867 році.
1863	Рудольф Сакк (R. Sack), землероб і коваль, Німеччина	Заснував майстерні в м. Лейпціг. Особливі заслуги Р.Сакка в розробленні конструкції “культурного” плуга з німецьким передком і дернознімачем	[35, с.8] [163, с.40]
1864	Ф. Девенпорт (F.S.Davenport)	Розробив багатокорпусний плуг із сидінням	[138, с.49] [163, с.37]
1864	Д.К. Советкін, конструктор, Росія	Започаткував виробництво плугів із литими корпусами, які відмічені в 1864 році найвищою нагородою на Всеросійській сільськогосподарській виставці – конкурсі в Москві	[97, с.237]
Після 1864	Роберт Ньютон (Robert Newton)	Переобладнав багатокорпусний плуг Devenport'а в однокорпусний зі збільшеною шириною захвату, зберігши сидіння, підвісив його до двоколісного екіпажу з дишлем	[34, с.8] [138, с.49] [163, с.37]
1866	Василь Христофоров, Росія	Створив п'ятикорпусний плуг із плоскою дубовою рамою, що називався “землеобробітником”, який мав два знімних корпуси (захват 300 мм), напівгвинтові полиці. Популярність плуга принесли винахіднику численні нагороди й почесні звання	[96, с.14] [138, с.52] [159, с.104-105]
1866	А.В.Штокер (A.W.Stocker)	Забезпечив змінну ширину захвату плуга. Розробив плуг із чавунними робочими органами	[163, с.36]

Продовження таблиці 2.2

1868	Джон Лен (John Lane)	Запропонував виготовляти матеріал для робочих органів плуга із прокату тришарової сталі, в середині якої прокладався лист із м'якого металу. Загартувавши сталь став відомим як винахідник панцирної сталі	[34, с.8] [138, с.49] [163, с.35]
1869	Ф.І.Вараксін, Росія	Розробив безпередковий шестикінний плуг для глибокої оранки (до 25 см) з гвинтовою полицею, підтримуючим колесом, навареним сталлю лемешем	[96, с.12]
70 – 80-і роки	Московський завод Е.Л.Ліпгарта, Росія	Випускав високо удосконалені конструкції безпередкових плугів марок “АА” і “АШ”, легкий селянський плуг колоністського типу (“зайчик”, “заєць”, “вовчок”)	[96, с.11] [163, с.43]
1870	Роман Циховський, Росія	Виготовляв двоярусні чотирікінні плуги для оранки на глибину до 22 см, які на конкурсних випробуваннях були визнані кращими із двоярусних плугів Р.Сакка і Г.Еккерта	[96, с.9] [159, с.103]
1871	Василь Христофоров, Росія	Три бруси рами плуга “землеобробітника” замінив одним, розмістивши по діагоналі, спростив спосіб кріплення корпусів плуга і підйомного механізму	[96, с.15]
1875	Бейлі, Англія	Практичним шляхом створив полицю гвинтової поверхні, вперше вивів співвідношення між шириною пласта і глибиною оранки (1,5:1)	[159, с.81-82]
1875	Р.Рансом (R.Ransom), інж., Англія	Створив плуг із скривленим гряділем, зразком для якого був “колоністський” плуг	[163, с.42]



Продовження таблиці 2.2

1875	Гілпін Мур (Gilpin Moore)	Конструктивно підвісив багатокорпусний плуг із сидінням до двокілісного екіпажу з дишлем. Конструкція була прийнята заводом J.Deere Co, а пізніше доопрацьована багатьма іншими	[138, с.49] [163, с.37]
1876	Б.Корольов, Росія	Розвивав теорію полиці	[159, с.109]
1876	Алле, інженер –механік, Росія (Полтавська губ.)	Розробив трикорпусний плуг із дерев'яною рамою, що називався “плуг Алле”, з ножами на високих корпусах, якість роботи якого вища, ніж плуга фірми Г.Еккерта. Винахідник нагороджений золотою медаллю на конкурсних випробуваннях цього плуга	[96, с.14] [157]
1876	В.Казадей (W Casadey)	Ліквідувавши підшву і польову дошку із складу елементів плуга із сидінням, розташував похило борозенне колесо і замінив гряділь звичайним дишлом	[34, с.8] [138, с.49] [163, с.37]
1879	Ф.А.Блінов, селянин, Росія	Сконструював перший у світі гусеничний самохід, а в 1888 р. – гусеничний трактор з паровим двигуном	[42, с.222] [97, с.245] [150, с.94] [159, с.118]
80-і роки	І.Ген, Я.Ген (Одеса), бр. А. і Н. Донські (Миколаїв), т-во Аксай (Ростов-на-Дону), т-во Гельферіх-Саде (Харків), Р. і Т.Ельворті (Єлізавет.), Джон Грієвз (Бердянськ)	Удосконалювали і виробляли “колоністські” плуги різних конструкцій	[150, с.103] [163, с.43]

## Продовження таблиці 2.2

80-і роки	Майстерні поміщика Д.М.Полтавського, Росія	Створили одну із перших конструкцій безпередкового (висячого) двокінного плуга, який не поступався англійському підвісному плугу Дж. Смолля	[159, с.103]
1881	Росія	Налагоджено випуск удосконаленого колоністського плуга відомого під назвою “новоросійський” плуг, із збільшеною шириною захвату (від 22 до 27 см), широкими напівгвинтовими і комбінованими полицями	[96, с.7] [159, с.102]
1882	Заводи “Аксай”, бр. Донських, (Миколаїв), І.Гена (Одеса), Росія	Випускали дво-, чотирікінні багатокорпусні плуги, які на Всеросійській виставці – конкурсі переважали закордонні зразки за якістю роботи і раціональнішою конструкцією	[96, с.17]
1882-1916	Московський завод Е.Л.Ліпгарта, Росія	Випускав рамний напівпередковий однокінний плуг (за типом шведського плуга) з кривим гряділем і циліндричною полицею марки “АШП”, на конкурсних випробуваннях нагороджений золотою медаллю (глибина оранки 13-14 см)	[96, с.13]
1884	З-д Молін (Moline)	Випускав багатокорпусні плуги Сміта і плуги на трьох колесах із сидінням	[34, с.8]
1884	Г.В.Хант (G.W.Hunt)	За пропозицією Хант’а завод Moline Plow Company вперше виготовив триколісний плуг із сидінням	[34, с.8] [138, с.49] [163, с.37]
1885	Антон Зелінський, вчений, Росія	Опублікував теоретичну роботу “Теорія плуга, окучника і борони”	[159, с.109]
1891	В.І.Піхно, землевласник Київської губ., Росія	Створив перший у Росії дисковий плуг	[69, с.1006] [96, с.19]

Продовження таблиці 2.2

1892	Н.Ф.Камінський, землероб Волинської губ., Росія	Розробив іншу конструкцію дискового плуга	[96, с.19]
1896	Мехварт, інженер, Німеччина	Створив фрезерний плуг, закріпивши ззаду колісного парового трактора на барабані 4 лемеші, які здійснювали одну борозну	[150, с.88]
1897	П.П.Чебишев, Росія	Опублікував теоретичну роботу “Про найвигідніше обладнання орних знарядь”	[57, с.9]
1898	В.П.Горячкін, вчений, Москва (Росія)	Вперше розробив кінематичну й динамічну теорію полиці плуга	[35]
1900	К.Г.Шіндлер, професор, Київ (Росія)	Започаткував першу в Росії станцію випробування сільськогосподарських машин (зокрема плугів).	[40, 47, 83]
Початок XX ст.	Московський завод Е.Л.Ліпгарта	За особливим замовленням прилаштовував на гряділі невеликий плужний корпус замість ножа – “скимкольтер”, який покращував якість оранки. Випускав двокорпусний безважільний плуг марки “АМД”	[96, с.12-15]
1902 - 1904	К.Г.Шіндлер, професор, Київ (Росія)	Опублікував атлас сільськогосподарських машин із 2420 рисунками та працю з теорії плуга “Теорія і конструкція орних знарядь”	[170,169]
1906	Завод “Росія”, м. Александрія	Виробляв дискові кінні плуги	[96, с.19]
1909	Роберт Шток, інженер, Німеччина	Створив перший автоплуг	[159, с.118]
1913	Фірма Фаулер, Англія	Експонувала двигун-плуг на сільськогосподарській виставці в Глазго	[82]

З відкриттям Колумбом Америки наприкінці XV ст. і початком розвитку торгового капіталу в Західній Європі селяни почали вирощувати хліб спеціально для продажу, що стало потужним стимулом для пошуку шляхів інтенсифікації землеробства й обробітку ґрунту, для вивчення прийомів і винаходів, уведених у практику попередніми поколіннями землеробів.

Подальше удосконалення конструкції плуга здійснювалось в кількох напрямках одночасно: удосконалення полиці, пошук матеріалу для виготовлення його складових і способи зміцнення цього матеріалу, забезпечення стійкості в роботі, конструктивна комплектація додатковими елементами.

Прогресивне землеробство Голландії вперше застосувало чотирипільну систему. Внесення гною на поверхню ґрунту вимагало обертання ґрунту під час оранки й перемішування його з гноєм. Полиця ж “римського” плуга була плоскою або дещо увігнутою та ще й суцільно-дерев’яною, до якої ґрунт налипав і погано зсковзував [159, с.73].

Ремісники Голландії й Бельгії досконало знали секрети ливарної і ковальської майстерності. Невідомий майстер у середині XVII ст. виготовив суцільнометалеві леміш і полицю [71, с.174; 159, с.73]. Цей винахід вважається початком технічної революції в землеробстві. Плуги з такою полицею з’явилися у 1680-1720 рр. одночасно в Голландії (Фландрія) і в Бельгії (Брабанті) й називалися відповідно “фландрійський” та “брабантський”. У “брабантського” плуга металевий опуклий леміш кріпився до гряділя, а увігнута, дещо скручена металева полиця – до лемеша, ніж був чересловий, замість передка – башмак, кріплення деталей – клинами. Мав два пристрої: полозок і регулятор, з допомогою яких регулювались глибина оранки й ширина захвату. Недоліком плуга було налипання ґрунту на стикові лемеша і полиці [22;159, с.74; 163, с.31; 170].

Через нерівності полів Голландії ремісники на чолі з Д. Фольжамбом у 1730 р. створили безпередковий плуг під назвою “роттердамський”, в якого леміш-полиця разом відлиті з металу, що усувало недолік “брабантського” плуга.

Новинки техніки швидко поширились в інші країни. Надто швидко відбувався розвиток плугів у Англії, де механік Паслей, удосконаливши “роттердамський” плуг, у 1730 р. запропонував тип безпередкового плуга, відомого під назвою “англійський” [159, с. 75; 168].

Темпи розвитку капіталізму зростали, особливо в Англії після буржуазної революції. Протягом XVIII ст. населення Англії збільшилось від 5,2 до 8,4 млн., міських жителів стало на 82% більше, 70% селян переселились у міста і почали працювати на промислових підприємствах [138, с.56]. Не вистачало хліба, ціни на який зросли, континентальна блокада Англії Наполеоном на початку XIX ст. загострила продовово-

льчу проблему. Це було стимулом до подальшого розвитку землеробства, механізації сільського господарства. Зріс попит на сільськогосподарські знаряддя, особливо на плуги, задовольнити який можна було тільки завдяки заводському виробництву. За таких обставин Англія стала першою державою сільськогосподарського машинобудування [71, с.311; 159, с.79].

Так, у 1763 р. в Англії почав працювати перший завод сільськогосподарського машинобудування, засновником якого був годинникар Д. Смолл. Масове виробництво примусило розробити і зупинитись на одному типові плуга. Такий плуг відомий в історії під назвою “англійський”. Характерними для нього були довга увігнута полиця, раціональна форма лемеша, своєрідно вигнутий гряділь, довгі рукоятки, чавунні колеса. Згодом навіть полиця і леміш виливались з чавуну. Вперше на плузі було встановлено регулятор тяги для зміни глибини оранки. Перший патент на виробництво чавунних загартованих полиць одержав у 1785 р. англійський інженер Р. Рансом [34; 159, с.80; 163, с.32; 185].

З появою заводів сільськогосподарських знарядь почалась ера інтенсивного землеробства в Англії, Америці, дещо пізніше – в розвинених Європейських країнах. Вирощування просапних культур вимагало глибокого обробітку ґрунту з добрим обертанням і кришенням скиби, що забезпечувалось полицею – головною частиною плуга, від якої залежить якість оранки. Потрібні були геометричні основи для побудови раціональної поверхні полиці, які б відображали процес обертання скиби ґрунту, виходячи з умов найбільш досконалої роботи плуга, адже попередня її форма не забезпечувала перевертання, а тільки зсувала скибу. Наука про систему землеробства і рослинництва тільки зароджувалась. Тому творці плугів вимушені були спиратися лише на власні спостереження.

Нову форму полиці запропонував у 1765 р. німецький механік О. Мюнхаузен [159, с.81]. Освоєння цілинних земель на півдні Росії (українські степи) теж вимагало удосконалених плугів, легких у роботі, з кращим перевертанням задернілої скиби. Великий вплив на впровадження плугів у Росії мало Вільне економічне товариство, яке в 1773 та 1791 роках виголошувало “завдання і нагороду лише російським громадянам за винахід найкращого плуга” [71, с.175; 96, с.5; 159, с.100].

Домогтись правильної *гвинтової* форми полиці, запропонованої президентом Сполучених Штатів Північної Америки Т. Джеферсоном у 1788 р., можна було не ковальським способом, а ливарним, який на той час широко застосовувався в машинобудуванні для виготовлення деталей різноманітних форм із чавуну [159, с.84-85; 163, с.33]. Англійський інженер Р. Рансом виготовив суцільночавунний плуг із полицею *напівгвинтової* форми. Він же в 1803 р. першим почав загартовувати сталеву

полицю, одержав патент на експлуатацію *самозагострювального* лемеша [1596, с.85; 71, с.174; 163, с.33].

Займаючись розробкою теорії плуга і заснувавши виробництво удосконалених ним знарядь, французький землероб М. Домбасль у 1824 р. модернізував “брабантський” плуг, доповнивши його другою рукояткою для зручності керування знаряддям; змінив угнуту полицю цього плуга опукло-угнутою; вилучив башмак, який заміняв передок; прилаштував до гряділя тяговий ланцюг і залізний регулятор-гребінку [163, с.38].

Рівень техніки машинобудування дозволив поступово перейти до виготовлення суцільнометалевого плуга. Перший чавунний плуг був виготовлений у 1797 р. Ч. Ньюболтом в Англії. Корпус складався із стійки, лемеша, полиці, подошви і польової дошки, разом вилитих однією деталлю [22, 138, с.48; 159, с.85; 163, с.33]. У 1819 р. конструкцію чавунного плуга удосконалив американський фермер П. Вуд, виготовивши корпус з окремих самостійних елементів, що дало змоги замінити зношені деталі плуга новими. Такий плуг добре працював тільки на чорноземах, у кам'янистому ґрунті ламався, в піщаному – затуплювався, в глинистому – грузнув. Тому згодом цей фермер будував плуги з дерев'яною, увігнутою полицею і залізним, накладним лемешем [34, с.8; 71, с.174; 163, с.34].

Сталь для виготовлення лемеша вперше застосував у 1833 р. американський коваль Дж. Лен, використавши полотна старих пилок для змінного сталевого леза лемеша, який кріпився до чавунної оправы. Цей винахід започаткував широке застосування сталі в машинобудуванні й виготовленні суцільнометалевих плугів [159, с.85; 163, с.34].

Перший сталевий плуг побудував у 1833 р. американський коваль Дж. Дір, заснувавши в 1837 р. *всесвітньо відому* фірму з виготовлення сільськогосподарських машин і знарядь. Спершу він використовував пилкову сталь, яка вважалась найміцнішою, але леміш із такої сталі при зіткненні з камінням кришився. Лише з 1862 р. почали застосовувати спеціальну плужну сталь, одержану шляхом прокату листа литої сталі з м'яким листовим залізом, винайдену американцем В. Морісом. Поверхнево загартувавши цю сталь, Дж. Лен одночасно став винахідником першої панцерної сталі, з якої виготовлялись робочі органи плуга [19; 138, с.49; 71, с.6-8; 188, с.13].

Характерним для угорського плуга, виробництво якого засновано в 1838 р. С. Відатсом, були короткий і високий корпус, полиця в передній частині з опуклою поверхнею, задня її частина – злегка скручена, шарнірне з'єднання стійки з гряділем, гвинтове регулювання глибини, легкий двоколісний передок [163, с.39].

Напівгвинтові та гвинтові полиці не зарекомендували себе на піщаних ґрунтах, що стимулювало створення інших ґрунтообробних зна-

рядь – борін, культиваторів, котків, а недостатнє кришення ними скиби при обробітку ґрунту – до подальшого удосконалення плугів. У 1827 р. брати Веверки з Богемії створили рухадлову (від слова “рухадло” – кришити) полицю з циліндричною поверхнею [34; 159, с.87; 163, с.39].

Попит на землеробські знаряддя постійно зростав, що вимагало масового виробництва і корінних конструктивних удосконалень. Займаючись будівництвом плугів рухадлового типу, німецький слюсар Г. Еккерт у 1845 р. заснував перші майстерні в м. Берліні. Вніс чимало суттєвих змін у конструкції плугів, наслідуючи англійські й американські, а згодом і європейські типи плугів, випустив не одну серію знарядь різноманітного призначення. Він обладнав колісний передок плуга проміжним пристрем-рамкою, яка забезпечувала різне положення гряділя відносно передка, регулюючи цим глибину оранки. Для збільшення глибини оранки Г. Еккерт замінив старий передок плуга з колесами одного розміру на колеса різних розмірів – борозенне і польове. З цією ж метою він прилаштував на одному гряділі перед основним корпусом невеликий корпус-передплужник. Так було створено універсальний плуг для оранки на різну глибину. Для збільшення ширини захвату, а також продуктивності праці Г. Еккерт вперше побудував багатокорпусний плуг і застосував на ньому важільний механізм підйому плуга й регулювання глибини оранки. Однак ля запрягання в такий плуг потрібно було багато волів або коней, та й коштував він дорого [159, с.88-89; 163, с.40].

Плідним на винаходи виявився 1842 рік, а саме: одеські майстрові Т. Петренко та І. Курган створили український оригінальний передковий плуг; француз М. Домбасль доповнив склад елементів плуга двоколісним передком; американець В. Перлін виготовляв полиці зі старого котельного заліза; Д. Наурс створив американський плуг “Eagle” – орлиний плуг, полиця якого відлита разом із стійкою і схожа на крило орла, леміш і подошва чавунні, ніж сталевий, регулятор й одноколісний передок залізні, гряділь і рукоятки дерев’яні. Цей плуг швидко одержав всесвітнє визнання і наслідувачів в усіх країнах Європи [19; 71, с.175;96, с.6; 163, с.34-38; 188, с.13].

У 1848 р. Папст здійснив удосконалення “тогенгейського” плуга. Передню частину полиці він відливав із чавуну разом із стійкою, утворюючи “грудину плуга”, до якої кріпились леміш, задня частина полиці й подошва. Змінюючи довжину полиці та форму її поверхні, запропонував широкий спектр плугів під різноманітні вимоги обробітку ґрунту [163, с.38].

Одночасно удосконалювались і розроблялися складові плуга багатьма авторами, зокрема, у 1850 р. француз Армелін обладнав корпус “домбаслевського” плуга пересувним лемешем; Білл обладнав суцільночавунний корпус свого “триньонського” плуга сталевим лемешем і ча-

вунною п'яткою, прикріпленою на кінці підошви; фірма Hornsby and Sons замінила високу, опукло-увігнуту полицю низькою, довгою, з опуклою поверхнею передньої частини, що стало основою “англійського плуга”, до складу якого входили ніж або дернознімач, одно- або двоколісний передок, вигнутий гряділь, регулятор і довгі рукоятки. У 1852 р. Е. Болл замінив дерев'яний гряділь сталевим і чавунним, покращав його з'єднання із стійкою, а в 1853 р. Д. Олівер розробив прийоми загартовування поверхонь чавунних деталей. Полиці й лемеші склалися з окремих елементів, що замінювалися при інтенсивному спрацюванні [163, с.35-29].

У 1853 р. російський інженер Е.П. Шуман створив кращу конструкцію південноросійського суцільнометалевого плуга, відомого під назвою “колоністський”, з широкою напівгвинтовою або комбінованою полицею особливої форми, з регулюванням глибини оранки від 10 до 20 см, відповідною установкою гряділя на стійці плуга. Полиця і лемеш цього плуга були чавунні, але лезо лемеша загартоване. Лемеші зі збільшеною шириною захвату (від 22 до 27 см) похило розміщувались до дна борозни і виконувались як одне ціле з підошвою корпусу. Для оранки потрібно було тільки дві пари волів або 2-3 коня [19; 159, с.101; 96, с.6-7].

Значна роль в удосконаленні південноросійського (“колоністського”) плуга належить майстерням Георгія Гена в Одесі, на базі яких його син Іван Георгійович Ген у 1854 р. заснував перший у Росії завод із виготовлення плугів. Удосконалений “колоністський” плуг, відомий під назвою “новоросійський”, випускався в Росії з 1844 по 1881 р. Ці передкові плуги з регулюванням глибини ходу за допомогою переміщення коліс добре зарекомендували себе на півдні Росії, Нижньому Поволжі, Північному Кавказі, Західному Сибіру [96, с.6-7; 159, с.106; 163, с.43].

У 40-50-х роках ХІХ ст. до плугів почали виготовляти різного роду ґрунтопоглиблювачі, наприклад, А. Баженова, А.А. Бобринського. У середині 50-х років у бурякосійних районах Росії вперше з'явилися плуги з передплужниками. Для таких районів добру якість глибокої оранки на цілинних землях показали випробування плуга А.А. Бобринського в 1858 р. [96, с.9; 105; 159, с.102].

Замість сох і косуль у центральній і північно-західній частинах Росії почали застосовуватись легкі в роботі безпередкові (висячі) плуги з Шотландії та Швеції, але вони були надто не стійкими. Російські умільці створювали свої оригінальні конструкції таких плугів з урахуванням місцевих умов і вимог [120, с.103]. Варто зазначити, що перша конструкція висячого безпередкового плуга для роботи на легких ґрунтах була створена ковалями Росії ще в 80-х роках ХІХ ст. в майстернях калузького поміщика Д.М. Полторацького в с. Авчуріна. Парокінний



“плуг Полторацького” не поступався відомому англійському висячому плугу Дж. Смолля [159, с.103].

Наслідувачем Г. Еккерта в масовому виробництві плугів став його співвітчизник, німецький селянин Р. Сакк, який у 1863 р. заснував майстерні поблизу м. Лейпціг за оплату партії плугів, замовленої київським поміщиком графом А.А. Бобринським. З часом майстерні перетворилися на великий завод [19; 71, с.40; 64, с.562]. Саме Р. Сакк побудував культурну поверхню полиці, яка займала проміжне положення між гвинтовою і циліндричною. Ця полиця добре перевертала і кришила скибу ґрунту. Деякі марки плугів мали комбіновані полиці, інші – полиці рухадлові. Частина передкових плугів випускалася з передплужниками. Для російського сільського господарства плуги Р. Сакка з високим передком виявились настільки вдалими, що до 1914 року їх було завезено майже 100 тис. Через високий попит майже 20 російських заводів до 1915 року випускали їх копії із внесенням деяких конструктивних змін відповідно до місцевих умов. Р. Сакку належить першість і у створенні оборотного плуга для оранки в гірських умовах. На гряділі такого плуга розміщувались два корпуси з полицями різнобічного обертання скиби. Цей плуг був конструктивно спрощений Г. Еккертом, який замінив два корпуси спільно відлитим одним із віддзеркаленими полицями [138, с.37; 159, с.89-92] (табл. 2.2).

Випускаючи із 30-х років XIX ст. однокінні російські плуги-рухадло для оранки легких ґрунтів, Р. Циховський розробив ще в 40-х роках двоярусний чотирикінний плуг для глибокої оранки, який було визнано кращим на конкурсних випробуваннях у 1870 р. порівняно із двоярусними плугами Р. Сакка і Г. Еккерта [96, с.10; 97, с.239; 159, с.103].

На початку 30-х років XIX ст. в маєтку Ожарського була створена інша конструкція безпередкового плуга, в якому полиця мала правильну напівгвинтову форму, а леміш і чересловий ніж виготовлені зі сталі. Майже до 1853 року таких плугів було виготовлено дві з половиною тисячі. У 40-х роках інспектор землеробської школи на Бутирському хуторі Ф.А. Жодейко і паралельно проф. М.Г. Павлов запропонували однокінні висячі плуги для роботи на легких ґрунтах. Для роботи на важких суглинкових ґрунтах, засмічених валунами, у 1844 р. агроном Ф. Гроссман розробив висячий плуг посиленої конструкції [96, с.10].

Свій варіант парокінного суцільнометалевого безпередкового плуга з рухадловою полицею запропонували в 50-х роках майстрові київського поміщика В.І. Васильчикова [138, с.11]. Варто згадати і шестикінний безпередковий плуг Ф.І. Вараксіна з напівгвинтовою полицею для глибокої оранки (до 25 см), запропонований ним у 1869 р. Плуг мав леміш з усталеного заліза, тобто навареного сталлю, і підтримуюче колесо [96, с.12].

Пізніше безпередковий “плуг Полторацького” удосконалив у 70-х роках О.Г. Павлов. Створений ним за типом американського “орлиного” плуг випускався на Рязанському заводі й відомий під назвою “рязанський плуг”. Висока його стійка давала змогу добре заорювати гній і стерню. Полицю й леміш виготовляли з металу, а п’ятку – із загартованого чавуну. Плуги марки “С” мали напівгвинтові полиці для роботи на легких і середніх, а марки “А” – більш довгу полицю для роботи на задернілих ґрунтах [159, с.104; 96, с.11].

Однокорпусні висячі плуги виявились недостатньо стійкими в роботі, керувати ними було важко. Ці недоліки були усунуті нових рамних напівпередкових плугах, які виготовляв завод І. Головіна в Тульській області. Найпоширенішими з них у 70-х роках XIX ст. в Росії виявились рамні напівпередкові безважільні плуги, в яких гряділь був заміненій рамою, що опиралася на борозенне та польове колеса, а також “селянські” рамні двокорпусні безважільні плуги переважноз циліндричними полицями [159, с.104; 96, с.12, 15].

На початку 70-х років найбільше використання в Росії мав двокорпусний кінний плуг, розроблений на заводі Е. Мельгозе в м. Харкові. Плуг виготовлявся з чавунними або стальними полицями і виявився кращим на випробуваннях порівняно з двокорпусними плугами заводів Р.Сакка і Г.Еккерта за найменшим тягловим зусиллям та якістю оранки. Оригінальний підйомний механізм був згодом запозичений фірмою Р. Сакка. На чотирьох конкурсах у 70-80-х роках заводу за цей плуг було присуджено найвищі нагороди [96, с.15; 105].

Варто згадати й англійський плуг Дж. Говарда “ДД” – двокінний, передковий, суцільнозалізний з рухомою полицею, яка дозволяла міняти положення скиби ґрунту. При правильній установці співвідношення глибини оранки й ширини борозни плуг був стійким у роботі і незамінним для приорювання гною та розорювання перелогів. Цим перевагам сприяв вигнутий гряділь, який складав з корпусом плуга значний кут, що виключало забивання плуга гноєм і травостоем, а також виглиблення його з борозни. Недоліком плуга “ДД” була його значна вага [12, с.35-36].

Завод Е. Ліпгарта у Москві в 70-80-х роках випускав не тільки безпередкові плуги марок “АА” і “АШ”, а й однокінні однокорпусні напівпередкові плуги (за типом шведського плуга) з кривим гряділем і циліндричною полицею марки “АПШ”. За високоякісні висячі плуги цих марок заводу Е. Ліпгарта в 1882 р. на виставці та конкурсних випробуваннях у Москві було присвоєно золоту медаль, а завод І. Головіна відзначено високою оцінкою за безважільний передковий російський плуг [97, с.240]. Виробляли такі плуги до 1916 р. Напівпередкові плуги випускалися з різними полицями. Виготовлялися не тільки в Росії, а й копіювалися німецькими та австрійськими фірмами для експор-

ту в Росію [163, с.43; 96, с.11-13]. Визнаними в Росії були і кілька конструктивних різновидів парокінного двокорпусного безважільного плуга марки “АМД” заводу Ліпгарта. Конкурсні випробування в 1903 р. продемонстрували високу якість їх роботи: глибина оранки досягала 15 см, а ширина борозни – 44-53 см. До 1913 р. плугів цього типу в Росії налічувалось понад мільйон [96, с.17; 105].

Мрія збільшити продуктивність праці при обробі ґрунту вдало втілювалась у 1866 р. В. Христофоровим у конструкцію його п'ятикорпусного плуга з плоскою дубовою рамою, який шанобливо називали “землеобробітником”. Він мав корпуси, ширина захвату яких 30 см, два із них – знімались, відстань між корпусами по ходу плуга – 50 см, висоту стояків – 40 см. Корпуси мали напівгвинтову поверхню, піднімання й опускання яких здійснювалось важільним підйомним механізмом. У 1871 р. три поздовжні бруси рами для кріплення корпусів В. Христофоров замінив одним, розташувавши його по діагоналі. Всесвітньо визнаний плуг вважався вершиною досконалості, а його конструктор був відзначений численними нагородами й почесними званнями. Як не прикро, але саме в Росії винахід Христофорова був найшвидше забутий [19; 159, с.105; 96, с.15].

Слід згадати і про конструкцію вітчизняного трикорпусного плуга з дерев'яною рамою та високими корпусами, відомого під назвою “плуг Алле” на честь його автора полтавчанина інженера-механіка Алле. Ножі на корпусах полегшували роботу плуга. На конкурсних випробуваннях у 1876 р. плуг за якістю роботи, зручністю керування, малою металоємністю та міцністю перевершив німецькі плуги фірми Г. Еккерта. Обидва багатокорпусні плуги стали праобразом тракторних багатокорпусних плугів із плоскою рамою, які з'явилися лише в 20-х роках ХХ ст. [96, с.14; 157, с.680-682]. Щодо тягової сили багатокорпусних плугів вдале рішення прийняв Г. Мур у 1875 р., приєднавши плуг до дишла двоколісного екіпажу [279, с.37].

Не набули популярності в Росії ні оборотні, ні дискові плуги, запропоновані землевласниками Н.Ф. Камінським і В.І. Піхно в 1891-1892 р., хоча незначний промисловий випуск дискових плугів був налагоджений у 1906 р. [96, с.18-19]. Першими дисковий плуг запропонували ще в 1847 р. американець Педжом, а в 1855 р. – француз Кугур'є [4, с. 365].

Особливу увагу слід приділити хронології виготовлення землеробського знаряддя в Росії, де через загальну економічну відсталість виробництво плугів сповільнилось. Тільки з розвитком капіталізму в Росії почалося піднесення сільськогосподарського машинобудування. Відмітимо також, що деякі відкриті на території Росії заводи належали іноземним фірмам або окремим філіям, де складалися машини із завезених із-за кордону окремих їх частин [159, с.105-106].

Виготовлення плугів у Росії здійснювалось кустарним способом руками сільських ковалів у майстернях, які належали поміщикам, ще в XVIII ст. Промислове ж виробництво веде відлік з 1802 р. на підприємстві Х. Вільсона в м. Москві. Естафету прийняв у 1815 р. “механічний заклад” купця Криворотта в м. Єлець. У 1835 р. налічувалося вже майже 20 підприємств і багато поміщицьких майстерень, які частково задовольняли потребу в плугах. До 1913 р. в Росії виготовлялось понад 150 різнотипних плугів, виробництвом яких займалися 266 підприємств. Впродовж 1906 - 1913 рр. кустарі виготовляли для сільськогосподарства 70-75 тис. плугів щорічно [96, с.19; 105].

Провідна роль у виробництві та конструюванні вітчизняних плугів у 80-і роки XIX ст. належала заводам І. Гена в Одесі, братів Донських у Миколаєві, “Аксай” у Нахичевані на Дону, Е. Ліпгарта в Москві, І. Головіна в с. Лаптево Тульської губернії, товариства Столль у Челябінську, Воткинському та Брянському паровозобудівному заводам та ін. Невеликі конструкторські бюро при заводах постійно розробляли нові й удосконалювали старі конструкції плугів [163, с.43].

Удосконалення ґрунтообробного знаряддя поряд із загальним розвитком техніки конструювання здійснювалось головним чином з метою забезпечення раціонального обробітку ґрунту з урахуванням місцевих умов. Різноманітність природних умов (клімат, рельєф, фізичний стан і склад оброблюваних ґрунтів) та вимог, часто діаметрально протилежних, що висувались землеробами до обробітку ґрунту, нарешті, різне соціально-економічне становище країн і машинобудування у сукупності зумовило збільшення чисельності типів і різновидів створених знарядь обробітку ґрунту.

Механізований традиційний спосіб оранки плугами, який залишав на полі численні розвальні борозни і звальні гребені, поступово витіснявся гладкою оранкою, коли плуг відвалює ґрунтові пласти почергово у правий і лівий бік, рухаючись човниковим способом. Створюючи оборотні плуги ще в другій половині XIX ст., видатні машинобудівники Р. Сакк і Г. Еккерт прагнули не тільки сконструювати нові типи плугів спеціального призначення, а й удосконалити спосіб обробітку ґрунтів. Випуск оборотних плугів для такої оранки не тільки збільшив би продуктивність праці й урожайність сільськогосподарських культур, але й суттєво зменшив водну ерозію, зупинив деградацію ґрунтів, підвищив культуру землеробства, поліпшив умови праці землероба [92, с.28; 151, с.1-2; 162].

## 2.4. Тяглова енергетика

У найбільш розвинених рабовласницьких державах – Стародавніх Греції та Римі – мускульну силу людини (рис. 2.33, а) замінили тваринною, як запряжних тварин використовували переважно мулів, але запрягали також і биків.

Римляни запрягали зазвичай у плуг двох корів (рис. 2.34, а), надаючи перевагу їм порівняно з молодими биками й волами. На важких ґрунтах кількість запряжних тварин збільшували (рис. 2.34, б), а на легких ґрунтах запрягали іноді й ослів. Коней римляни використовували для тяги плуга дуже.

Катон дає пораду для привчання не звиклого до оранки вола запрягати разом із вже звиклим до цієї роботи волом. Биків для тяги плугів використовували і євреї. Поет Гомер в “Одіссей” та “Ілліаді” говорить про плуг, в упряжі якого два сильних бички, якими пар обробляли тричі [63, с.308-310]. Так вирішувалось питання тягової сили в античному світі.

Із збільшенням площ орних земель виникла потреба у новій тяговій силі. Заміна волів на коней (рис. 2.33, б) вимагала кінної упряжі. Упряж, що використовувалась ще до 3000 року до н.е., була придатною тільки для волів, оскільки кінь і осел у ній витрачали майже всю свою силу марно. У Китаї упряж значно удосконалили до II ст. н. е., зробивши м'який хомут. Він охоплював груди коня внизу, а замість ярма і дишла – голоблі. Кінь в удосконаленій упряжі замінив 10 рабів (рис. ). Підкови з'явилися в Європі у IX ст. й почали широко застосовуватись лише в XII ст. [88, с.65-67; 177; 10; 181].

Використання тварин як рушійної тягової сили для ґрунтообробного знаряддя створило основу для розвитку вищої цивілізації без рабства, яке поступово відмирало з освоєнням цих нових джерел енергії. Почалося зародження феодалізму. У період раннього феодалізму (V-XI ст.) панувало натуральне господарство. Ґрунт розпушували в основному сохою без коліс, яку орач підтримував на потрібній висоті й під потрібним кутом. Таким знаряддям, але оснащеним залізним лемешем, у країнах Середземномор'я користувалися майже до середніх віків. Зміни в конструкції плуга різко підвищили урожайність продовольчих культур і зумовили революцію в землеробстві.

Варварські племена на території між Данією і Баварією створили продуктивніший важкий плуг, який був широко розповсюджений в Європі з VI ст. і складався з вертикального ножа, лемеша, примітивної полиці, коліс [88, с.70-71]. Поступове удосконалення плуга надало йому до XIII ст. майже сучасного вигляду.

В Англії та Франції у сільському господарстві коні використовувались тільки як транспортний засіб, а наприкінці XVI ст. селяни цих країн вивели нову породу робочих коней для плужної упряжі [145, с.90].



а



б

Рис. 2.33. Обробіток ґрунту стародавнім знаряддям [181]  
з використанням:  
а – мускульної сили людини;  
б – кінської тягової сили.



а



б

Рис. 2.34. Обробіток ґрунту з використанням волів як тягової сили:  
а – оранка знаряддям із кореневища дерева [181];  
б – оранка українським степовим плугом сабан [10]

У XVI ст. в Італії спробували вперше механізувати оранку канатним приводом за допомогою двох коловоротів, розміщуючи їх по краях поля. Коловорот обертали двоє робітників. Плуг з'єднували упряжним гаком із кінцем канату, намотаного на коловорот. Обертаючи коловорот, один робітник намотував канат, а другий, утримуючи плуг за рукоятки, йшов за плугом і тягнув канат, розмотуючи з другого коловорота. На кінці поля плуг розвертали і з'єднували з кінцем розмотаного канату. Третій робітник починав крутити другий коловорот, і плуг переміщувався в зворотному напрямку. Йдучи за плугом, орач знову розмотував перший канат і т. д. [145, с.90; 159, с.76].

Спроба механізувати оранку за допомогою коловорота виявилась не вдалою. Думка замінити м'язову силу людини і тварин силою вітру зародилася у французького фермера Лассіза, який установив у 1726 р. вітряний двигун на один, а спеціальний блок – на другий колісний візок, які приводили в рух по протилежних краях ріллі кінною тягою (табл. 2.2). До вітряного двигуна приєднувалась лебідка, на барабан якої намотувався канат, перекинутий через блок натяжного візка. Щоб візки не стягувались канатом, Лассіз обладнав їх металевими якорями. Тому візки називались анкерними (анкер у перекладі з французької – якір). Для зміни напрямку обертання барабана лебідки фермер застосовував реверсивний привод, винайдений у 1565 р. німецьким механіком Бессоном. Плуг приєднувався до канату за допомогою лебідки. Через великі габаритні розміри вітряний привод не набув поширення [159, с.76-77; 177].

Запряжні орні зняряддя, зародившись ще в III тисячолітті до н.е., завершили свій розвиток наприкінці XIX – початку XX ст. Вони удосконалювались впродовж п'яти тисячоліть. Для подальшого розвитку виробничих сил була потрібна нова, досконаліша енергетична база [138, с.55; 186].

Технічна революція наприкінці XVIII ст. стала початком переходу до машинного виробництва з новою енергетикою, наступним етапом у розвитку ґрунтообробної техніки, її подальшого удосконалення на нових енергетичних основах і технологічних принципах. В історії техніки є чимало прикладів, коли відкриття й винаходи, які забезпечували нові можливості для розвитку виробництва, залишались не реалізованими в тодішніх соціально-економічних умовах.

Винахід парового двигуна російського механіка-самоучки І.І. Ползунова в 60-х роках XVIII ст. – яскравий і наочний приклад. Із неймовірними труднощами на свої кошти він побудував парову машину з метою застосування її у виробництві. Безуспішно його ідею підхопили Борзой, Архіпов та ін. Цей винахід ознаменував нову епоху, але в Росії не був реалізований через виробничі відносини кріпосного права, які гальмували творчі продуктивні сили.



Проте в умовах бурхливого зростання капіталізму в Англії парова машина, створена у 1784 р. (через 20 років після І. Ползунова) англійським винахідником Д. Уаттом, стала одним із головних важелів глибокого промислового перевороту. Автор мріяв застосувати паровий двигун для оранки великих площ [78, с.272; 93, с.268-270; 159, с.93; 177].

Реалізував ідею Ползунова в 1820 р. його співвітчизник С. Литвин, автор не одного, а кількох винаходів, серед яких парова поршнева машина, що не мала аналогів у світовій практиці. Сучасні спеціалісти парових машин, вивчаючи проект його машини, зробили висновок, що за своєю ідеєю вона найпередовіша із поршневих парових машин, яку іменують нині монокомпаунд – машина подвійної дії. Згідно з документами другої чверті ХІХ ст. технікою виробництва парових машин оволоділи К. Фролов, кріпаки Юхим та Мирон Черепанови [42, с.188-190].

Використання парових двигунів для оранки здійснювалося двома різними шляхами, які відрізнялися способом передачі енергії від двигуна до плуга: за допомогою коловорота з канатною системою та рухача шляхом зчеплення його з ґрунтом [185].

У землеробстві вперше пересувний паровий двигун-локомотив випробували в 1804 р. механіки Тревітік і Вівіан. У 1811 р. англієць Прат спробував замінити кінну плужну упряж паровим двигуном. Але задум його був реалізований лише після 1829 року, коли Д. Стефансон побудував перший придатний для транспортування локомотив. Учень і помічник Д. Уатта сконструював і випробував невеликий триколісний візок дещо пізніше, наприкінці 80-х років ХVІІІ ст. [159, с.93-94; табл. 2.2].

У 1850 р. англійський винахідник У. Говард використав локомотив у поєднанні з лебідками для оранки балансирним плугом (рис. 2.35). Пізніше він винайшов канатно-блочну систему передачі руху плуга за допомогою одного локомотива, оснащеного двома лебідками. Глибина оранки паровим плугом збільшилась до 30-40 см, а урожайність пшениці на ділянках, зораних цим плугом, підвищилась у середньому на 24% [159, с.93-94; 185].

Використання дорожніх локомотивів-самоходів як тяглових енергетичних засобів при оранці виявилось недоцільним через низький коефіцієнт корисної дії (ККД) і більше ущільнення ґрунту їх великою масою при рухові по полю. Втрати в механізмах трансмісії досягли 30-50%, на подолання опору рухові витрачалось 20-30% енергії. Потужність на гаку локомотива-самоходу, яку можна було використати на корисну роботу – оранку, становила лише 30-35% номінальної потужності двигуна. Важкі парові самоходи мали пересуватися по краях орних площ і дорогах, а по полю за допомогою канатної тяги переміщувався б лише плуг [138, с.57].

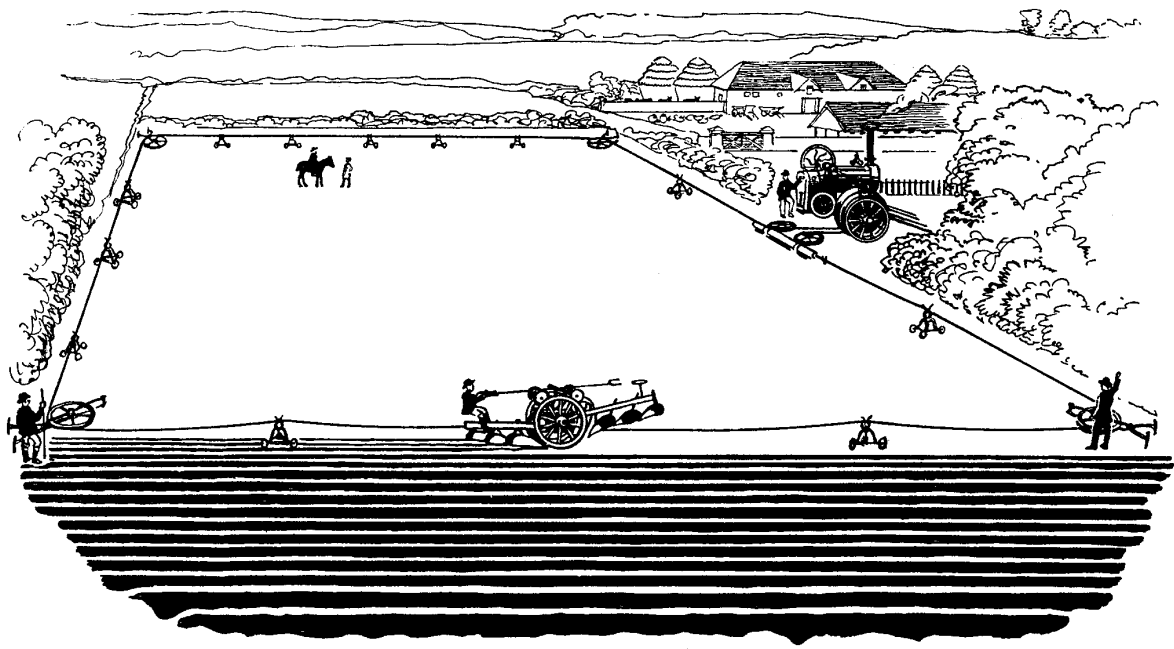


Рис. 2.35. Обробіток ґрунту баланси́рним плугом з використанням як тягової сили локомотива й канатно-блочної системи [188]

З економічного й технічного погляду велике значення мав канат (трос). Для системи канатної тяги характерний високий ККД, оскільки вся потужність стаціонарного двигуна, не враховуючи втрат на тертя в системі, йде на привод коловорота, який підтягує плуг. Однак і ця система не зарекомендувала себе через залежність довжини троса, розмірів барабана коловорота й інших параметрів від розмірів орного поля, що збільшувало комплект спеціально замовленого обладнання. Для інших сільськогосподарських робіт (лушення, боронування і т.д.), де не потрібні великі тягові зусилля, система канатної тяги була економічно не доцільною.

В Америці важкі парові самоходи прилаштували безпосередньо до плуга як упряж. Такий самохід назвали трактор (з латинської мови – тягти). Як результат ущільнення ґрунтів колесами важких буксирних тракторів урожай сільськогосподарських культур у США в першому десятилітті ХХ ст. знизився приблизно на 20% [138, с.57, 58].

У 1850–1855 рр. англійські фермери Фаулер і Говард запропонували ефективно поєднання парової машини і плуга. Це сприяло створенню плуга оригінальної, досконалої конструкції. Глибина оранки паровим плугом досягала 48 см, середня урожайність пшениці на цих ділянках збільшилась на 24%. Паровий плуг зорював від 2 до 9 десятин у день, а кінний чотирилемішний плуг – не більше 1,5-2 десятини. Починаючи з 1869 року в Англії налічувалось близько 2000 шт. парових плугів, якими створені для обробітку ґрунту бригади обслуговували за

домовлену оплату фермерські поля [71, с.175; 138, с.56; 159, с.95]. Випускали парові плуги-самоходи компанії Адванс, Мак Ларен.

Вперше випробування в Україні парового орного агрегату системи Фаулера було здійснено 19 листопада 1868 року на хуторі Молдаванка поблизу Одеси. Агрегат складався із двох парових локомотивів потужністю 45-50 к. с. (33-37 кВт), чотирикорпусного балансирного плуга для глибокої оранки (до 35 см), шестикорпусного балансирного плуга для неглибокої оранки й луцення, вагончика для обслуговуючого персоналу. Так, з 80-х років парову канатну оранку запровадили у Тростянецькому, Гутянському маєтках Харківської губернії; з 1902 р. – в Сумському повіті тієї ж губернії, з червня 1910 р. – у Кордишівському повіті Подільської губернії. У Гутянському маєтку паровий агрегат працював майже 45 років [93, с.185-186; 135, с.8-9; 166].

Парові двигуни не знайшли широкого застосування у світі через величезні габарити приводу, недосконалість та високу вартість двигуна.

У середині 60-х років XIX ст. англійці Фікс і Фовлер, прагнучи зменшити час на повороти плуга в кінці поля, створили подвійний плуг, або, як його називали, балансирний. Він мав дві рами-крила з набором ліво- або правообертаючих корпусів. Орав плуг лише одним крилом, друге було підняте вгору. При переході на нову борозну працююче крило піднімали вгору, а непрацююче опускали в робоче положення. Плуг зміщували в бік на ширину захвату для руху його у зворотному напрямку [159, с.92].

Оскільки для коней такий масивний плуг виявився не під силу, Фовлер застосував складну систему мотузкової передачі з лебідками і ротаційним приводом. Великий коловорот приводився в рух кінним запрягом. Привод розміщувався по краях поля на двох візках, які працювали по чергові. Між візками був натягнутий канат, середина якого з'єднувалася з рамою балансирного плуга. Саме габаритний привод загальмував застосування такого плуга [159, с.92].

Людство вперто й наполегливо продовжувало працювати над приводом сільськогосподарської техніки. Вирішення цієї проблеми приваблювало, прогножуючи вищий рівень соціально-економічних умов, виробничих відносин, зароджувало передумови появи тракторної тяги.

Але спершу землероби в Німеччині спробували вирішити цю проблему застосуванням електроенергії для оранки. У 1897 р. була створена система, яка складалася із повітряної лінії електропередачі, двох моторних вагонеток, балансирного плуга й канатної тяги. Плуг переміщувався за схемою Фовлера. Електрооранка, як і паровий двигун, через ряд технічних недоліків виявилась не довговічною [159, с.96].

Як зазначалось вище, ідея прямої тяги для оранки була відома в період появи систем канатної тяги. Вперше вона була апробована лише в 1904 р. в Угорщині й не задовольняла своїми показниками через масив-

ність тракторів із паровими двигунами, низький ККД, недосконалість на той час колісних рухачів, значне ущільнення культурного шару ґрунтів.

З появою двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), легших ніж парові, почався розвиток орних систем індивідуальної тяги. Різко зменшилась маса двигуна як наслідок підвищення частоти обертання колінчатого валу від 250 до 1500 хв<sup>-1</sup>. У процесі удосконалення двигуна й ходової системи масу трактора з ДВЗ вдалося зменшити в 2-5 разів порівняно з тракторами із паровими двигунами тієї ж потужності, відповідно у стільки ж разів збільшилась енергоємність маси в тракторах з ДВЗ [138, с.58].

Задум створення транспортних засобів на гусеничному ході приваблював багатьох передових техніків у різних країнах. Один із піонерів цієї справи Е. Буйєн налічував 36 лише французьких привілеїв, що передували його привілеям на винайдення екіпажу з “рухомими рейками”, взятих у 1871-1874 роках. Цю інтернаціональну ідею втілив у життя російський механік із волзьких кріпосних селян Ф.А. Блінов з с. Балахово Самарської губернії, сконструювавши у 1879 р. перший у світі гусеничний трактор [42, с.222]. Видатний винахід не був визнаний, ні застосований на батьківщині конструктора, який відмовився продати його німецькому фабрикантові, дізнавшись, що на тракторі стоятиме німецька марка [145, с.158]. Гусеничні трактори (танки) в Німеччині з’явилися під час Першої світової війни, але були переобладнені й використані для потреб сільського господарства – після війни [8, с. 127].

Я.В. Мамін, талановитий учень Ф.А. Блінова, у 1893-1905 рр. побудував “самохідний візок” із двигуном внутрішнього згоряння – пробраз сучасного трактора. У період 1899-1908 рр. він створив двигун із безкомпресорним (насосним) розпиленням палива, яке запалювалося від стиску. У 1911 р. Я.В. Мамін побудував і випробував перший російський дизельний тракторний двигун, придбав у м. Балакові невеличкий завод і налагодив серійний випуск тракторів. Було випущено понад 100 машин, однак війна 1914 року зупинила випуск тракторів Я.В. Маміним [98; 145, с.158-159].

На великих орних площах Канади й України знайшли застосування механічні трактори, які тягнули за собою багатокорпусний плуг-станину, що приєднувався тимчасово для проведення оранки. З метою зменшення мертвої (не корисної) ваги трактора було сконструйовано орне обладнання, при якому головний двигун під час руху плуга був стаціонарним, тобто стояв на місці і тягнув до себе плуг шляхом намотування ланцюга на барабан, що знаходився при двигуні. Ця економічно вигідна система мала два плуги, протилежно розміщених від стаціонарного двигуна, й обслуговувалася двома робітниками. Кожний плуг обладнувався окремим невеликим електродвигуном, що давало змогу відкочуватися від стаціонарного двигуна на попереднє місце з тим, щоб

знову бути притягнутим до двигуна намотуванням ланцюга на барабан [82, с.882].

На початку ХХ ст. в Європі зародились і набули популярності автотомати – знаряддя для певної роботи, що несуть на собі джерело енергії. Використовуючи двигуни внутрішнього згоряння, для оранки сконструювали автомат–автоплуг (моторний плуг). На відміну від буксирного трактора особливість конструкції автоплуга полягала в тому, що привідне джерело енергії розташовувалося безпосередньо на рамі плуга. У країнах Західної Європи вони набули широкого використання [114; 115; 138, с.59]. Перша така машина була створена німецьким інженером Р.Штокком у 1909 р. На його заводі в Берліні почався серійний випуск цих машин, причому вони постійно зазнавали конструктивних змін як на цьому, так і на інших заводах. Це був триколісний, дев'ятиметровий однорамний автоплуг із двигуном потужністю 42 к. с. у передній частині рами. Передні два колеса були ведучими, а заднє слугувало для управління автоплугом. Кількість корпусів, що кріпились на рамі автоплуга, – до шести [99; 104; 153-156]. Перші моторні плуги були однорамні, потім дворамні: одна рама основна у самохода, а друга - для плуга, прикріплена до першої за допомогою шарнірів, важелів і пружин (плуг “WD”) [6; 7, с.55-61; 8, с.128].

З невеликою вагою, досконалішим й універсальнішим був чехословацький дворамний автоплуг “Прага”, який експлуатували під час війни в Галичині та Буковині, а також у Франції, Тунісі, Алжирі. Крім основної нерухомої рами, у передній частині якої монтувався двигун, була додаткова рухома рама, яка несла на собі корпуси плуга і прикріплювалася до основної в трьох точках. При роз'єднанні додаткової рами від основної автоплуг перетворювався на трактор, яким можна було виконувати інші сільськогосподарські роботи – боронування посівів, збирання врожаю, роботи з молотаркою, як транспортний засіб [30, с.12-15; 9, с.8-15; 104; 177].

Використання й випробування в Росії автоплугів, зокрема Штокка, балансирних “Ексцельсіор”, що випускав завод Лаурін і Клемент, а також “Прага” і “Шкода”, припинилось у зв'язку з подіями Першої світової війни.

У 20-і роки ХХ ст. в Росії планувалось організувати виробництво автоплугів за типом плугів англійської фірми Фаулер. Протягом 1920 року було виготовлено 5 автоплугів, у 1922 р. ще 75, але подальше їх виробництво припинилось, оскільки в країні почала зароджуватися тракторна промисловість, а використання трактора з плугом виявилось ефективнішим [91, 99].

На зміну плугам, енергетичними засобами яких були буксирні трактори або стаціонарні двигуни, з'явилися одно-, двокорпусні плуги, що приводилися в рух механічними двигунами з двома ведучими колесами.

ми. Подібні моторплуги експонувалися фірмою Фаулер у 1913 р. в Англії на сільськогосподарській виставці в Глазго. Оранка таким плугом проводилась одним землеробом [82, с.882]. Моторплуг був прототипом сучасних мотоблоків.

Використання електричної енергії в мобільних сільськогосподарських агрегатах, як й інших альтернативних джерел, – справа майбутнього.

## **2.5. Історія теорії плуга**

### **2.5.1. Формування теорії конструкції плуга**

Наука про сільськогосподарські машини почала формуватися наприкінці XIX – початку XX ст. [16]. Її засновники – наші співвітчизники, маловідомий професор Київського політехнічного інституту Камілл Гаврилович Шіндлер (1869-1940) та професор Московського сільськогосподарського інституту Василь Прохорович Горячкін (1868-1935), наукова діяльність яких почалася одночасно у стінах Московського сільськогосподарського інституту, а дослідницька – з першого конкурсу-виставки сільськогосподарських машин в 1896 р. на Бутирському хуторі. Вони не тільки досконало вивчили особливості будови машин іноземного й вітчизняного виробництва, але і першими приступили до теоретичного та науково-експериментального обґрунтування будови й роботи сільськогосподарських машин та їх робочих органів, дали завершені відповіді або вказали на методику розв'язання численних теоретичних питань [18; 24; 75; 146, с.6].

Неоціненним є внесок у формування основ машинознавства й землеробської механіки, розвитку теоретичних засад створення сільськогосподарських машин і знарядь та механізації процесів сільськогосподарського виробництва професорів К.Г. Шіндлера та В.П. Горячкіна, плодами творчості яких у галузі технічних наук започатковані наукові школи. Їх науковими працями та працями соратників і учнів – відомих учених Д.Д. Арцибашева, К.М. Баркова, І.Д. Белова, Ю.А. Вейса, В.І. Нагібіна, М.Х. Пігульського, С.В. Полетаєва та інших було визначено головні напрями дослідження сільськогосподарської техніки, розвитку машинознавства, землеробської механіки й дослідної справи, тобто вивчення конструкцій машин з урахуванням агротехнічних вимог (роботоздатність, удосконаленість і пристосованість машин до місцевих умов), опрацювання теоретичних основ проектування й удосконалення [57, с.9].

Основоположною ідеєю теорії плуга завжди було створення необхідних умов для росту рослин, а змістом – розкриття фізичної суті й визначення кількісного та якісного співвідношення взаємодії робочих органів плуга з ґрунтом [57, с.5]. Історичний розвиток землеробства і

промисловості зумовив необхідність теоретичного обґрунтування конструктивних форм, розмірів, стану поверхонь робочих органів орних знарядь та їх складових.

Робочі органи ґрунтообробних машин не могли будуватись на основі лише чітких технічних розрахунків геометрії, математики, механіки без урахування властивостей ґрунту. Плуги конструювались чисто емпіричним шляхом інтуїтивної творчості, тобто нераціональними методами, що потребувало тривалого часу. Тому історія плуга налічує тисячоліття. Це історія нескінченних пошуків, спостережень, вимірів, суперечок, помилок і невдач. В основі творчості лежала особиста спостережливість майстра, його кмітливість і фантазія при незначному залученні науки, причому в примітивних формах [159, с.108].

Початком виникнення землеробської механіки як науки слід вважати видання в 1752 р. першої публікації з теорії орних знарядь, яка належить Хоффману [34, 57]. Згодом математичними пошуками форми полиці займався Арбутрон, результати яких він опублікував у 1774 році [16, с.29; табл. 2.2].

Як відомо, “брабантський плуг” був завезений в Англію видавцем багатьох сільськогосподарських творів – В. Блізе наприкінці XVII чи початку XVIII ст. і значно видозмінений механіком Д. Фольжамбом із Роттердама, за місцем проживання якого він одержав назву *розсерхьонського* [185] (по [159, с.75] роттердамський, табл. 2.2). Між тим, з англійського повідомлення “Essay on Agricultural Mashines” відомо, що шотландець Лумміс першим сконструював плуг на основі математичного розрахунку, переданого ним у Голландію. Коваль Паслей знав цей розрахунок і, користуючись останнім, виготовив чималу кількість плугів до того, як його син започаткував виробництво їх у містечку Роттердам.

Пізніше *розсерхьонський* плуг було змінено на основі математичних розрахунків шотландцем Д. Смоллем, який у 1763 р. заснував завод з виробництва плугів – Black Alder Mount of Berwickshire, а згодом опублікував теоретичні обґрунтування побудови плуга (A treatise on ploughs and wheel-carriges.- Dublin, 1802). Годинникар за професією, Д. Смолл надав найбільш доцільну форму полиці й лемешу й вдало скомпонував елементи плуга [22; 100; 168, с.32], заклавши міцну основу згодом відпрацьованої конструкції відомого *шотландського* плуга, який виготовлявся переважно із чавуну й дерева. Честь розробки названого типу приписується також найближчим послідовникам Д. Смолла – шотландцям Вілкі та Фінлейсану [174].

Майже одночасно зі Д.Смоллем його співвітчизник землероб Д.Бейлі в числі перших обґрунтував теорію плуга (An Essey on the Construction of the Plough deduced from mathematical principles and experiments.- New Castel, 1795). Він дослідним шляхом, скручуючи вирізану задернілу скибу ґрунту на  $180^0$  навколо поздовжньої осі (по ни-

жній її поверхні), підібрав форму полиці схожу на відрізок гвинтової поверхні. Він вперше вивів співвідношення між шириною і глибиною скиби, довів, що ширина повинна бути більша глибини в 1,5 раза [34, с.7; 159, с.81-82; 168, с.32]. Однак у цих розробках було відсутнє теоретичне обґрунтування обертання скиби. Виходячи із помилкових уявлень про методичне скручування скиби, не враховуючи порушення зв'язку складових її частинок, яке притаманне цьому процесу, Д. Бейлі дійшов до шаблонного висновку. На основі останнього він визнав найвигіднішою формою полиці криву поверхню, яка утворюється при скручуванні скиби певних розмірів (6×9 дюймів прямокутного перерізу і 54 дюйма довжиною) на кут  $135^{\circ}$  [22; 168, с.32; 173].

Плуг Д. Бейлі не мав успіху. Сучасники скористалися теоретичним висвітленням порушеного питання, але спростували запропонований варіант. Побудова *англійського* плуга в дійсності велася за типом “шотландського”, з увігнутою поверхнею полиці, довжина якої разом з лемешем не досягала величини, рекомендованої Д. Бейлем, інколи перевищуючи граничний розмір у три фута [168, с.31-32].

Виходячи з переконання, що основні прийоми обробітку ґрунту неможливі без періодичного переміщення його шарів, природно вважати основною частиною плуга той орган, який виконує це переміщення. Таким органом є полиця плуга. Плуг без полиці перестає бути плугом і перетворюється в лемішний культиватор, функції якого відмінні від основної ідеї плуга. У конструкцію плуга входить багато окремих органів, але класифікація плугів ґрунтується лише на характері *полиці* як *найголовнішої частини* плуга [4].

Про пріоритетне значення плуга в землеробстві для підвищення економічного рівня будь-якої із держав свідчить той факт, що президент Сполучених Штатів Північної Америки Т. Джеферсон особисто займався удосконаленням *американського* плуга, розробляючи найдодільніші форми робочих органів, і в 1788 р. обґрунтував теорію полиці плуга, запропонувавши гвинтову поверхню полиці у формі *гіперболічного параболоїда*. Свою теорію він повідомив згодом Паризькій академії наук та англійському Board of Agriculture. Пошуки Т. Джеферсона, не виходячи за межі досліду з демонстративним плугом, були позбавлені практичного значення [43, с.740; 159, с.84-85; 163, с.33; 173].

Переваги гвинтової полиці вперше помітили італійські абати Лямбручині й Рідольфі в 1832 р., які досить ґрунтовно розробили й опублікували теорію гвинтової полиці (*гелікоїда*) (D'un nuovo orocchio da coltri, giornale agrario di Toscana, t. IV). У 1837 р. Пероньє, претендуючи на першість, подав у Паризьку академію аналогічну розробку теорії полиці з вказівкою на гвинтову поверхню, як найвигіднішу для даного робочого органа. У більшості випадків теоретичні висновки підтверджувались експериментальними дослідженнями, і опукло-увігнута полиця незаба-



ром домінувала в числі різних форм полиць відомих типів *європейського* плуга [16, с.29; 34; 152, с.740; 159, с.83; 161; 162; 163, с.38; 174].

У 1827 р. на противагу визнаним перевагам гвинтової полиці у багатьох місцевостях Європи, переважно в Богемії, був поширений плуг із короткою увігнутою полицею відомого типу *рухадло*, першими виробниками якого називають братів-слов'ян Франца і Венцеля Веверка [39, с.9; 163, с.39].

Д. Бейлі і Лумміс першими в історії розвитку плуга застосували наукові дані при побудові цього орного знаряддя. У 1830 р. Лумміс на основі математичних розрахунків побудував плуг, який був запатентований [63, с.311; 173].

Першим спробував теоретично визначити довжину полиці в 1855 році француз Грандвуан'є. Вихідними його передумовами були енергетичні показники, а саме одержання найменшої сили тяги залежно від сил тертя і обертання пласта. Він не брав до уваги основний показник роботи полиці – якість оранки [159, с.109].

Цю єдину теорію полиці спробували розвинути в Росії Б. Корольов у 1876 р. та А. Зелінський, праця якого “Теорія плуга, оруддя і борони” (Москва, 1885 р.) вважається найбільш ранньою теоретичною роботою в Росії з теорії плуга. Вірніше було б назвати її не теорією, а елементами теорії, тому що не враховувались головні вимоги до плужної оранки – добре обертання скиби та її розпушування. Книга містила також 66 рисунків [159, с.109; 168]. Згодом П.П. Чебишев опублікував теоретичну роботу “Про найвигідніше обладнання орних знарядь” (1897 р.) [15; 57, с.7; 174].

Із найбільш популярних ранніх книг із сільськогосподарського машинобудування слід відмітити праці професорів Ю.А. Вейса, К.І. Дебу, В.В. Костровського, Л.М. Михайлова та В.В. Черняєва [150, с.32].

Разом з тим, майже до кінця ХІХ і початку ХХ ст. вся література й рекомендації із сільськогосподарської техніки містили тільки опис будови і способів застосування (регулювання) машин і знарядь, що випускалися [34; 150, с.32; 152, с.740].

Вперше кінематична й динамічна теорія полиці та графічний аналіз її різноманітної робочої поверхні, розроблені академіком В.П. Горячкіним, були опубліковані в 1898 р. [35]. Паралельно над теорією плуга працював засновник першої в Росії випробувальної станції сільськогосподарських машин і знарядь, професор Київського політехнічного інституту К.Г. Шіндлер, монографія якого “Теорія і конструкція орних знарядь” побачила світ у 1904 р. [168].

Розвиваючи теоретичний напрям сільськогосподарської науки В.П. Горячкін опублікував праці “Полиці плугів (основи побудови сільськогосподарських машин і знарядь)” (1910 р.) [36]; “Землеробська механіка” (1919 р.), в якій вперше застосував закони механіки до аналі-

зу робочих процесів сільськогосподарських машин [33; 79]; “Теорію плуга (основи для систематичного розрахунку плугів)” (1927 р.) [39]. Він писав: “Для з’ясування поверхні полиці можна намітити дуже різноманітні шляхи – історичний (емпіричний) і теоретичний (геометричний, механічний і технологічний). Але всі вони зводяться до одного – розвитку клина... Тригранний клин є основним елементарним і в той же час єдино можливим знаряддям. Ніяких інших знарядь у просторі трьох вимірів існувати не може. У загальному випадку клин слугує для руйнування і переміщення матеріалу. Тому в основі загальної теорії знарядь повинні бути поставлені теорія руйнування матеріалів і теорія клина” [39; 159, с.109-110].

Для оцінки ступеня подрібнення ґрунту з поправочними коефіцієнтами, одержаними експериментально, використовуються теорії руйнування гірських порід Ріттинґера, В.Л. Кирпичова (1874 р.) і Кіка (1885 р.), а також Ф. Бонда (1951 р.), який математично об’єднав попередні три теорії [123, с.5-6].

Завдяки класичним працям В.П. Горячкіна, К.Г. Шіндлера та їх послідовників – академіків І.І. Артоболевського, І.Ф. Василенко, П.М. Василенко, В.А. Желіговського, А.Н. Карпенко, М.Н. Лєтошнєва, Н.Д. Лучинського, М.В. Саблікова, професорів А.Н. Гудкова, М.В. Сладкова, А.Ф. Ульянова, Г.Я. Шхвацабая, М.В. Щучкіна та багатьох інших у нашій країні сформувалася струнка наука про сільськогосподарські машини, яка спрямовує машинобудівну галузь, прогножуючи й накреслюючи рубежі майбутнього сільськогосподарського виробництва, і є основою в підготовці висококваліфікованих інженерних кадрів із механізації сільського господарства [96, с.5; 143, с.6].

### **2.5.2. Вплив конструкції плуга на якість оранки**

У наукових досягнень досить тернистий шлях, який неможливий без стратегічної мети, сміливих рішень і вагань, полемік і визнаних помилок. Нові завдання, висунуті часом, породжують нові наукові напрямки. Не задовольняючись старими конструктивними схемами плуга, розроблялись нові, які підвищували якість і продуктивність оранки, зручність експлуатації і регулювань, зменшували металоємність, затрати часу, кількість обслуговуючих працівників і запряжних тварин.

Не зважаючи на те, що практикою землеробства накопичено безліч різноманітних конструкцій плугів, наукового пояснення принципу обертання скиби не було. Неможливо було передбачити, коли і яка полиця буде найефективнішою для застосування. Не було відповіді й на зворотне завдання: як спроектувати полицю для певного ґрунту. Необхідно було дослідити, з’ясувати взаємодію полиці з ґрунтом. Без урахування цього, було б створено безліч плугів, але жоден із них не відповідав би вимогам агротехніки.

На основі вище викладеного професори В.П. Горячкін і К.Г. Шіндлер не тільки розкривали закони механіки, на яких заснована дія машини, але вперше теоретично вирішували питання про те, яким вимогам повинні відповідати сільськогосподарські машини в цілому та окремі їх складові [159, с.111, 112].

На думку В.П. Горячкіна “питання про форму знаряддя є головним, а про затрати зусиль – другорядним, оскільки всяке знаряддя оцінюється, головним чином, за якістю, а не за кількістю роботи” [35; 72, с.2138].

Питання форми й контурів, стану поверхні полиці та поєднання її з іншими елементами корпусу плуга, які б забезпечили орному знаряддю правильну роботу, стійкість ходу й найменші затрати механічної роботи, були головними при випробуваннях землеробських машин при Київському політехнічному інституті на випробувальній станції, очолюваній професором К.Г. Шіндлером. Тут велике значення приділялось відпрацюванню методів дослідження та розробці тих вимірювальних приладів, які б дозволили практично використати обраний метод. Адже від методу дослідження, як показала практика, залежать у багатьох випадках результати досліджень [73].

Спершу теоретичні пошуки обмежувались з’ясуванням основних положень. Подальші удосконалення плуга велись виключно експериментальним шляхом. Окремі дослідження роботи плуга доповнювались конкурсними випробуваннями, які проводились як у Росії, так і за кордоном.

Полиця за якістю виконаної нею роботи є найбільш важливою частиною плуга – це робочий орган, призначений для перевертання скиби ґрунту рослинністю вниз, скидаючи її в попередню борозну, причому в тому чи іншому зруйнованому стані. Вона не кришить і не підрізає ґрунт примусово, як леміш, а ставить скибу в таке положення, при якому вона рветься по лініях найменшого опору на шматки і грудки, що найслабше були з’єднані між собою.

Доводилось, що поверхня кожної полиці повинна бути плавною й достатньо гладкою (шліфованою); стик її з лемешем повинен бути без щілини, а перехід від лемеша до полиці плавний; грудина полиці не повинна торкатися стінки борозни і т. д. [73].

Полиці виготовляли з чавуну, заліза або сталі. Оскільки на полиці скиба ковзає порівняно великою поверхнею, постає завдання зменшення коефіцієнта тертя, що можливо при добре відшліфованій, дуже гладкій поверхні полиці. Отримати гладку, “дзеркальну” поверхню можна було лише для сталеної полиці. З іншого боку, полиця з твердої, загартованої сталі крихка. Щоб одержати не крихку і дзеркально шліфовану тверду сталеву поверхню полиці, для її виготовлення почали використовувати так звану панцирну, тришарову сталь, в якій – зовнішні шари були із дуже міцної, загартованої сталі, а середина – із м’якого заліза.

Винахід цієї сталі належить американцю В. Моррісону (1862 р.) [43, с.22-23; 173; табл. 2.2].

Існують полиці найрізноманітніших форм, оскільки за способом утворення поверхні форма полиці не може бути єдиною, адже вона залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, в якому працює плуг. Встановлено, що певній сукупності фізичних якостей ґрунту повинен відповідати певний тип полиці.

За прийнятою класифікацією дуже довгі і пологі полиці називають *гвинтовими*. *Рухадлом* (у перекладі – подрібнювати, кришити) називають короткі та стрімко поставлені циліндричні полиці, а довші й полого поставлені – відповідно *циліндричними*. Середніми між цими двома формами полиць вважають полиці *напівгвинтові* та *культурні*.

Довга полиця обертає скибу з меншою витратою сили, а сама скиба, вигинаючись на великій довжині, менше надломлюється і кришиться; коротка ж полиця на більш короткій відстані і більш енергійно скручуючи скибу, сильно її кришить, витрачаючи на це більшу силу [43, с.24].

*Циліндричні* полиці є відрізком правильної циліндричної поверхні, прикріпленої до лемеша. Вони розміщені під гострим кутом до стінки борозни (рівноцінно – до польової дошки), скиба по полиці рухатиметься в двох напрямках: по-перше, скиба буде підніматися вгору по кривизні циліндричної поверхні, а, по-друге, вона буде зсуватися із переднього краю полиці до заднього. Кут розміщення циліндричної полиці до польової дошки впливає на якість оранки.

*Рухадлові* полиці найбільш придатні для оранки незв'язних піщаних ґрунтів, які перш ніж перевернути скибу рослинністю вниз до дна борозни при повільному згині розкришують її. Глинисті ґрунти доцільніше орати плугами із циліндричними полицями, тому що витрати сили на обертання скиби цими полицями менші, ніж полицями рухадло. Слід відзначити, що кривизна полиці цього типу, тобто величина радіуса циліндра, частина поверхні якого і є полицею залежить переважно від запрограмованої глибини оранки плугом. Як правило, полиця відповідає  $\frac{3}{8}$  частини поверхні циліндра [43, с.25].

Для розорювання цілинних і злежалих земель використовували плуги з гвинтовими полицями, які повністю перевертали скибу, але майже не розкришували ґрунт. Поле, зоране плугом із гвинтовими полицями, потребувало багато додаткової обробки – дискування, культивування, боронування. Згодом з'явилися плуги з напівгвинтовою полицею, але й вони не забезпечували бажану якість оранки задернелих земель. Нарешті, почали виготовляти плуги з так званою культурною полицею, яка добре обертає скибу й розкришує ґрунт.

Плуги з полицями *циліндродальної* форми з різним ступенем кривизни і різноманітною установкою до напрямку руху часто називали “культурними” європейськими плугами, вони були досить універсаль-

ними, хоча і не могли, звичайно, виключити із вжитку інші типи. Універсальність “культурних” плугів досягалась не тільки формою полиці, а переважно за рахунок передплужника, завдяки якому забезпечувався кращий результат оранки, відомий під назвою “культурна оранка”. Вона використовувалася не тільки на розорюванні цілини і пластів багаторічних трав, а й при обробітку староорних полів господарств із відносно інтенсивним рівнем землеробства, оскільки при цьому добре зароблялись кореневі залишки і бур’яни від попередньої культури, приорувався гній. Поверхня поля ставала рівною й розпушеною, що полегшувало подальші роботи з підготовки до сівби і проведення її.

Академік В.Р. Вільямс дав своє обґрунтування необхідності “культурної оранки”: “При роботі плуга з передплужником виходить наступне: скиба різко поділяється на дві частини – на верхню (приблизно 10 сантиметрів), нездатну кришитися, і нижню – здатну кришитися. Перед плугом з передплужником не ставиться завдання розкришити цю верхню частину, нездатну кришитися. Тому безкорисно прагнути її розкришувати. Від цієї частини скиби необхідно позбавитись. Досягається це з допомогою передплужника, який устанавлюється в середньому на 10 сантиметрів глибини. Залежно від ґрунту ця глибина може дорівнювати 9 і 10 сантиметрів. Передплужник скидає верхню частину скиби в борозну”. І далі про глибину: “Щоб прикрити 10 сантиметрів верхньої частини скиби, нездатної кришитися, шаром грудкового ґрунту, потрібно захопити плугом ще мінімум 10 сантиметрів ґрунту. Звідси глибина 20 сантиметрів прийнята як мінімальна глибина, при якій можливе ведення оранки плугом з передплужником. Глибина устанавки передплужника на 10 сантиметрів зберігається незалежно від устанавки основного корпусу на оранку від 20 до 30 сантиметрів” [25; 146, с.43-46].

Описана система обробітку ґрунту, покладена в основу курсу загального землеробства професора В.Р. Вільямса, прочитаного ним у 1900-1901 роках в Московському сільськогосподарському інституті [25], не могла не вплинути на подальший розвиток плугобудування в Росії. Слід відзначити, що “культурна оранка” забезпечила добрі результати в Нечорноземній зоні країни, але не виправдала себе в засушливих районах Сибіру, Казахстану, Уралу, Нижнього Поволжя, Північного Кавказу.

Не всі відомі російські агрономи й інженери сліпо погоджувались з авторитетною думкою вченого про культурний обробіток ґрунту як єдино універсальний. Наприклад, професор Київського політехнічного інституту К.Г. Шіндлер, дискутуючи з В.Р. Вільямсом, ще в 1904 р. звернув увагу на такі недоліки культурного плуга [110, 168]:

1. Використання культурних полиць підвищує порівняно з комбінованими корпусами “колоністських” плугів тяговий опір знаряддя. При рівній тязі “культурний” плуг повинен мати менший захват і, таким чином, меншу продуктивність.

2. За якістю обертання скиби ґрунту “культурний” плуг із циліндроїдальним корпусом і передплужником мало відрізняється від плуга з комбінованою полицею. Зате перший краще здійснює розпушування, що не завжди є корисним на піщаних і супіщаних ґрунтах. У будь-якому разі агрономічна практика засвідчувала, що в багатьох випадках доцільніше використати не “культурний” плуг, а плуг із комбінованими, напівгвинтовими і гвинтовими полицями.

На думку К.Г. Шіндлера, для глибокого обробітку ґрунту (наприклад під буряки) з приорюванням гною, зеленого добрива, стерні раціонально використовувати плуги “культурного” типу, а в інших випадках – “колоністського” типу з комбінованими полицями. Останні на початку ХХ ст. вважалися більш економічними і попит на них у Росії був дуже великим [17].

Вірний вибір полиці з урахуванням властивостей розорюваного ґрунту – головна умова якісного обробітку ґрунту. Розміри ж полиці залежать від тієї глибини і ширини захвату, яким даний плуг відповідає. Крім того що для кожного плуга визначено гранично максимальні величини відрізаної ним скиби, існує ще й найбільш вигідне співвідношення між глибиною і шириною борозни. З агрономічної точки зору, прагнучи оранкою досягти найкращої аерації та проникнення повітря між перевернутими скибами, відношення між шириною і глибиною оранки має дорівнювати  $3/2$ , або ширина борозни повинна бути в 1,5 рази більша глибини [43, с.26-27; 117].

Розглянемо співвідношення ширини і глибини скиби з механічної точки зору. Очевидно, що при сталій глибині зменшення ширини борозни збільшує затрати праці на оранку. На перший погляд, виникає потреба збільшувати ширину борозни по відношенню до її глибини. Але, досліджуючи положення центра ваги поперечного перетину скиби під час її перевертання, виявилось, що центр ваги її спочатку піднімається, а потім опускається і, нарешті, знову піднімається, що вимагає додаткових затрат механічної роботи. Ці затрати пропорційні відстані між цими положеннями центра ваги, яка залежить від певного співвідношення між шириною і глибиною: зменшення глибини при сталій ширині призведе до більших затрат механічної роботи.

Враховуючи ці протилежні вимоги, рекомендується на практиці приймати ширину скиби: для середніх ґрунтів – 1,5 глибини; для мало-зарослих травою важких ґрунтів – 1,33; для сильно зарослих – 1,6; для цілинних – 2.

Відвалені скиби не повинні перешкоджати рухові полиці в борозні, а правий бік полиці повинен мати визначений обріз, який відповідає або близький до нахилу скиби й розрахований для найбільшої глибини оранки і найменш допустимої ширини борозни, оскільки при таких

співвідношеннях глибини і ширини прохід для полиці буде найвужчим [73, с.3; 43, с.26-28].

Активний розвиток полицевих плугів, створення нових конструктивних схем, удосконалення робочих органів, застосування не відомих раніше джерел енергії й допоміжних механізмів зумовили значне підвищення продуктивності та поліпшення якості орних робіт, підвищення культури землеробства, покращання умов праці землероба. Проте процес удосконалення полицевих плугів не торкався головного – здійснюваного ними способу дії на ґрунт. Якщо про перевертання скиби є чимало теоретичних розробок, то про її бокове переміщення обґрунтувань не існувало, що призводило до значних недоліків у технологічному, енергетичному й конструктивному аспектах.

1. Технологічний аспект. Для зменшення холостих переїздів поле розбивається на заїнки, оранка яких призводить до утворювання звальних гребенів і розвальних борозен, а також огріхів при стиках заїнок. Звальний гребінь не тільки порушує рівність зораної ниви, а й утворює зони неглибокого обробітку – близько 10 см. Із зменшенням глибини обробітку на 5-10 см урожайність знижується на 30-50% [151, с.1-2]. Цей недолік усувається при освоєнні технології гладкої оранки оборотними плугами, яка не тільки підвищує продуктивність орних агрегатів, а й суттєво запобігає водній ерозії ґрунту [92].

2. Енергетичний аспект. У процесі обертання скиба зміщується в бік на відстань, що є в середньому сумою ширини захвату корпусу й глибини оранки. Крім цього, за рахунок деформації згину і скручування, а також під дією сил тертя пласт переміщується вперед. На ці нераціональні поперечні й поздовжні переміщення ґрунту, як показали розрахунки, при оранці 1 га на глибину 30 см витрачається енергії до 5 млн. Дж. [151, с.1-2]

За висновком проф. В.П. Горячкіна, “при роботі плугом для стійкості його ходу необхідно, щоб сила тяги запряжних тварин проходила через проекцію центра ваги знаряддя на дно борозни”. Довести це теоретичне міркування неможливо, оскільки опір окремих елементів плуга не визначений, а в механіці нема закону, який довів би, що при поступальному рухові твердого тіла, яке знаходиться під дією довільної групи сил опору, рушійна сила тяги повинна проходити через центр ваги його або через слід центра ваги цього тіла на опорну поверхню.

Цінність і значення будь-якої теорії визначається її відповідністю з практичною дійсністю. Згадана теорія не знайшла свого підтвердження в результатах дослідження значення ваги і розміщення центра ваги в плузі на випробувальній станції сільськогосподарських машин і знарядь, очолюваній професором К.Г. Шіндлером, при Київському політехнічному інституті в 1910 році. Проте розміщення сили тяги, вага, розташування робочих органів і стан їхніх поверхонь мають відчутний

вплив на глибину ходу плуга, а як наслідок, – на енергозатрати при оранці [73, с.14-20].

3. Конструктивний аспект. Енергетична нераціональність традиційної оранки полицевими плугами пов'язана з їх конструктивною несиметричністю:

- корпуса плуга, внаслідок цього реакція ґрунту на робочу поверхню корпуса плуга дає бокову складову, яка діє через польову дошку на стінку борозни, зминає її і викликає силу тертя, величина якої при коефіцієнті тертя  $f=0,5$  становить приблизно 25% від загального тягового опору плуга [139; 140];

- розміщення корпусів у плузі, при якому довжина плуга залежить від ширини захвату, оскільки відстань між корпусами в поздовжньому напрямку в 2 – 2,5 раза більша, ніж ширина захвату. Якість оранки довгим плугом, в якому більше п'яти–шести корпусів, знижується через гірше копіювання рельєфу поля, що не забезпечує рівномірності глибини обробітку. Дослідженнями встановлено, що при збільшенні нерівномірності глибини оранки зменшується вологість ґрунту, збільшується забур'яненість посівів, що веде до суттєвого зниження урожайності. Наприклад, при відхиленні фактичної глибини оранки від заданої, яка дорівнює 6-9 см, урожайність пшениці знижується на 20-22% [151, с.2; 79, с.64].

### **2.5.3. Шляхи підвищення продуктивності орних робіт**

Актуальними питаннями теорії плуга, крім вибору полиці, були визначення кількості корпусів і використання раціонально необхідних енергетичних джерел (робочих тварин, парових двигунів для канатних систем, двигунів внутрішнього згорання тощо).

Удосконалення конструктивних (геометричних) форм орних знарядь передбачало в основному поліпшення якості робочого процесу. Про “прискорення роботи”, тобто продуктивність землероба, не йшлося. Однак із зміцненням матеріалу робочих органів, збільшенням тягової сили плуга продуктивність помітно зростала. Наприклад, за підрахунками В.П. Горячкіна і К.Г. Шіндлера, сила тяги коня в 1,33 раза вище, ніж сила тяги вола. Отже, кінь міг тягнути плуг в 1,33 раза більшої ширини захвату зі швидкістю в 1,6 раза більшою, ніж віл. Як результат, продуктивність оранки при заміні вола конем збільшувалась більш як у два рази. Створення плуга із сидінням теж мало на меті збільшити швидкість оранки й полегшити працю землероба [138, с.49; 163, с.220].

Вже у середині ХІХ ст. прагнули створити багатокорпусні кінні знаряддя, тобто підвищити продуктивність шляхом збільшення ширини захвату. Продуктивність праці орача збільшувалася пропорційно збільшенню кількості корпусів. Їх, як правило, було три до створення в 1866 р. В. Христофоровим п'ятикорпусного плуга з плоскою дубовою



рамою, поздовжні бруси (по кількості корпусів) якої він замінив згодом одним брусом, розташованим його по діагоналі. Сам плуг не знайшов широкого використання, але запропонована конструктивна схема рами плуга успішно застосовується вже понад століття [138, с.52].

“Багатокорпусні плуги економлять кількість робочих, коней і час обробітку. Економія в кількості робочих тварин при використанні багатокорпусних плугів відбувається внаслідок того, що вони можуть бути зроблені менш важкими, ніж відповідна кількість простих плугів, а особливо внаслідок того, що опір зі сторони ґрунту декільком корпусам одного плуга коливається в дуже вузьких межах, тоді як прості плуги зазнають поперемінно то дуже сильний, то дуже слабкий опір, що примушує запрягати для простих плугів велику кількість коней, порівняно з тим, скільки могло би бути запряжено, якби сила опору при своїх коливаннях не дуже відхилялась від середньої величини.

Досвід доказує, що три коня, запряжені в двокорпусний плуг, виконують таку ж дію, як і чотири коня, запряжені попарно в два простих плуги однакових розмірів. Економія часу зумовлена зменшенням кількості тяглових тварин та робочих, а також внаслідок порівняно менших втрат часу при переході плуга з однієї борозни на іншу. Вигода багатокорпусних плугів на стільки відчутна, на скільки ґрунт легший, але вона помітна і в більш щільному ґрунті, якщо тільки він не занадто прилипає до знаряддя при поверхневому обробітці. Ці плуги використовують переважно при посівній оранці і для заорювання насіння” [157, с.680-682; 162].

Плуг для кінної тяги з кількістю корпусів більше трьох не поширився на практиці, незважаючи на підвищену продуктивність, насамперед через питому матеріалоемність, яка, згідно із дослідженнями, у двокорпусних кінних плугів мінімальна. Підвищення питомої матеріалоемності трикорпусних плугів порівняно з двокорпусними зумовлена наявністю механізму для переведення знаряддя із робочого положення в транспортне й регулювання глибини оранки, а також третього опорного колеса.

Крім того, зі збільшенням кількості корпусів потрібна більша міцність і, як наслідок, матеріалоемність рами, оскільки навантаження на неї зростає від останнього корпусу до переднього, передня ж частина рами повинна витримувати суму напруг, викликаних кожним окремим корпусом. Якщо ж брати загальну масу агрегату, включаючи масу коней, і віднести її до площі поперечного перерізу пластів, то матеріалоемність зі збільшенням кількості корпусів зменшуватиметься.

Важливим показником орних агрегатів є енергоемність. Зі збільшенням кількості корпусів вона знижується, а з підвищенням тягової сили (потужності) зростає [138, с.53; 139; 140].

Як вже згадувалось, збільшення кількості корпусів у плугові збільшує продуктивність праці (га/год). Питома ж продуктивність (га/квт·год.), яка показує ефективність використання кожної одиниці сили (потужності), з збільшенням кількості корпусів у плугові збільшується, а зі збільшенням тягової сили (потужності приводу) – знижується. Тобто приведені показники ефективності агрегатів із підвищенням їх потужності погіршуються.

Встановлено, що зі збільшенням кількості корпусів поряд із підвищенням продуктивності росте і тяговий опір і, як наслідок, кількість використаних тварин. Оскільки тварини в спільній запряжці діють не узгоджено і якоюсь мірою заважають одне одному, то із запряганням кожного наступного коня зменшується тяглова сила кожного з них на 6-7,5%. Наприклад, при запряганні чотирьох коней сила одного з них непродуктивно втрачається, а при роботі восьми коней використовується лише близько 50% їх тягових можливостей.

Таким чином, багатокінні запряжці не вигідні через зниження продуктивності дії кожної тварини. Практика довела, що найефективніший орний агрегат – це не більше трьох корпусів плуга і чотирьох коней в одній запряжці [138, с.55].

Підвищення продуктивності оранки було найактуальнішим завданням для винахідників. Задум замінити живу тяглову силу плуга штучною втілилась у системи канатної тяги, для яких характерний високий коефіцієнт корисної дії (ККД), оскільки вся потужність стаціонарного двигуна, за виключенням втрат на тертя в передачі, йде на привод коловорота, який тягне плуга. Ці системи рекомендувались для глибокої оранки (не менше 25-30 см) на порівняно великих площах важких ґрунтів.

Слід вказати й на недоліки канатних систем:

1. При ширині поля до 600 м маса канату досягала 2 т, внаслідок чого він майже на всій своїй довжині лежав на поверхні поля. У процесі роботи канат вривався в ґрунт при нерівності рельєфу, забивався пилом і рослинними рештками, швидко зношувався. Тому для ефективної роботи систем канатної тяги поле слід було добре підготувати і вирівняти.
2. Залежно від розмірів розорюваного поля комплект обладнання (довжина тросу, місткість барабана коловорота та ін.) замовляли на заводі індивідуально. При оранці іншого поля наявний комплект міг і не підійти.
3. Економічно недоцільне використання канатних систем для поверхневого обробітку ґрунту (боронування, луцення, прикочування і т. п.), де не вимагалось великих тягових зусиль.

Тому в 1913 р. у таких європейських країнах як Англія, Франція і Німеччина за допомогою таких канатних систем було оброблено лише

2% орної землі. Отже, плужні системи канатної тяги не мали вирішального значення в економічному аспекті [138, с.58].

У початковий період розвитку систем канатної тяги єдиним енергетичним засобом був паровий двигун. З появою електричних двигунів і двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) використовувались і ті, і інші. Кращим двигуном вважався паровий. Канатний коловорот разом з топкою, котлом і машиною мав масу, яка забезпечувала необхідну стійкість системи без будь-яких додаткових засобів, чого не спостерігалось у випадку використання електродвигунів чи ДВЗ.

Через здатність долати великі коливання тяглового опору і перевантажень, високу надійність, довговічність (20-30 років і більше), простоту будови, використання різновидів палива аж до відходів (соломи, лушпайок і т. п.) такий двигун в умовах сільськогосподарського виробництва того часу був пріоритетним серед інших [138, с.57-58].

Канатні системи сприйняв професор К.Г. Шіндлер, який у 1930 р. розробив конструкцію універсального трактора-передка вагою 250-350 кг з усіма складовими двигуна самоходу із сидінням для тяги за допомогою канату двокорпусного плуга, звичайної борони, сівалки, косарки і малої снопов'язалки. При всіх його багаторічних зусиллях в емігрантських умовах так і не вдалося поставити цей винахід на виробництво [48, 49].

Використовуючи в сукупності історичні надбання теорії плуга і враховуючи її недоліки більш як столітньої давності, що можна визначити тезаурусом прогнозу ґрунтообробної техніки, нині при розробленні та впровадженні у виробництво сільськогосподарських машин і знарядь передбачається забезпечення основних напрямів науково-технічного процесу, а саме: зростання продуктивності праці шляхом підвищення зносостійкості й надійності, робочої швидкості, збільшення ширини захвату конструктивно чи кількістю корпусів, потужністю енергозасобів; дотримання технологічних вимог; суміщення кількох операцій в одному агрегаті; розроблення засобів механізації на основі принципово нових рішень та ін. [50; 57, 92; 138]. З використанням цього тезаурусу була розроблена й програма розвитку машин для обробітку ґрунту до 2005 року [134].

## **2.6. Хронологія розвитку конструкції і теорії плуга**

Головна і єдина вимога до основної обробітку ґрунту періоду визрівання ідей та теорій розвитку ґрунтообробної техніки (середина XVII–70-і роки XIX ст.) – це повне обертання скиби з метою знищення рослинного попередника і вивертання на поверхню розпушеного без дернини ґрунту. В період технічного прогресу (70-і роки XIX – середина XX ст.) конструкція плуга удосконалювалась з погляду підвищення якості оранки й продуктивності праці в усіх країнах, де було розвинуте землеробство, і в різних напрямках.

1. *Конструктивний склад* плуга: корпус суцільний або з окремих складових (1819, Вуд); ніж-різак; польова дошка; башмак; передплужник; колісний передок (1832, Гранде); механізм для регулювання глибини й ширини оранки (1824, Домбасль); регулятор тяги (1763, Смол); важільний механізм; ґрунтопоглиблювач (40-50-і ХІХ ст., Бобринський, Баженов); плуги із сидінням; багатокорпусний, двоярусний (40-і ХІХ ст., Циховський) та оборотний плуги.

2. *Форма та контури складових* плуга:

- леміш-полиця (1730, Фольжамб); леміш самозагострювальний із загартованого чавуну (1802, Рансом), зі змінним лезом (1833, Лен), пересувний (1850, Армелін);
- полиці: гвинтова (1788, Джеферсон; 1830, Лямбручині та Рідольфі); напівгвинтова (1803, Рансом); циліндрична (1827, бр. Веверка); схожа на орлине крило (1842, Наурс).

3. *Підвищення зносостійкості*, тобто якісне покращання матеріалу, з якого виготовлялись складові плуга, відповідно до схеми:

- дерево (порода, суцільний кусок, окремі складові);
- чавун (1797, Ньюболт); загартований чавун (1785, Рансом; 1853, Олівер);
- комбінації дерева й чавуну (1763, Смол);
- залізо;
- комбінації дерева й заліза (1819, Вуд);
- комбінації чавуну й заліза;
- усталене залізо (наварене сталлю залізо) (1869, Вараксін);
- сталь; загартована сталь (1803, Рансом); панцирна сталь (1862, Моррісон).

4. *Посилення стійкості* ходу: польова дошка; башмак у вигляді полоза (фландрська і гогенгейська конструкції); колісний башмак; одне або два колеса (колісні плуги); передок (передкові, напівпередкові плуги) [136, с.998-1012].

5. *Збільшення тягової, рушійної сили* (енергетичне джерело): віл, кінь, коловороти з канатним приводом (ХVІ ст., Італія), вітряний двигун (1726, Лассіз), паровий двигун (1764, Ползунов), парова машина (1784, Уатт), електричний двигун, локомотив (1850, Фаулер, Говард), газовий двигун (1876, Отто), двигуни внутрішнього згорання, автоплуг (1909, Шток), трактори.

Класично-технічний, революційний період розвитку плуга сформувався на засадах попереднього періоду. Виробництво плугів перейшло від кустарів до невеликих майстерень, з майстерень – на заводські майданчики й набуло масового характеру. Вивчення історичного досвіду удосконалення плугів, особливостей умов їх застосування і попиту землеробів, регулярні конкурсні випробування й виставки, наукові до-

слідження та обґрунтування конструктивних елементів плуга започаткували нову галузь машинобудування – сільськогосподарське машинобудування на науковій платформі, заклали основи машинознавства та землеробської механіки. З'явилися якісно нові конструктивні рішення – двоярусні й багатокорпусні плуги, фрезерний, дискові та триколісні плуги із сидінням, автоплуг.

Усі удосконалення робочих органів і конструктивних схем ґрунтообробних машин і знарядь протягом п'яти тисячоліть були розраховані переважно на біологічну енергію тварин як енергетичну базу [138, с.24].

Історія розвитку світової техніки свідчить, що вона створюється всіма народами. Кожна нація має певні особливості, специфіку, колорит, які притаманні тільки їй і проявляються в національній культурі. Кожний народ, залежно від конкретно історичних умов, робить свій внесок у розвиток світової техніки [22, 34, 164]. Зокрема у створенні плуга зробили свій внесок такі народи світу: американці – створили панцирну полицю; англійці – розробили плуг із гвинтовою полицею і паровий плуг; греки – запровадили колеса; євреї – винайшли ніж; італійці – побудували правильну поверхню полиці на основі математичних розрахунків; китайці – зробили упряж для коней; німці – сконструювали культурний плуг із передплужником і автоплуг; римляни – запропонували зачатки полиці; росіяни – обґрунтували оранку двома плугами в одній борозні на різну глибину; українці – створили “український” плуг, ототожнений з плугом “сабан”.

Науково-технічній творчості властиві загальні риси. Будь-яке відкриття або піонерська інженерна розробка з'являється не випадково: кожна машина, кожна модель ґрунтообробного знаряддя і кожне узагальнення є закономірним творінням людського розуму, творчим здобутком. Свого часу прогресивний американський вчений Р. Оппенгеймер писав: “Не можна забувати і того, що було раніше... Саме там треба шукати ті умови, які підготовлювали нові відкриття, там зародилися концепції, у світлі яких робляться ці відкриття” [190, с.5-10].

Імена перших винахідників губляться у віках. Неможливо встановити кількість людей, які своїм творчим талантом удосконалювали володаря полів – плуга [100, 101]. Але найяскравіші особистості навіки залишаться в історії сільськогосподарської техніки (частково по Шіндлеру К.Г. [163] і Горячкіну В.П. [34]):

1763 р.– Джеймс Смол, шотландський годинникар – заснував перший завод з виготовлення ґрунтообробних знарядь у м. Berkwickhire. Заклав основи шотландського плуга.

1788 р.– Томас Джеферсон, президент Сполучених Штатів Північної Америки – обґрунтував теорію полиці плуга, повідомлену ним пізніше Паризькій академії та англійському Board of Agriculture.

1795 р. – Джеймс Бейлі, англійський землероб – за скрученим пластом побудував полицю і вивів співвідношення між шириною і глибиною скиби.

1797 р.– Чез Ньюболт, фермер – одержав привілею на плуг, який складався із стійки, полиці, лемеша і польової дошки, спільно відлитих із чавуну і які утворювали загальний корпус, до якого прикріплювались дерев'яний гряділь і дерев'яні рукоятки.

1830 р.– Лямбручині та Рідольфі, абати з Італії – запропонували гвинтову поверхню (гелікоїд) для полиці плуга.

1833 р.– Джон Лен, американський коваль – вперше в леміш дерев'яного плуга вмонтував гостре стальне лезо з полотен пилок в чавунній оправі.

1833 р.– Джон Дір, американський коваль – створив перший суцільносталевий плуг із сталі для полотен пилок.

1845 р.– Г. Еккерт, німецький слюсар – вважається піонером масового виробництва орних знарядь. Йому належить також розробка багатокорпусних плугів.

1863 р.– Рудольф Сакк, німецький землероб і коваль – розробив конструкцію “культурного” плуга, що був проміжним між плугами з гвинтовими і циліндричними корпусами, з німецьким передком і передплужником. Сакку належить і першість у створенні оборотного плуга.

1900 р.– К.Г. Шіндлер, професор Київського політехнічного інституту – організував випробування плугів на створеній ним випробувальній станції, заклав основи машинознавства і теорії плуга.

1909 р.– Роберт Штокк, німецький винахідник і підприємець – розробив і організував виробництво автоплугів.

1923 р.– В.П. Горячкін, почесний академік ВАСГНІЛ – вивів відому формулу опору орного знаряддя, заклав основи землеробської механіки.

Не можна відкидати чи ігнорувати історію власного народу, який навіть за гноблення царської Росії започаткував багато нових справ у техніці, починаючи з давніх часів. Заводські майстри, ремісники, селяни, солдати, козаки і представники інших верств постійно висували новаторів у техніці. Наявність серед таких новаторів у переважній більшості вихідців з простого народу підтверджується історією [42, с.476].

На початку ХІХ століття в нашій країні були особливо поширені плуги відомих українських винахідників [22, 96, 97]:

40-і роки – Р. Циховський – розробив двоярусний плуг для глибокої оранки легких ґрунтів.

1842 р. – Т. Петренко, І. Курган, Л. Рудницький, одеські майстри – створили передковий плуг.

1844 р. – Г. Ген, одеський майстровий – удосконалював південно-російські (“колоністські”) плуги, виготовляючи їх із низьким передком.

50-і роки – А. Бобринський, київський поміщик – початківець у виготовленні до плугів різного роду поглиблювачів.

50-і роки – В. Васильчиков, київський поміщик – розробив суцільнометалевий безпередковий плуг із рухадловою полицею.

60-і роки – Алле, інженер-механік з Полтавщини – виготовляв трикорпусний плуг із дерев'яною рамою та високими плужними корпусами.

1854 р. – І. Ген, одеський підприємець – заснував перший у Росії завод з масового виготовлення плугів, удосконалюючи старі й розробляючи нові конструкції.

Середовище майстрових виховало і перших дослідників ґрунтообробної техніки і стало родючим ґрунтом для зростання вчених сільськогосподарської галузі.

Хронологія розвитку плуга двох останніх періодів розробленої періодизації його історії свідчить, що плуг – інтернаціональний багатівіковий плід творчості багатьох народів, в якому брали участь люди різних професій (годинникар, коваль, землероб, агроном, фермер, слюсар, механік, інженер, педагог, учений), різного соціального походження (абати, робочі, селяни, поміщики, князі, навіть президент). Досвід творців плуга, виражений формою, рівнем його досконалості, подано в табл. 2.2.

На підставі даних аналізу й синтезу еволюції розвитку ґрунтообробного знаряддя сформульовано основні висновки, а саме:

1. Еволюція ґрунтообробної техніки відбувалася паралельно з розвитком інших об'єктів матеріальної культури суспільних формацій.
2. Основною провідною ідеєю зародження, використання й удосконалення ґрунтообробних машин впродовж історії їх розвитку є створення оптимальних умов для росту рослин і одержання високих урожаїв, що сприятиме збільшенню матеріальних благ людства, хоч на всіх етапах свого історичного розвитку вона по-різному впливала на ці умови під впливом об'єктивних і суб'єктивних причин.
3. Удосконалення й трансформація землеробської техніки підпорядковані економічним законам певної суспільної формації, але на відміну від економічних явищ її розвиток не припиняється при зміні одного суспільного ладу іншим.
4. Глибокі революційні перетворення техніки відбуваються не вибухово, а з поступовим накопиченням елементів нової якості з одночасним відмиранням елементів старого, причому це характерно не тільки для ґрунтообробної техніки, а й для всієї техніки.
5. Розвиток техніки безпосередньо пов'язаний із законами природознавства, тоді як економічні явища підлягають впливові законів природознавства через техніку.

6. Якісний рівень ґрунтообробного знаряддя й система землеробства конкретної історичної епохи взаємопов'язані між собою, впливаючи одне на одного.
7. Автором і володарем ґрунтообробного знаряддя є всі народи світу, тому воно не знає кордонів.
8. Типи і види землеробських знарядь при удосконаленні мають обмежений за часом вік, переходячи з одного технічного рівня на принципово інший.
9. Природне середовище й аномальні явища впливають на розвиток землеробства, зокрема ґрунтообробної техніки.

Дослідженням історії розвитку плуга у світовому контексті встановлено, що:

1. Удосконалення праплуга в зародковий період пройшло 11 стадій формування схематичних ознак конструкції плуга, кожна з яких характеризується введеньням конструктивного елемента нової якості.

2. Подальший еволюційний розвиток плуга з кінця XVII ст. здійснювався умільцями всіх країн із розвинутим землеробством з погляду на природно-кліматичні умови, використання нових джерел енергії як тяглової сили, прагнення підвищити зручність користування й регулювання. Ними удосконалювалась загальна компоновка плуга, розроблялись принципово нові конструкції знаряддя та форми складових його частин, насамперед робочих органів, вишукувались нові матеріали для їх виготовлення, розроблялись методи і засоби регулювання й заміни зношених частин новими.

3. Науково-експериментальні дослідження плуга та теоретичні розробки його елементів ученими-аграріями були підпорядковані головній агротехнічній вимозі до цього орного знаряддя – створення оптимальних умов для росту рослин; підвищення зносостійкості, тобто якісне поліпшення матеріалу, з якого виготовлялись складові плуга; якості та продуктивності орних робіт, культури землеробства й родючості ґрунту; покращання умов праці землероба; зниження метало-, праце- та енергозатрат.

4. Основними завданнями обробітку ґрунту, сформульованими на початку XX ст., були розпушування та перемішування орного шару, забезпечення рослин поживними речовинами, накопичення і збереження оптимальної кількості ґрунтової вологи, знищення бур'янів та рослинних решток.

5. Вибір конструкційного матеріалу для виготовлення ґрунтообробної техніки завжди залежав від соціально-економічного й технічного розвитку країни.

6. Основними закономірностями й тенденціями удосконалення конструкції та технології виготовлення найважливішого знаряддя землероба – плуга – були: зміна систем землеробства, рівень розвитку про-



дуктивних сил і виробничих відносин суспільно-економічних формацій, внутрішня економічна й технічна політика держави, природно-кліматичні умови, розвиток металургії та металообробітку, використання й удосконалення енергетичних засобів як основної тягової сили.

7. На підставі хронології еволюції плуга у світовому контексті розкрито історико-наукову картину удосконалення тягової енергетики; науково-експериментального обґрунтування конструкції та теорії розробки окремих елементів плуга.

8. Сформульовано основні висновки еволюції ґрунтообробної техніки, які можуть бути корисними при розробці теорії історії плуга.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗВИТОК ПЛУГА В УКРАЇНІ В ХІХ – НА ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ

#### 3.1. Орні знаряддя Київської Русі

Своєрідно відбувалося створення орних знарядь у давні часи в слов'ян, коли використовували такі землеробські знаряддя, як дерев'яний ыз залізними частинами плуг, рало, соха, мотику, заступ, борону, косу-горбушу, граблі, ціп [31, с.31]. На жаль, письмових свідчень про землеробство часів зародження Русі майже нема. Спираючись на літописні дані, археологічні знахідки і роботи дослідників-істориків, вдалось уявити розвиток землеробства на Русі в той далекий час.

У VI ст. на Русі в південних степових районах склалась перелогова (понад 20 років або до 10–8 років) система землеробства, у північних лісових районах – підсічно-вогнева (ліс викорчовувався і спалювався). Освоєння землі в лісових районах, що почалося на початку I тисячоліття н.е. [31, с.31; 145, с.57; 159, с.61], коли слов'яни винайшли виробництво заліза, вимагало великих затрат праці, а збільшення численності населення - розширення орних угідь. Ці орні ділянки залишали для “відпочинку” як пар лише на один рік. Так склалась спочатку двопільна, а потім трипільна система землеробства. Природні й економічні умови впливали на систему землеробства, що привело до удосконалення конструкції землеробських знарядь [51; 146, с.28].

У Росії в X–XI ст. примітивним землеробським знаряддям була *сокира*, хоча в друкованих пам'ятках того часу вже згадувалось про плуг і борону. У принципі будова первісного плуга і ручної кирки однакова. Рукоятка кирки відповідала дерев'яному брусу чи гряділю у плуга, а клинок – відповідно лемешу [109, с.9].

У період становлення Київської Русі в IX ст. основним орним знаряддям було *рало* – обрізок дубового або грабового дерева із загостреним на кінці відростком, що виконував роль робочого органа, і однією чи двома ручками-держакми. Це знаряддя, яке дісталось ще від скіфів, еволюційно зазнавало змін від простих його форм до складніших і набуло специфічних ознак у конструкціях, які класифікуються як однозубі (безполозові і з полозом) та багатозубі (праобраз борони).

У “Повести временных лет” – стародавньому літописному зведенні Київської Русі, написаному приблизно в 1113 р., згадується, що рало було одиницею князівського оподаткування селян. На початку XIV ст. оподаткування стало вже поплужним. Отже, можна зробити висновок, що плуги замість рала поширились на Русі приблизно в XIII ст. [145, с.56].

Найдавніший зразок рала, знайденого в 1921 р. в торфовищі поблизу села Токарі Сумського району, фахівці відносять до другої поло-

вини I тис. н. е. Згодом на загострений відросток насаджували залізний *наконечник – наральник* з невеликою трикутною лопаттю. Потреба перевертати пласт зумовила розширення лопаті наральника й розміщення її з деяким нахилом у бік, а не строго вертикально. Зародження подібного наральника стало важливим технічним новаторством у середньовічній Русі. З часом наральник перетворився на леміш [31, с.31; 122, с.141-153].

Наступним землероби створили пристрій для відвалювання (зміщення) скиби у вигляді *дерев'яної дошки*, а потім і *чересло* – масивний ніж для відрізання пласта землі [146, с.30-31].

Особливе місце в історії плуга займає руська *соха*, яка сформувалася в умовах існуючого орного хліборобства набагато пізніше рала, наприкінці I-го тисячоліття н.е., і використовувалась для оранки ґрунту селянами північно-західних і центральних районів Росії до початку XX століття. Деякі дослідники запевняють, що зародилась соха не від рала, а від так званої *суковатки* – відрізка верхньої частини ялини довжиною три метри з боковими гілками довжиною 50-70 см. У давнину *соху* називали *ралом* і лише з XIV ст. слово “рало” було витіснено словом “соха” [122, с.157-159].

Рало – знаряддя однозубе, а соха – дво- або багатозубе. Ці два знаряддя відрізняються від плуга відсутністю *полоза*, тобто *підкови*, і стрімкістю установки робочих органів [145, с.57].

Основа конструкції сохи – прорізом роздвоєна до низу дерев'яна пластина – *розсоха*. Нижній кінець розсохи мав окремі два, три або п'ять сошників, на які насаджувалися залізні наконечники – *наральники* (рис. 3.1).

При щорічному обробітку поля виникла необхідність не просто розпушувати ґрунт, а й зміщувати його шар. Тоді до двозубої сохи приладнали простий пристрій у вигляді невеликої лопатки – *полиці*. Змінюючи нахил її вправо або вліво, можна було спрямовувати шар ґрунту, що давало змогу вести оранку слід у слід, повертаючи і спрямовуючи коня в щойно виконану борозну, й обходитись без звальних і розвальних борозен. Це – праобраз сучасної гладенької оранки, але орати сохою можна було на глибину не більше 12 см.

Історики вважають, що соху з використанням запряжних тварин застосовували на території Київської Русі ще з часів трипільської культури, з III-II тисячоліття до н.е. [159, с.59-67; 146, с.35]. В Україні у XVIII – XIX ст. соха, як орне знаряддя, була в основному поширена на Поліссі, поряд із плугом – на Лівобережжі, частково в Центральній Україні і за конструктивними особливостями поділялася на два великих типи: безпередкова – переважно з не переставною полицею із залізним сошником і модифікована – переважно передкова [31, с.56-63; 32;].

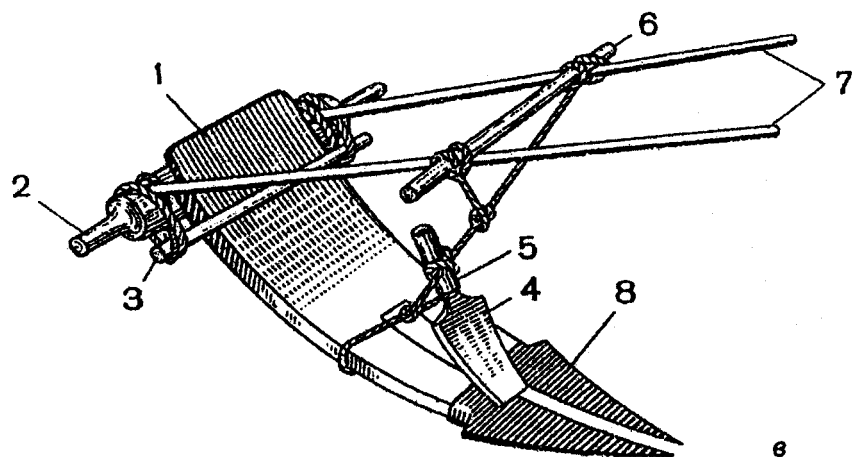


Рис. 3.1. Стародавнє ґрунтообробне знаряддя – російська соха з пере-  
кладною полицею (1 – розсоха, 2 – руків'я, 3 – валок, 4 – полиця, 5 –  
стужень, 6 – поперечина, 7 – гряділь, 8 – сошник)

В історії розвитку орних знарядь є ще одне – *косуля*, назва якої по-  
ходить від скошених в один бік її робочих органів. Вона мала нерухому  
увігнуту полицю й ніж для відрізання шару ґрунту збоку. Косуля значно  
відрізнялася від сохи, але нагадувала плуг. З переселенням людей із пів-  
нічних районів Росії на південь і схід країни – на безмежні степові про-  
стори, почалось освоєння цілинних земель. Тому на півдні більше ви-  
користовували не косулю, а “сабан” (рис. 3.2, а) [146, с.36].

Степовий “малоросійський” (“український”) плуг – “сабан”, який  
був поширений на всій території Росії, належить до знарядь первісного  
типу періоду IX століття [159, с.97]. Перший малюнок українського  
плуга зображений в “Учительном евангелии”, надрукованому в Києво-  
Печерській лаврі у 1637 році [32]. Український плуг, як запевняють до-  
слідники хліборобської техніки в Україні, має різні варіанти і форми,  
що проявилось в особливостях його конструкції, форм і розмірів [4,  
с.43-45; 122, с.156]. Він був прототипом при конструюванні так званих  
“колоністських”, “новоросійських” та інших металевих плугів, що ви-  
пускалися заводами Г.І. Гена в Одесі (рис. 3.2, б), а також Дж. Говарда і  
Р. Рансома в Англії [37; 11].

Це було масивне, важке знаряддя майже триметрової довжини, ви-  
готовлене із стовбура дерева з добре розвинутими відростками. З нього  
шляхом найпростіших з'єднань створювалась основа з рукоятками. Нижня і ліва  
сторони основи служили відповідно підосвою й польо-  
вою дошкою знаряддя, тоді як паралельно розміщені та з'єднані між  
собою поперечиною відростки – рукоятками. Дишло робили з іншого  
викривленого дерева і приєднували до лівої рукоятки й основи за до-  
помогою з'єднувального бруса – стовби. Дубову дошку – полицю –  
кріпили до стовби правої рукоятки.

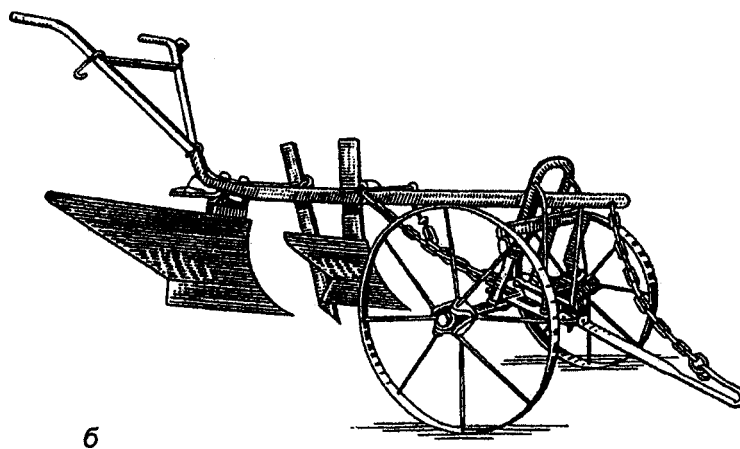
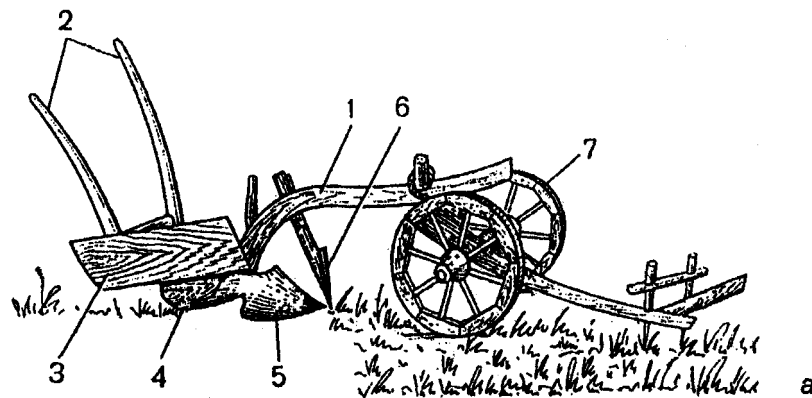


Рис.3.2. Плуги:

- а – український степовий плуг – “сабана” (1 – гряділь, 2 – чепіги (руків’я), 3 – дошка-полиця, 4 – полоз, 5 – леміш, 6 – чересло, 7 – передок);
- б – кінний однокорпусний металевий плуг із передком

Основа українського плуга в передній частині обладнувалася обополоподібним, широким лемешем-сошником, перед яким на гряділі розміщувався чересловий ніж. Ці дві складові сабана виготовлялись залізними ковальським способом із накладними лезами. Колісний передок мав заднє колесо (борозенне) більшого діаметра, а переднє (польове) – меншого і, підпираючи гряділь, з’єднувався з ним ланцюгом або мотузкою. Глибини захвату регулювалася перестановкою заднього кінця гряділя в отвори лівої рукоятки. Запрягали в “сабана” від 2 до 6 коней або 4-8 биків.

Позитивними особливостями “сабана” були наявність у його конструкції горизонтального дерев’яного полоза й достатньо добре перевер-

ртання скиби. Селяни в Україні використовували “сабан” до 20-х років ХХ ст. [37; 146, с.30-31; 159, с.96-97; 163].

### **3.2. Конструктивні удосконалення плуга вітчизняними майстровими**

Зміна конструктивних особливостей плуга в Україні має свою історію. Саме вона, як південний район Росії, стала головним центром плугобудування і сільськогосподарського машинобудування в цілому. Тернистим виявився багатівіковий землеробський шлях нашого народу.

Щоб задовольнити внутрішні потреби й вийти на зовнішній ринок із конкурентоспроможною сільськогосподарською технікою, українські машинобудівники глибоко вивчали закордонне виробництво сільськогосподарських машин, послідовно удосконалювали існуючі машини й розробляли нові конструкції.

На поширення удосконалених плугів у Росії позитивно вплинула діяльність Вільного економічного товариства, створеного в ХVІІІ ст. (1765 р.) за пропозицією М.В. Ломоносова. Численні публікації товариства про плуги, організація виставок і конкурсів на створення найкращого знаряддя з урахуванням вимог сільських господарів сприяли активному удосконаленню й поширенню плугів [138, с.40].

У 1805 р. в Росії вперше були організовані конкурсні випробування вітчизняних й іноземних плугів. наприкінці 20-х років ХІХ ст. Товариство сільського господарства південної Росії (Україна) проводило подібні конкурсні випробування. Пізніше, у 1840 р., це ж товариство під Одесою, провівши випробування, визнало кращими українські передкові плуги конструкції одеського майстрового Лук’яна Рудницького і колоніста Кіндрата Бехтальда. Плуг останнього мав суцільнометалевий корпус [19; 96, с.5-6; 135, с.223; 159, с.100-101].

На повторно проведеному в 1842 р. конкурсі перша та друга премії дісталися одеським майстровим відповідно Трохиму Петренко за передковий плуг для двох пар волів, який був найлегший і зручніший у керуванні, пристосованіший для ремонту, та Івану Кургану за безпередковий плуг, що був найміцніший і придатний для оранки як цілинної, так і освоєної землі [96, с.6; 159, с.101].

Подальше удосконалення конструкції російського плуга з низьким передком здійснювалося в майстернях київського поміщика, графа А.А. Бобринського у Смілі Київської губернії та на заводі братів Донських у Миколаєві. Але особливий слід в історії розвитку плуга залишили Георгій Ген, який з 1844 р. виготовляв плуги з низьким передком, та його син Іван Ген, що став у 1854 р. засновником першого в Росії плугобудівного заводу в Одесі. Саме на цих підприємствах і був остаточно відпрацьований до 1875 року “колоністський” плуг з низьким двоколісним передком із спеціальним сідлом, на який опирався вигнутий гряділь,

що виготовлявся спершу з ясеня, а згодом із сталі спеціального профілю (двотавр). Передок з'єднувався з плугом ланцюгом [96, с.6; 120, с.101; 135, с.12].

Копії “колоністського” плуга під назвою “Cosak”, “Oeconom” і т. п. виготовлялися на німецьких фірмах Г. Еккерта, Р. Сакка та ін., які експортувались у Росію. Як свого часу “колоністський” плуг слугував англійським підприємцям Р. Рансому і Дж. Говарду прототипом для створення ними “англо-болгарського” плуга, так поява їх плуга в Росії надихнула І.Г. Гена розробити досконаліший “новоросійський” плуг, в якому були поліпшені робочі органи, видозмінений передок, стійка жорстко з'єднувалася з гряділем, і глибина оранки регулювалася переміщенням коліс передка [138, с.40; 96, с.7].

Конструктивна особливість “колоністського” і “новоросійського” плугів полягала в тому, що мали вони своєї форми напівгвинтові й комбіновані полиці, а леміш, виконаний як одне ціле з підшовою, був похило установлений до дна борозни і мав збільшену ширину захвату (від 22 до 27 см). Це забезпечувало успішну роботу плугів на цілинних і перелогових землях, на важких, задернілих і висохлих ґрунтах, характерних для України. Глибина оранки (до 18 см) регулювалася зміною нахилу гряділя з допомогою гайки-барашка, нагвинчуваної на прикріпленій до стійки гвинт. Для оранки “новоросійським” плугом треба було 2-3 коня або 2 пари волів [159, с.102; 96, с.7].

Для роботи на легких ґрунтах у 30-х роках ХІХ століття була створена конструкція безпередкового (висячого) плуга в майстернях волинського маєтку Ожарського, до 1853 р. таких плугів було вже дві з половиною тисячі. Вони були поширені не тільки в поміщицьких, а й у заможних селянських господарствах, що на той час було великою рідкістю [96, с.10].

У 40-50-х роках ХІХ ст. починається диференціація ґрунтообробних знарядь. Для забезпечення більш глибокої оранки (до 30 см.), кращого перевертання й розпушування скиби ґрунту, а також збільшення продуктивності праці виготовлялись двоярусні плуги Романом Циховським, які були визнані кращими порівняно із двоярусними плугами Р. Сакка і Г. Еккерта, плуги з ґрунтопоглиблювачами А. Баженовим і А.А. Бобринським, з передплужниками, багатолемішні окучники і т.д., навіть з пристроєм для кращого приорування гною.

Останній сконструйований у маєтку Кеніга Харківської губернії. Пристрій мав форму лапи, на стояку якої вільно оберталася втулка, що знизу прикривалася лемішком лапи. Лапа кріпилася до гряділя перед кожним корпусом спереду ножа балансирного плуга для парової тяги (за системою Фаулера). При оранці лапа відрізала частину скиби ґрунту, піднятої полицею, і спрямовувала на втулку, а втулка, прокручую-

чись, вкидала на дно борозни верхівку скиби з гноєм раніше, ніж обернеться вся скиба.

Для бурякосійних районів А.А. Бобринський у 50-х роках сконструював глибокоорний плуг, який забезпечував добру якість оранки і був визнаний кращим у степовій зоні України [159, с.103; 96, с.9; 97, с.240; 63, с.306]. Надихнув його на створення удосконаленого знаряддя плуг німецького коваля Р. Сакка, випадково придбаний у Києві. Влітку 1857 року граф А.А. Бобринський відвідав Р. Сакка і зробив замовлення на 120 плугів його моделі за умови, що ці плуги будуть виготовлятися в Англії, оскільки сільська кузня Р. Сакка не була пристосована для такого виробництва. Замовлення було виконано. Р. Сакк, заохочений нашим земляком, заснував у 1863 р. в Лейпцігу власний плугобудівний завод [19; 62; 64, с.562].

Плуги з високим передком культурного типу (самоходи) виготовлялись українськими машинобудівниками за зразком плуга Р. Сакка, але з деякими конструктивними змінами з урахуванням місцевих умов. На цих плугах були встановлені полиці культурного або напівгвинтового типу [159, с.102].

Особливих успіхів досяг в удосконаленні орних знарядь київський поміщик, князь В.І. Васильчиков. Ним розроблено оригінальний парокінний суцільнометалевий безпередковий плуг із рухадловою полицею і виступаючим лезом польової дошки замість ножа. У подальшому цей плуг слугував прототипом для створення власних зразків як місцевим ковалям-кустарям, так і деяким машинобудівним заводам [96, с.11].

У першій половині ХІХ ст. в Україні використовувалися багатокорпусні плуги з дерев'яною рамою – це трикорпусний плуг із високими плужними корпусами під назвою “плуг Алле” на честь його автора – інженера Алле – механіка Карловської економії в Полтавській губернії. Для українських господарів цей плуг був простий, міцний і дешевий. У результаті випробувань у 1876 р. конструктору присуджено золоту медаль. Згодом “плуг Алле” удосконалив завод Г. Еккерта в Берліні, змінивши дерев'яну раму залізною і обладнавши механізмом підйому [96, с.14; 157; 111]. Із багатокорпусних плугів найпоширенішими були і двокорпусні кінні плуги, вдала конструкція яких належить заводу Е. Мельгозе в Харкові [96, с.15]

Заводи братів Донських у Миколаєві і І. Гена в Одесі виготовляли за іноземними зразками, але з деякими конструктивними змінами дво-, чотирикінні двокорпусні триколісні плуги з важільним підйомом, що були популярними на Україні, Північному Кавказі, Нижньому Поволжі. Ці плуги мали полиці різного типу, ними орали на глибину до 15 см при ширині захвату до 44 см. На Всеросійській виставці – конкурсі в 1882 р. у Москві кращі багатокорпусні плуги різних типів, виготовлених на заводах Росії, не лише поступалися плугам іноземних фірм



Рансона, Говарда, Еккерта та ін., але в ряді випадків перевершували їх за якістю роботи, оскільки були пристосованішими до місцевих умов і конструктивно раціональнішими. Зокрема, російські багатокорпусні плуги поряд з раціональними підйомними механізмами мали більш високі стійки і більшу відстань між корпусами, внаслідок чого вони менше забивалися при оранці.

Кращі зразки трикорпусних плугів випускались на заводі І. Гена в Одесі, однак не набули поширення, а застосовувались переважно в бурякосійних районах України [96, с.17].

Особливе місце серед численних ґрунтообробних знарядь займали три-, шестикорпусні плуги – *буккери*, які з'явилися на Україні в поселеннях німців-колоністів. *Буккер* – один із різновидів стародавнього південноросійського плуга з похило розташованими лемешами, що полегшувало оранку сухих ґрунтів. Буккери часто випускалися в комбінації із сівалкою і називалися посівозаорювачами. Такий агрегат виконував неглибоку оранку на глибину 12-14 см і сівбу запряженими 4 – 6 биками чи конями. За 6-8 років перед Першою світовою війною в Росії щорічно виготовлялось у середньому до 100 тис. буккерів разом із посівозаорювачами. Російські вчені В.Р. Вільямс, П.А. Костишев, К.А. Тімірязев різко засуджували застосування буккера через неглибоку оранку [146, с.32; 96, с.17-18].

Будова *дискових* плугів, не мала переваг перед передковими, тому вони не були поширені в Росії, хоч при випробуваннях показали добрі результати. Конструктором першого дискового плуга в 1891 р. був землевласник Київської губернії В.І. Піхно [69, с.1006], а через рік іншу конструкцію дискового плуга запропонував землевласник Волинської губернії Н.Ф. Камінський. У продаж дискові кінні плуги ненадходили. Лише в 1906 р. завод “Росія” в Олександрії Катеринославської губернії випустив невелику партію цих плугів.

Не прижились в Україні й оборотні кінні плуги. Селянська біднота на своїх мізерних наділах обходилася сохами, а заможні землевласники їх ігнорували. Невелика кількість оборотних плугів вироблялась лише на заводі Е. Ліпгарта в Москві [96, с.19]

Між тим під впливом зростання цін на сільськогосподарські продукти і завдяки земській та урядовій агрономічній діяльності вже в другій половині 90-х років XIX ст. попит на плуги вітчизняного виробництва швидко зростав, досягаючи розмірів масового попиту виключно на удосконалені знаряддя обробітку ґрунту.

Початок XX ст. характеризувався не лише значним розширенням виробництва, а й подальшим удосконаленням раніше розроблених конструкцій, а також створенням нових типів сільськогосподарських машин і знарядь. Поряд із плугом збіднілі селяни шанували і бережливо використовували й старе землеробське знаряддя.

Отже, панівними орними знаряддями українців були рало й дерев'яний плуг, про який згадується є в “Повести временных лет”. Можна назвати три характерні його різновиди:

- традиційні дерев'яні плуги на колісному передку із залізним лемешем і череслом, найбільш поширені приблизно до 80-90-х років XIX ст.;
- модифіковані традиційні плуги, що стають панівним різновидом у селянському господарстві наприкінці XIX–початку XX ст.;
- заводські плуги, які починають широко застосовуватись на більшості території України на початку XX століття [31, с.31-56].

Згідно з даними перепису 1910 року, в сільському господарстві Росії налічувалось 7,8 млн. сох, 4 млн. косуль, 2,2 млн. дерев'яних і 4,2 млн. залізних плугів [160, 141, 107].

Загальне заводське виробництво плугів у Росії, не враховуючи кустарне, у 1911 р. становило приблизно 650 тис. штук. Основний центр плугобудування – це Херсонська, Катеринославська, Таврійська і Бессарабська губернії, а також Донецька область, де у 1911 р. було виготовлено до 200 тис. різноманітних плугів і буккерів, тобто третину обсягу російського виробництва, зокрема тільки в Херсонській губернії було виготовлено до 117 тис. штук. Із загальної кількості плугів однолемішних було виготовлено 138 тис. штук, багатолемішних і буккерів – 62 тис. Як відомо, ще з 70-х років XIX ст. в Україні було налагоджено заводський випуск “колоністських” плугів, особлива заслуга в розробці яких належить І. Гену й англійським конструкторам Дж. Говарду та Р. Рансому. Згадані губернії України (Новоросія) розвинули виробництво важких, порівняно дорогих, плугів – певною мірою видозмінених копій зарубіжних плугів Р. Сакка. Попит на плуги був задоволений не тільки в Україні, а й у великій кількості їх вивозили в південно-західні губернії, на Поволжя, Кавказ і в Сибір [26, с.51-52].

### **3.3. Етапи розвитку плугобудування в Україні**

Виробництво удосконалених землеробських знарядь і сільськогосподарських машин в Україні розпочалося наприкінці 30-х років XIX століття в механічних закладах і майстернях, які були відкриті в 1832-1862 рр.: Заславського – в Катеринославі, Шумана – у Слов'янському повіті, Яхненка і Смирєнка – у Млієві Київської губернії, Ріхтера – в Ромнах (1835 р.), Бобринського – у Смілі (1840 р.), Кандиби – в Чернігівській губернії (1841 р.), Потьомкіна – у Кременчузі (1841-1842 рр.), де виготовлялись сільськогосподарські машини й обладнання для цукрових, винокурних й інших заводів, Дорофа – у Волинській губернії (1846 р.), Менцеля – в Білій Церкві (1850 р.), Леппа і Вальмана – в Хортиці (1852 р.), І. Гена – в Одесі (1854 р.), Унтера – в Хортиці (1859 р.), Гельферіх-Саде – в Харкові, Грієвза – в Бердянську та ін. Аналогічні

майстерні, на базі яких згодом виникали заводи, відкривались і в інших місцях України [135, с.7-8; 22].

Перша сільськогосподарська майстерня була відкрита в 1802-1803 рр. Вільсоном у Москві, проте в Україні станом на початок 1843 року налічувалося вже 10 механічних підприємств з виробництва сільськогосподарських машин [93, с.193; 150, с.102]. Особливою популярністю користувалися удосконалені Георгієм та Іваном Генами вітчизняні плуги, випуск яких в 1844 р. вони розпочали у своїх майстернях. Син продовжив справу батька, заснувавши в 1854 р. в Одесі перший плугобудівний завод [159, с.106].

Практично до реформи 1861 року в Росії не було власного сільськогосподарського машинобудування. Існуючі заводи й майстерні виготовляли окремі машини за зарубіжними зразками. Західно-європейське машинобудування інтенсивно працювало на широкий російський ринок, виробляючи знаряддя і машини, пристосовані до умов Росії й України. Основними постачальниками ґрунтообробних машин були німецькі заводи Г. Еккерта і Р. Сакка. З 1857 р. іноземні фірми безмитно ввозили продукцію (машини, залізо, чавун), відкривали свої представництва, створюючи при них склади й майстерні з ремонту сільськогосподарської техніки, на базі яких виникали великі заводи, що виготовляли сільськогосподарські машини спочатку за іноземними, а потім і за власними зразками. У 1861 р. в Росії налічувалося 24 склади із продажу сільськогосподарських машин і знарядь. Все це створювало конкуренцію російському сільськогосподарському машинобудуванню, що стала могутнім поштовхом розвитку останнього [150, с.102; 93, с.195; 137].

Так, при сприянні іноземного капіталу механічні майстерні при складах перетворювались на великі заводи. У період 1864-1880 рр. виникають такі заводи: Я. Гена – в Одесі (1865 р.); Краузе і Бургардта – в Єлизаветграді (1868 р.); П. Тіссена (1870 р.), Румпеля (1872 р.) і Гільденбранда (1874 р.) – в Хортиці; Билинно-Фендеріха – в Одесі й Мельгозе – в Харкові (1873 р.); Жейнова – в Бердянську і Мерецького – в Новій Олександрії (1875 р.) [6; 3, с.197; 4, с.103; 16, с.10; 22].

Внутрішнє виробництво сільськогосподарських машин продовжувало поступово й неухильно зростати, концентруватись і розширюватись. Дрібні господарства, не витримуючи конкуренції, ліквідовувались [150, с.103].

З кінця 70-х до 1885 р. – *другий* період, період бурхливого розвитку і впровадження в землеробство сільськогосподарських машин, який характеризується надзвичайно швидким збільшенням обсягів увезеної іноземної техніки і зростанням внутрішнього виробництва, але в дещо менших обсягах порівняно з імпортом.

Особливо високого рівня розвитку капіталізму в Україні досягли два райони - Південь і Правобережжя, де масштаби технічного прогресу

су й рівень енергооснащеності були вищими, ніж у цілому в Росії. Цьому сприяло надання приватного сільськогосподарського кредиту земським Херсонським банком, заснованим у 1864 р., операції якого поширювались на увесь Південь України. У цих районах наприкінці 60-х і протягом 70-80-х років, в умовах швидкого зростання внутрішнього і зовнішнього ринку, із застосуванням машин збільшувався валовий збір продукції землеробства і зменшувалися витрати виробництва, і, як результат, збільшувало прибутковість господарств. Вершиною технічного прогресу в сільському господарстві було застосування парових плугів і парових молотарок.

Успіхи українських виробників засвідчила і Всеросійська виставка в 1870 р., в якій взяли участь п'ять закладів сільськогосподарського машинобудування з Харківської, Херсонської, Полтавської губерній, які експонували 9 зразків сільськогосподарських машин власного виробництва [93, с.195].

Особливого розвитку набуло сільськогосподарське машинобудування на Півдні України, зокрема на Хортиці під Олександрівськом, де починають діяти 5 машинобудівних заводів. Найбільшим з них був завод Леппа і Вальмана, який перетворився з майстерні в механічне підприємство, а найпотужнішим – плугобудівний завод І. Гена в Одесі, який швидкими темпами, налагодивши своє виробництво і незважаючи на наявність 6 складів іноземних машин, що знаходилися в місті, у 1880 р. виготовив 563 металеві плуги, у 1881 р. – 976, а в 1882 р. – більше 3000. На початку ХХ ст. він вже випускав 60-75 тис. плугів щорічно, перетворившись у найпотужніший завод Росії з випуску плугів. Широке виробництво двокорпусних плугів власної конструкції розгорнув і завод Е. Мельгозе у Харкові [93, с.197].

У 1880 р. в Росії налічувалось 340 вітчизняних підприємств, в основному мануфактурного типу, де виготовляли поряд з іншою продукцією і сільськогосподарські машини та знаряддя, в Прибалтиці, Польщі, Московській губернії, але головним центром машинобудування була Україна, де виробництво зростало швидкими темпами: лише за чотири роки (1876–1879 рр.) воно зросло майже на 80% [135, с.8; 150, с.102-103; 93, с.198].

В Україні у 1880 р. було 58 машинобудівних закладів, серед них 29 – фабричного типу, 9 – у поміщицьких маєтках, які виготовляли знаряддя і машини, в основному для власних потреб, решта – кустарні майстерні. Однак всі машини, що вироблялися в цей період, були розраховані на силу тяги тварини, адже парових локомотивів і сільськогосподарських машин із паровими двигунами в Україні не виробляли [93, с.198-200; 135, с.10].

Отже, характерною особливістю, результатом *другого* періоду було створення в Україні великого сільськогосподарського машинобуду-

вання як самостійної галузі промисловості й перетворення України на один із центрів цього виробництва всеросійського значення [93, с.196].

*Третій* період – з 1885 до початку 90-х років. Для цього періоду характерне:

- значне скорочення імпорту сільськогосподарських машин внаслідок тарифу 1885 року, що встановив мито на ввезені іноземні машини в розмірі 50 коп. золотом з пуда і 70 коп. – у 1887 р.;

- зниження темпів розвитку сільськогосподарського машинобудування внаслідок сільськогосподарської кризи, що почалася саме в цей час; встановлення високого мита на імпортний метал і позбавлення машинобудівних заводів пільг безмитного завезення металу для виробничих потреб; високих цін на метал всередині країни, що у 2-3 рази перевищували західноєвропейські;

- підвищення цін виробниками на вітчизняні плуги порівняно з цінами на продукцію іноземних фірм, що знизило попит на них на внутрішньому ринку.

У 90-х роках ХІХ ст. внутрішнє сільськогосподарське машинобудування Росії почало вже удвічі перевищувало завезення сільськогосподарської техніки з-за кордону, про що свідчать дані табл. 3.1 [22, 93, с.201].

Таблиця 3.1

**Внутрішнє виробництво та імпорт плугів по роках**

Роки	Внутрішнє виробництво, тис. крб.	Імпорт, тис. крб.
1878	3204	2957
1888	5170	2448
1894	9607	4724

Центри сільськогосподарського машинобудування з Польщі і Прибалтики переміщуються в Україну внаслідок розвитку тут на початку 90-х років ХІХ ст. металургійної бази – в Донбасі та Придніпров'ї, залізничного сполучення, наявності широкого місцевого ринку на Півдні України. Поряд із Катеринославщиною на Півдні з'являється новий район сільськогосподарського машинобудування – Таврія. В Україні в цей період діють крім вище вказаних такі великі заводи, як Менцеля – в Білій Церкві, Бобринського – у Смілі, Лільпопа-Рау – у Славуті, Рестеля та Гена – в Одесі, Копа – на Хортиці, Прянишникова – в Харкові, Донських – у Миколаєві та ін. [135, с.10; 22; 97, с.230-248].

За таких умов у 1889 р. за питомою вагою орних земель, оброблюваних машинами, українські губернії перевищували інші губернії Європейської Росії за посівом у 3-4 рази, за збиранням зерна – в 2-3 рази, за молотьбою і віянням – у 1,5 рази [93, с.190].

*Четвертий* період у машинобудуванні України розпочався з 90-х років. У цей період поряд із завезенням імпортних сільськогосподарських машин збільшувався попит на машини вітчизняного виробництва. Цьому сприяло зниження цін на них у 90-х роках завдяки механізації виробничих процесів на заводах-виробниках, здешевлення прокату й чавуну, появі на ринку металу необхідних для сільськогосподарських машин і знарядь марок і профілів [93, с.203; 97, с.246]. Дрібні підприємства Київщини, Полтавщини, Чернігівщини припиняли виробничу діяльність, кількість нових великих заводів у Харківській губернії та на Півдні зростала, а існуючі заводи збільшували свої потужності. У 1894 р. в Росії налічувалось 193 заводи сільськогосподарського машинобудування, з них 82 – в Україні, вартість продукції яких з 1891 по 1894 р. зросла від 3 до 8 млн. крб, тобто 9/10 продукції всієї Росії. Завод Фендеріха в Одесі вперше в Україні розпочинає виробництво локомотивів [135, с.10; 150, с.104; 93, с.204].

Внаслідок цього питома вага Півдня у загальноукраїнському виробництві сільськогосподарських машин на середину 90-х років досягла 90%, а України в загальноросійському - становила близько 70%. Південь став головним районом виробництва плугів і основних сільськогосподарських машин, особливо Херсонська й Катеринославська губернії. У 1894–1895 рр., порівняно з 1879 р., виробництво плугів зросло майже у 16 разів [5; 135, с.10; 87; 93, с.204-206]. Статистичні дані 1910 р. (табл. 3.2) підтверджують вищезазначені тенденції.

Таким чином, на межі тисячоліть, у період становлення монополістичного капіталізму одним із результатів здійснення технічної революції в Україні було створення внутрішнього сільськогосподарського машинобудування як самостійної галузі великої машинної індустрії. Це забезпечило успішне впровадження в землеробство Півдня сільськогосподарських машин закордонного і вітчизняного виробництва в масштабах значно більших, ніж у цілому по країні. Україна перетворилася на *головний район* сільськогосподарського машинобудування всеросійського значення, стала основним виробником та споживачем сільськогосподарської продукції, відомим у світі.

Продукцію машинобудівних заводів у великій кількості продавали на ярмарках, але наприкінці 80-х – початку 90-х років XIX ст., широких масштабів набуває постійна торгівля через мережу комерційних складів сільськогосподарських машин, яких лише на Півдні України в 90-х роках налічувалось 123. Деякі із цих складів знаходились при машинобудівних заводах, але прогресивнішу роль відігравали земські склади, що розпочали свою діяльність на Лівобережжі та Півдні України.

Таблиця 3.2

Наявність плугів по губерніях України у 1910 р., тис. шт. [141, 160].

Губернія	Грунтообробні знаряддя					
	Сохи	Косулі	Плуги		Інші удосконалені знаряддя	Усього
			дерев'яні	залізні		
Київська	33,2	1,4	59,5	163,4	30,7	288,2
Подільська	37,7	0,7	65,4	169,7	27,1	300,6
Волинська	27,9	0,2	87,3	54,7	3,2	173,3
Харківська	39,7	1,8	5,3	219,8	16,8	283,4
Чернігівська	55,1	1,2	76,6	209,7	2,0	344,6
Полтавська	14,5	1,2	11	223,5	22,8	273
Херсонська	2,3	22,7	11,4	248,9	54,2	339,5
Таврійська	3,9	0,4	9,7	103,7	47,3	165,0
Катеринославська	0,1	4,2	3,1	238,5	76,3	322,2
Обл. війська Донського	15,5	7,5	3,6	287,8	60,4	374,8
Разом	229,9	41,3	332,9	1919,7	340,8	2864,6

Перший в Україні комісіонерський земський склад сільськогосподарських машин був відкритий у 1887 р. у Золотоніському повіті Полтавської губернії. Земства, як оптові покупці, що налагодили безпосередні зв'язки із закордонними й вітчизняними заводами, могли значно знизити ринкову вартість машин (від 15 до 40%); маючи своїх спеціалістів, брали на комісію машини кращої якості; продавали знаряддя і машини в кредит; звільняли споживачів від численних агентів і посередників. Проте і земські склади обслуговували переважно поміщицькі економії та сільську буржуазію [22; 93, с.206-207].

Здешевлення металу й можливість виготовляти на російських заводах різноманітні та спеціально пристосовані для потреб сільськогосподарського машинобудування сортаменти заліза і сталі сприяли поліпшенню якості машин і знарядь. Спеціальні профілі грядільної й лемішної сталі, пристосовані для виробництва плугів, постачались майже всіма металургійними заводами. Більшість заводів, що випускали сталі гряділі, користувалися 4-5 профілями.

Слід відзначити, що дуже багато комплектуючих елементів землеробських машин і знарядь виготовляли із металу закордонного виробництва. Наприкінці XIX ст. у Росії вже було налагоджено виробництво деяких частин землеробських машин, тобто запасних частин.

Основним постачальником плугів у Росію була, звичайно, Німеччина, про що свідчать дані табл. 3.3, а показники табл. 3.4 відображають загальну картину завезення плугів у Росію державами – постачальниками.

Таблиця 3.3

**Завезення плугів із-за кордону [11]**

Роки	Кількість, шт.	У т. ч. із Німеччини, шт. і відсоток
1908	818346	698251 (85,8%)
1909	750278	651707 (86,8%)
1910	972540	884085 (90,9%)
1911	833209	75672 (90,6%)
1912	865436	718275 (82,7%)
1913	1179000	–

Таблиця 3.4

**Завезення в Росію плугів державами–постачальниками впродовж 1907-1912 рр., крб. [26]**

Роки	Австро-Угорщина	Великобританія	Німеччина	Сполучені Штати Америки	Швеція	Інші держави	Усього
1907	236014	47040	2974231	302070	10550	17132	3587067
1908	362308	108250	3553961	235280	10565	22880	4293244
1909	283015	18975	2402652	87408	24490	42995	2859535
1910	279450	20110	3686579	13480	19785	25433	4044837
1911	221156	21091	2570040	29483	31075	17504	2890349
1912	-	-	-	-	-	-	3467000

За статистичними даними 1913 р. із загальної кількості сільськогосподарських машин (за вартістю) 44% постачалось в Росію з-за кордону, 41% випускалось південними заводами України і лише 15% вироблялось в інших районах Росії, переважно в кустарних майстернях [4, с.106]. Отже, сільськогосподарське машинобудування в Україні за обсягом виробництва займало перше місце в російському машинобудуванні: на 177 її заводах вироблялось 61,3% загального випуску сільськогосподарських машин у Росії, в тому числі 57% плугів і т. д. [80].



Розглянутий період розвитку плугобудування – це період зародження і становлення масового заводського виробництва в Україні сільськогосподарських машин, у тому числі й плугів, який хронологічно налічує п'ять етапів (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Етапи розвитку плугобудування в Україні в ХІХ – на початку ХХ століття**

Етапи	Назва етапу	Характерні особливості	Примітка
1	2	3	4
I	Зародження плугобудування (1832-1862)	Поява перших машинобудівних майстерень і заводів: Заславського – в Катеринославі; Шумана – у Слов'янському повіті; Яхненка і Симиренка – у Млієві Київської губернії; Милорадовича – в Рибцах на Полтавщині; Ріхтера – в Ромнах (1835 р.); Бобринського – у Смілі (1840 р.); Кандиби – під Конотопом (1841 р.); Потьомкіна – у Кременчуку (1841-1842 рр.); Дорафа – у Волинській губернії (1846 р.); Менцеля – в Білій Церкві (1850 р.); Леппа і Вальмана – в Хортиці (1852 р.); Гена – в Одесі (1854 р.); Унтера – в Хортиці (1859 р.); Гельферіх-Саде – в Харкові; Грієвза – в Бердянську. З 1857 року безмитне завезення машин, заліза, чавуну. Відкриття складів іноземних машин і ремонтних майстерень при них. Скасування кріпосного права в 1861 році.	[22] [90] [93] [135] [150]
II	Інтенсивний розвиток плугобудування (1862-1881)	Розширення вітчизняного машинобудування завдяки урядовому виділенню субсидій і кредитів. Збільшення кількості машинобудівних підприємств у 7 разів (усього налічувалось 58), в т. ч.: Я.Гена – в Одесі (1865 р.); Краузе і Бургардта – в Єлизаветграді (1868 р.); Тіссена (1870 р.), Румпеля (1872 р.) і Гільденбранда (1874 р.) – в Хортиці; Билинно-Фендеріха – в Одесі й Мельгозе – в Харкові (1873 р.); Жейнова – в Бердянську і Мерецького – в Новій Олександрії (1875 р.); братів Ельворті – в Єлизаветграді	[22] [90] [93] [150]

		(1879 р.). Створення сільськогосподарського машинобудування як самостійної галузі промисловості.	
III	Криза галузі (1881-1885)	Введення митного тарифу на імпортні сільськогосподарські машини і метал. Подорожчання вітчизняного металу. Обґрунтоване підвищення цін виробника-ми на вітчизняні плуги порівняно з цінами на продукцію іноземних фірм, що знизило попит на них на внутрішньому ринку. Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування уповільнилось.	[22] [90] [93]
IV	Відновлення галузі (1885-1894)	Збільшення митного тарифу, що скоротило імпорту сільськогосподарських машин майже в 2,5 рази. Створення 123 комерційних складів. Розвиток власної металургійної бази в Донбасі та Придніпров'ї й розширення місцевого ринку. Вітчизняне виробництво удвічі перевищує імпорту. З'явився новий район сільськогосподарського машинобудування – Таврія та такі заводи, як Лільпопа-Рау – у Славути, Рестеля – в Одесі, Копа – на Хортиці, Прянішнікова – в Харкові, Донських – у Миколаєві і т.д. Створення наукових центрів – Харківського технологічного і Київського політехнічного інститутів.	[22] [93] [97] [135]
V	Досягнення світового рівня галузі (1894-1913)	Наявність 82 машинобудівних підприємств. Уведення диференційованого митного тарифу (безмитно завозилась лише та продукція, яка не виготовлялась у Росії). Планове завезення плугів із-за кордону. Випуск запасних частин і комплектуючих виробів. Внутрішнє виробництво плугів зросло в 16 разів і стало конкурентоспроможним. Зниження собівартості вітчизняних плугів, що збільшило попит на них.	[22] [90] [93] [135] [150]

Поряд із технічними досягненнями плугобудування в Україні спостерігались і певні недоліки об'єктивного характеру, що гальмувало технічний прогрес. Причиною гальмування застосування технічних розробок, механізованих процесів у сільському господарстві була недосконала й невважена технічна політика царського уряду. За існуючими у Росії законами винахідник, якщо він бажав одержати привілею, тобто право на промислове виробництво своєї машини, мав внести в казну

мито – декілька сот, а іноді й тисяч карбованців. Внести таку суму могли тільки деякі вітчизняні механіки. Такі закони були вигідними тільки іноземним підприємцям, які мали в Росії свої заводи сільськогосподарського машинобудування. Винахідники, що не мали коштів, змушені були продавати їм свої проекти [136, с.196].

Крім цього у дореволюційній Росії випускалася занадто обмежена номенклатура сільськогосподарських машин і знарядь, яка налічувала 30-40 найменувань. Зате кількість марок однорідних сільськогосподарських машин обчислювалась сотнями. Причому однорідні за призначенням машини виготовлялись на багатьох заводах, тобто була відсутня спеціалізація підприємств. Так, у 1913 р. плуги випускались на 266 підприємствах Росії: 567 тис. однокорпусних кінних і 172 тис. багатокорпусних плугів. Обсяг експорту сільськогосподарських машин був незначний. У період Першої світової війни виробництво сільськогосподарських машин у країні значно скоротилось і до 1917 р. не досягало рівня 80-х років XIX ст. [29; 150; 93, с.105].

Була занадто низькою й енергетична база машинобудування дореволюційної Росії. У 1913 р. в сільськогосподарському машинобудуванні півдня Росії експлуатувались 142 двигуни, із них 87 парових, 24 локомотиві, 12 нафтових, 9 газогенераторів, 7 електродвигунів, 3 керосино-бензинових. Енергія від двигуна передавалась системою пасів. Індивідуальний привод на верстатах був рідкісним явищем. Механічний обробіток здійснювався в основному на токарних і свердлильних імпортованих верстатах. Кінцеві допуски на виготовлення не застосовувались. Технічний рівень більшості заводів і коефіцієнт використання двигунів, верстатів й іншого обладнання були низькими, а питома вага ручної праці внаслідок дешевої робочої сили – дуже високою. Через відсутність власного вітчизняного верстатобудування основне обладнання заводів було морально та фізично застарілим і зношеним [135, с.11-12].

Навіть за таких умов українські машинобудівники без належної урядової підтримки й матеріальної допомоги створили багато нових машин, які користувались попитом на батьківщині та за кордоном.

Відсутність спеціалізації машинобудівних підприємств і наукової організації виробничих процесів вимагала нової соціально-економічної основи для перетворень у галузі сільського господарства й досягнення вищого рівня розвитку вітчизняного сільськогосподарського машинобудування.

Досвід дореволюційного періоду у галузі теоретичних досліджень і конструктивних розробок не втратив свого значення і в наш час. Він потребує ретельнішого вивчення, узагальнення, систематизації, критичного аналізу численнішим колом творчих сил для розвитку науково-технічного прогресу в XXI столітті.

### 3.4. Перші дослідження плуга

Історія науки й техніки, творцями якої є всі народи, висвітлюючи розвиток ідей і рішень, рівною мірою торкається людей – носіїв цих ідей та рішень, з їх особливостями, талантами, науковим світоглядом відповідно до соціально-економічних умов й історичних подій країни, епохи. Вивчаючи історію науки й техніки в певній країні, необхідно, передусім, відзначити творчий внесок наукових діячів у технічний прогрес, у світові знання, вказати на нові шляхи, які вони проклали, на дослідницькі школи, ними започатковані [24].

Заслуги видатних учених, винахідників й інженерів полягають у тому, що вони раніше, ніж інші розуміють технічні потреби виробництва, помічають протиріччя, що виникають у процесі виробництва, і, спираючись на досягнення сучасної їм науки, розробляють рішення, які точніше і найповніше відповідають потребам виробництва і відкривають перспективи подальшого розвитку науки й техніки [71, с.12].

Передові представники творчої технічної думки завжди відзначалися сміливістю й революційністю дерзаних, розмахом і глибиною задумів, прозорливістю, і разом з тим, тверезістю, діловитістю, умінням міцно стояти на ґрунті практики, поєднуючи її з теорією [42, с.476].

Дослідження й випробування ґрунтообробної техніки, зокрема головного знаряддя землероба – плуга, своїм корінням сягає в сиву давнину, коли наші пращури почали усвідомлювати значення цих знарядь в їх житті. Беручись за знаряддя, людина подумки вирішувала як раціональніше використати його. Згодом цим питанням займалися фахівці із землеробства – агрономи.

Першими дослідниками сільськогосподарських машин були талановиті вчені агрономи А.Т. Болотов, І.М. Комов (який був тісно пов'язаний з Україною своїм родовим корінням) і М.Г. Ливанов, які велику увагу приділяли вивченню ґрунтообробної техніки. Знаходячись в Англії з 1776 по 1784 р. і вивчаючи там сільське господарство, М.Г. Ливанов і І.М. Комов ознайомили Росію з англійською системою землеробства.

Відомий вчений у галузі історії землеробства і світової агрономічної думки, агроном-практик С.М. Скорняков [144-146] зазначає, що ще в 1790 р. М.Г. Ливанов під Миколаєвим в Україні організував першу приватну сільськогосподарську школу [126, с.3-6], де в навчальному процесі логічно передбачалось вивчення тогочасної ґрунтообробної техніки.

Книга І.М. Комова (1750-1792) “Про землеробські знаряддя”, опублікована в 1785 р. після повернення з Англії, була першим у Росії друкованим посібником, настановою по сільськогосподарських машинах і знаряддях [110, с.612]. Вдруге книга була перевидана в 1791 р. І.М. Комов надавав великого значення оранці ґрунту, особливо зяблевій. “Від оранки – земля пухкіша і соковитіша стає і від шкідливих для рос-

лин речей позбавляється”, бур’яни будуть “схоронені в землі” і перегниють там [150, с.16-19; 126; 131; 145].

Він один із перших запропонував у 1788 р. двошарову оранку ґрунту однокінними плугами, що йдуть один за одним в одній борозні. Перший плуг зорює ґрунт на глибину 8-10 см, а другий додатково ще глибше приблизно на 10 см. Перший плуг скидав на дно попередньої заглибленої борозни верхню, щільнішу частину дернини, а другий засипав цю дернину разом із рослинними рештками добре розкришеною нижньою частиною орного шару [69, с.175]. При цьому здійснювалось обертання скиби і досить добре розпушування шару ґрунту, що залишився у верхній частині. Однак подвійна оранка на той час була економічно не доцільною і, не знайшовши підтримки землеробів, не прижилась. Не завжди запити суспільства і навіть результати наукових пошуків швидко втілюються в життя. Від задуму до реалізації ідеї іноді проходить чимало часу.

Згодом німецький коваль Г. Еккерт розробив плуг, на одному гряділі якого розміщувались два лемеші: передній – менший (його назвали передплужником) і задній – дещо більший. Таким плугом можна було орати на глибину до 20 сантиметрів і більше. Передплужник укладав верхній задернений шар скиби на дно борозни, а основний корпус плуга накривав його ґрунтом без рослинних залишків.

І лише в 1870 р. (майже через століття) німецький селянин – коваль Р. Сакк налагодив заводське виробництво плугів із передплужниками, який довго називали його ім’ям “універсальний парокінний плуг Сакка” і виконував ті ж функції, про які так мріяв І.М. Комов [101; 144; 145, с.92].

У далекому 1837 р. при утворенні Міністерства державного майна, яке опікувалося розвитком сільського господарства до 1917 року, був створений Вчений комітет – перший державний орган з керівництва науковими установами, до складу якого за 80 років існування входило понад 70 спеціалістів.

Однак цілеспрямоване вивчення сільськогосподарської техніки в Росії бере свій відлік з 1869 року, після створення в Санкт-Петербурзі Імператорського сільськогосподарського музею, в який з усього світу надходила передова сільськогосподарська техніка, тут вона випробовувалась, розроблялись технічна документація та рекомендації щодо її використання й удосконалення. Саме цими питаннями займалися засновник музею Микола Васильович Черняєв, його брат Валер’ян Васильович, другий директор музею Микола Мартинович Сольський. У цьому музеї починали дослідницьку роботу Сергій Миколайович Ленін, Дмитро Дмитрович Арцибашев, Константин Іполітович Дебу [179, с.4].

Наприкінці ХІХ ст. економічний розвиток Росії набув швидких темпів, інтенсивно розвивалися всі галузі, зокрема й сільське господар-

ство. Разом з тим гостро відчувалась нестача інженерів, техніків, агрономів. За офіційними даними 1892 року, з 27132 керуючих фабриками і заводами Росії технічну освіту мали тільки 2076, або 7,5%, вищу спеціальну освіту – менше 1% [68, с.55].

Цією ситуацією скористались іноземні фірми, направляючи своїх фахівців на підприємства Росії, внаслідок чого економіка держави була залежною від іноземного капіталу. Для піднесення економічного розвитку Росії на вищий рівень назріла необхідність вивчення іноземного виробничого досвіду, збільшення чисельності студентів шляхом заснування нових вищих спеціальних технічних шкіл, поліпшення методів викладання, формування вітчизняних кадрів всіх галузей і, звичайно, найважливішої і без сумніву найстарішої в існуванні та розвитку людства галузей – сільського господарства. У цьому особливу зацікавленість виявляла промислова і фінансова буржуазія, підтримувана Міністерством фінансів [77, 172].

Царська влада була змушена через економічні обставини дати згоду на започаткування нових технічних навчальних закладів. Незабаром відкрились нові політехнічні навчальні заклади як найпридатніший тип вищого технічного закладу: Харківський технологічний інституту (1885 р.), Київський політехнічний інститут (1898 р.), Донський політехнічний інститут у Новочеркаську (1907 р.), завдяки чому в 1905 р. вже 25% керівників машинобудівних заводів Росії мали вищу технічну освіту, 50% – середню технічну і нижчу, близько 25% – домашню [95, с.77; 77, с.4; 135, с.18].

Для систематизації даних про сільськогосподарські машини і прогнозування їх використання в Санкт-Петербурзі була створена перша в нашій країні урядова дослідна установа з вивчення сільськогосподарської механіки – Бюро по сільськогосподарській механіці при Вченому комітеті Головного управління Міністерства землеустрою і землеробства (1907-1917 рр.). Очолюване Д.Д. Арцибашевим Бюро за 10 років перетворилося з консультаційного органу при Вченому комітеті в наукову організацію, яка не тільки випробовувала сільськогосподарські машини, але і проводила їх дослідження. До складу Бюро входили також О.О. Алов (професор Ново-Олександрійського інституту сільськогосподарства і лісівництва), В.П. Горячкін (ад'юнкт-професор Московського сільськогосподарського інституту), Г.О. Латишев (професор Харківського технологічного інституту), В.І. Строганов (помічник директора Імператорського сільськогосподарського музею), В.І. Нагібін (завідувач Єлизаветградської машино-дослідної станції), М.П. Соколов (завідувач Ростовської машино-дослідної станції), К.Г. Шіндлер (професор, засновник і завідувач першої в Україні випробувальної станції при Київському політехнічному інституті) та ін. Усі члени і працівники Бюро працювали в ньому без оплати, поєднуючи свої обов'язки в Бюро

з основною роботою [116, с.1-9; 179, с.4]. Бюро складалося з трьох відділів: наукового, довідкового і статистичного.

У завдання наукового відділу входили розробка питань випробування сільськогосподарських машин і знарядь, двигунів та приладів; складання програм випробувань; випробування сільськогосподарських машин і знарядь, а також двигунів і приладів по застосуванню електрики в сільському господарстві; складання щорічних зведень про випробування сільськогосподарських машин у країні і за кордоном; дослідження кустарних виробництв сільгоспмашин; складання зведень літератури із сільськогосподарської механіки; розроблення типів машиновипробувальних станцій; опрацювання програм викладання сільськогосподарської механіки; створення різноманітних посібників для навчальних установ; розробка установок і приладів для охорони праці.

На довідковий відділ покладалося складання довідок щодо застосування машин й економічного їх використання; рекомендації з вибору машин; складання оглядів іноземної літератури, а також повідомлень про патенти. Сучасною мовою довідковий відділ виконував функції інформаційного відділу.

У функції статистичного відділу входили збір відомостей про якість роботи машин по регіонах Росії; статистика їх розповсюдження; вивчення стану торгівлі машинами і стан складів; збір відомостей про заводи і фабрики, а також про кустарне виробництво, про виставки, конкурси, про нещасні випадки при роботі на машинах [179, с.34-35; 130, с.10-19]

У перший рік Бюро змогло організувати спеціальну Комісію з митно-тарифних питань, яка визначала пільгові тарифи на ввезення зарубіжних машин, які не вироблялись у Росії; зосередило свою увагу на створенні машиновипробувальних станцій; провело велику роботу з реорганізації технічної бази торгових складів, організації ремонтних майстерень і замовлень запасних частин до машин та знарядь на російських заводах і т.д.

Для нагромадження систематичних об'єктивних відомостей про ефективність роботи переважно закордонних сільськогосподарських машин ще в 1867 р. було прийнято рішення про створення мережі зональних машинознавчих (у подальшому – машиновипробувальних) станцій [130].

Аграрні питання, якими займалось Бюро по сільськогосподарській механіці з 1907 р., ще раніше привернули увагу директора Київського політехнічного інституту професора Віктора Львовича Кирпичова та творчу вдачу професора Камілла Гавриловича Шіндлера. Практичні питання дослідження й випробування сільськогосподарських машин вони вбачали в тісному сплетінні не тільки з теорією, а й з формуванням і підготовкою кваліфікованих фахівців-аграріїв високого рівня.

Вищезазначене було доведено започаткуванням спеціального курсу сільськогосподарського машинобудування, який читав професор К.Г. Шіндлер, та створенням у 1900 р. першої в Україні випробувальної станції при КПІ, очолюваної її засновником, творцем Київської дослідної школи – все тим же К.Г. Шіндлером, ім'я якого несправедливо забуте співвітчизниками і яке слід повернути з небуття [67].

Професор Київського політехнічного інституту Камілл Гаврилович Шіндлер першим у світовій практиці підготував і в 1902 році видав фундаментальну роботу – атлас сільськогосподарських машин “Политипажи, эскизы и чертежи машин-орудий современного сельскаго хозяйства” під загальною рубрикою “Учение о земледельческих машинах и орудиях”, який став творчим звітом про закордонні відрядження, результатом багаторічних досліджень, цінним матеріалом для обґрунтування подальшої розробки теорії землеробських машин і знарядь, яка на той час ще не була сформованою. Атлас містив 2420 малюнків і 56 таблиць, мав три розділи по машинах-знаряддях для: 1 – обробітку ґрунту, сівби і догляду за рослинами; 2 – збирання врожаю; 3 – обробки врожаю. У ньому широко представлені машини-знаряддя з найдавніших часів до початку ХХ століття: ручні знаряддя обробітку ґрунту, плуги одно- і багатокорпусні, культиватори, сівалки, косарки, жатки-снопов'язалки, картопле- і бурякокопачі, віялки, сортувалки, молотарки, дробарки, зерноплющилки, зернодробарки, соломо- і коренерізки, запарники тощо [17-22, 24, 47, 75, 170].

Професор К.Г. Шіндлер не тільки блискуче узагальнив всі цінні досягнення, а й збагатив набутий досвід власними ґрунтовними знаннями та спостереженнями. Він відповідально, навіть педантично, ставився до вивчення й узагальнення набутого досвіду виробництва і використання землеробської техніки. Все це ґрунтовно, з посиланнями на вище вказаний альбом, висвітлив у своїй монографії “Машини і знаряддя сучасного сільського господарства”, яка побачила світ у 1904 році [168].

Сучасники Камілла Гавриловича не помітили цінності цих його праць, про що свідчить відсутність інформації про них у довідковому каталозі наукових сільськогосподарських книг для агрономічних організацій Харківського видавництва, упорядкованого і складеного Комісією з розповсюдження сільськогосподарських знань при Вільному економічному товаристві в 20-х роках ХХ ст. [158].

Підготовлений професором К.Г. Шіндлером історичний нарис розвитку сільськогосподарських машин, зокрема плуга, навіть через 100 років вражає повнотою охоплення, вміло підібраними ілюстративним матеріалом, який успішно використовувався на початку ХХ ст. у навчальному процесі КПІ як посібник по курсу сільськогосподарського машинобудування і прикладної механіки. Ці історичні наукові надбання були корисними і майбутнім інженерам-механікам, і агрономам. Сам



альбом став історичною, букіністичною цінністю для машинобудування, перлиною в історії науки й техніки, поодинокі примірники якого нині зберігаються в музеях вищих навчальних закладів і бібліотек. Цей науковий скарб має бути доступний широкому загалу й надалі слугувати формуванню інженерної думки, технічних знань спеціалістів-машинобудівників сільськогосподарської галузі України [24].

### **3.5. Започаткування системи випробування сільськогосподарської техніки в Україні**

Історична епоха на межі XIX і XX ст. потребувала людини, яка повинна була дати поштовх у розв'язанні ряду суспільно важливих питань у галузі землеробських машин і знарядь, що не втратили актуальності й нині. Такою людиною в історії науки й техніки став Камілл Гаврилович Шіндлер.

Спираючись на власні спостережень й узагальнення накопиченого досвіду в землеробстві, К.Г. Шіндлер першим збагнув значення і вплив способу механічного обробітку ґрунту й посіву, конструктивних особливостей землеробського знаряддя на продуктивність обробітку ґрунту, урожайність та якість врожаю при даних тотожних умовах [27, 28, 83, 175].

Керований глибоким переконанням в необхідності практичного застосування теорії, дійшов висновку про доцільність заснування станції випробування землеробських машин і знарядь. Ця мрія рідкісного поєднання особистого з громадським неординарного К.Г. Шіндлера, бажання, яке визріло впродовж всього його попереднього життя, стажування за кордоном і творчої роботи в Росії, вкоренилось у підсвідомості завдяки соціально-економічним запитам того часу і стало метою його трудового життя.

Необхідність й актуальність відкриття випробувальної станції бачив тодішній директор Харківського технологічного інституту і перший директор новоствореного КПІ професор В.Л. Кирпичов – досвідчений організатор вищої школи, який перш за все заради справи добрав професорсько-викладацький склад.

Зважаючи на спроби організації випробувальної станції в Харкові, враховуючи запрошення в КПІ К.Г. Шіндлера й організацію станції при КПІ, можна зробити висновок, що ідея організації станції випробування землеробських машин і знарядь належала в першу чергу видатному вченому, організатору науки і вищої школи професору В.Л. Кирпичову. К.Г. Шіндлеру належала пальма першості в обґрунтуванні функцій випробувальної станції, в системному підході до її організації і у великій, кропіткій роботі по реалізації наукових і практичних задумів.

У 1900 р. при Київському політехнічному інституті була створена станція випробування землеробських машин і знарядь, що входила до

складу лабораторій Інституту, керівником й ідейним натхненником якої був К.Г. Шіндлер [40; 47, 83, 94].

З метою розвитку дослідних установ Київське міське управління виділило КПІ ділянку землі розміром понад 27 десятин, розташовану за дачними лініями між Брест-Литовським шосе і дорогою на село Борщагівку на відстані 3 верст від головної будівлі Інституту [75, 66, 83, 102].

Новизна створюваної установи не могла викликати тієї довіри, яка, звичайно, має місце до підприємств чи установ, які виправдали своє призначення впродовж багатьох років. Досвіду заснування станцій випробування землеробських машин і знарядь у тодішній Росії майже не було. Єдина спроба, що завершилась побудовою спеціальної лабораторії випробування землеробських машин і знарядь при Харківському технологічному інституті (1895-1898 рр.), не виправдала сподівань. Основною причиною була відсутність розробленого організаційного плану випадково створеної лабораторії, яка не спромоглася організувати систематичних досліджень машин і знарядь для сільського господарства. Цей приклад виявив повну недоречність заснування станції випробування землеробських машин і знарядь при Інституті, до складу якого входили лише механічне й хімічне відділення. Відсутність сільськогосподарського відділення спричинило відчуженість як викладацького персоналу, так і студентства через відсутність аграрних інтересів. Все це було враховано при організації випробувальної станції при КПІ [66, 129].

Незважаючи на те, що на облаштування цієї станції не було цільових асигнувань, професор Шіндлер зумів завдяки своїм організаторським здібностям і цілеспрямованості побудувати за рік приміщення станції та з 1901 року розпочати заплановані випробування [83, 46]. За проектами Камілла Гавриловича руками студентів у майстернях КПІ за перші роки існування були виготовлені прилади й устаткування, зокрема динамометри, необхідні для випробування техніки [83, с.150], якими згодом були оснащені інші дослідні станції та навчальні заклади. Всі установи, що мали тяглові динамометри, щорічно присилали їх на випробувальну станцію КПІ для перевірок та коригування на сконструйованому тут контрольному динамометрі [27].

Станція стала першим осередком науково-дослідної роботи в Україні, узагальнюючим центром започаткування теорії землеробських машин і знарядь і майже 10 років була єдиною діючою станцією в країні.

В основу діяльності станції було покладено вирішення чергових питань сільськогосподарського машинознавства й машинобудування шляхом експериментального вивчення землеробських машин і знарядь. Станція надавала можливість вихованцям інституту знайомитись з існуючими типами й конструкціями сільськогосподарських машин і знарядь, спостерігаючи їх у роботі, а також вивчати методи й техніку їх

дослідження, з'ясувати відносну досконалість машин і значення чинників, які забезпечують їх правильну роботу.

Дані всебічних досліджень давали цінний матеріал для обґрунтування подальшого розроблення теорії землеробських машин і знарядь, яка на той час ще не була сформованою. Тут була підготовлена дисертація К.Г. Шіндлера на здобуття наукового ступеня ад'юнкта КПІ на тему "Теорія і конструкція орних знарядь" [75], основні положення якої були викладені в його фундаментальній монографії. Дослідження мали теоретичну цінність і велике практичне значення, тому що містили слушні поради розробникам та користувачам ґрунтообробних знарядь.

Завдяки результатам досліджень, які доводили переваги й недоліки засобів сільськогосподарського виробництва, а також виявляли зв'язок і взаємозалежність між технологічним процесом, машиною, рослиною та ґрунтом, станція стала посередником між споживачами і виробниками землеробських машин і знарядь, що сприяло у правильному підборі машин господарствами і відпрацюванню конструкції техніки виробниками [53, 70, 175].

Функціями випробувальної станції, вперше відпрацьованими професором К.Г. Шіндлером, були:

1. Пошук методів й удосконалення техніки проведення аналізів і створення вимірювальних приладів, необхідних для якісного та кількісного обліку роботи машин.

2. Систематичне проведення порівняльних випробувань груп машин і знарядь, однорідних за призначенням.

3. Проведення експериментів детального дослідження окремих органів машин.

4. Виконання (на замовлення) випробувань машин і знарядь великої продуктивності: плугів, що приводяться в дію механічними двигунами, снопов'язалок збільшеного захвату, складних молотарок тощо.

5. Складання програм випробувань, надання вимірювальних приладів і рекомендацій з техніки досліджень для конкурсів землеробських машин і знарядь.

6. Активна участь у проведенні випробувань за пропозиціями їх організаторів.

7. Організація філій станції на периферії за почином та при сприянні приватних осіб, товариств і установ, зацікавлених у вирішенні питань застосування, розповсюдження і виготовлення землеробських машин і знарядь [17-22, 24, 53, 66, 75, 102, 129].

На думку професора К.Г. Шіндлера, станція мала стати центральною установою, яка б узагальнювала результати систематичних досліджень, що проводились при її сприянні в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Він був переконаний, що тільки багаторічний, колективний досвід значної кількості філій забезпечить життєдіяльність установи, яка

вирішуватиме складні питання техніки обробітку ґрунту, сівби й догляду за рослинами [53, 66].

Відпрацьовані К.Г. Шіндлером ще на початку століття функції випробувальної станції стали орієнтиром багатьом поколінням випробувальників сільськогосподарської техніки. У наш час змінились лише обсяги випробувань. Нині випробувана техніка є більш енергонасиченою, автоматизованою, для її роботи почала використовувати космічну навігаційну систему [124, 125, 148]. Різко збільшилась кількість розробок машин, в яких використовуються новітні досягнення науки й технології. Принципи, закладені К.Г. Шіндлером, актуальні й тепер.

Станція, започаткована цим ученим, дещо різнилася від відомих закордонних зразків. У країнах з розвиненим землеробством Західної Європи й Америки в той час частковим виконанням функцій станцій випробування землеробських машин і знарядь були зайняті переважно агрономічні дослідні поля при машинобудівних заводах.

Найбільш відомим закордонним зразком установи, відокремленої від агрономічних дослідних полів, була Станція випробування землеробських машин і знарядь у Парижі. На Станції були зосереджені вимірні прилади і знаходилося керівництво випробувань. Самі ж випробування й дослідження проводились у фермерських господарствах. Станція була розташована на невеликій ділянці щільно заселеного кварталу Парижа [66].

На думку дослідників за перше десятиріччя існування Станції (1889-1899 рр.) було випробувано порівняно малу кількість знарядь обробітку ґрунту, сівби та догляду за рослинами (8 плугів, 3 скарифкатори, 10 сівалок і 1 мотика – всього 25 зразків) і значна кількість машин для збирання й обробки врожаїв та різноманітних двигунів – 183 зразки.

У роботі паризької Станції була відсутня систематичність дослідів. Через слабкий інтерес і непристосованість станції до постановки багаторічних досліджень, спрямованих переважно на обґрунтування й поповнення суттєвих прогалин теорії землеробських машин і знарядь. Усі досліді мали випадковий характер і задовольняли вимоги тільки виробників техніки й винахідників, інтереси яких зводились лише до одержання результатів у найстисліший термін [66, 129].

У справі дослідження сільськогосподарських машин Київської випробувальної станції, керованої професором Шіндлером, переважав агрономічний напрям. Такого ухилу не поділяли інші дослідні установи і науковці дослідники-машинознавці. Ні створена пізніше Московська дослідна школа на чолі з професором В.П. Горячкиним, ні Бюро по сільськогосподарській механіці при Вченому комітеті Головного управління Міністерства землеустрою і землеробства не підтримували агрономічного ухилу, в їх роботі переважав інженерний підхід [27].

Професор К.Г. Шіндлер, інженер-механік за освітою, конструктор за покликанням, ретельно вивчав не лише теорію конструювання землеробських машин і знарядь, але і їх використання. Його цікавила не тільки конструкція, наприклад плуга, а й те, як він працює на різних ґрунтах, якою є якість обробітку ґрунту, як вона впливає на розвиток рослини та урожайність. Усе це було корисним студентам – як майбутнім інженерам-механікам, так і вченим агрономам, а також сприяло науковому зростанню викладацького складу [53-55, 161-170]. Неодноразові вибори професора Шіндлера деканом спочатку сільськогосподарського і двічі механічного відділення КПІ свідчать про його високі адміністративні й організаторські здібності та незаперечний авторитет серед колег [24, 75].

Під впливом Київської випробувальної станції при КПІ і в тісному зв'язку з її безпосереднім керівником виникли подібні станції в Єлизаветграді, Ростові-на-Дону та Безенчуці, а також проведено ряд випробувань техніки, організованими різними сільськогосподарськими товариствами. Школа Шіндлера дала батьківщині чисельну армію вчених агрономів й інженерів, які займали керівні посади на підприємствах і в господарствах, що забезпечило станції та її керівнику визнання та визначало центральне місце в сільськогосподарському машинобудуванні Росії [27, 75, 118-121].

Про значення випробування сільськогосподарської техніки, зокрема плугів, свідчить і той факт, що в положенні про науковий відділ Бюро по сільськогосподарській механіці Вченого комітету Головного управління Міністерства землеустрою і землеробства цього питання стосувалися 5 пунктів із 10 [116].

7-13 січня 1909 року при Бюро по сільськогосподарській механіці було скликано Наряду з питань сільськогосподарського машинобудування, на першому засіданні якої за участю 30 присутніх розглядалося питання про організацію мережі машиновипробувальних станцій у країні та приєднання її до загальних дослідницьких сільськогосподарських установ, вищих навчальних закладів і Бюро. Відмічалось, що відповідальність за діяльність центральних випробувальних станцій покладатиметься на відповідні кафедри вищих навчальних закладів.

З питання підготовки керівників випробувальних станцій були пропозиції професорів К.Г. Шіндлера і В.П. Горячкіна [137, 179]. В інтересах розвитку мережі випробувальних установ К.Г. Шіндлер запропонував організувати окремі інститути при вищих технічних і сільськогосподарських навчальних закладах для підготовки спеціалістів дослідної справи, для збагачування практично-виробничих знань спеціалістів новими, прогресивними теоретичними знаннями, для озброєння технічними знаннями агрономів, а агрономічними – механіків. Ця пропозиція пізніше знайшла своє втілення в організації курсів, факультетів та

інститутів підвищення кваліфікації фахівців-аграріїв, хоча тривалий час про централізоване поповнення знань випробувачів нової техніки було забуто.

В.П. Горячкін пропонував проводити підготовку випробувачів шляхом додаткового вивчення окремих предметів агрономами й інженерами в існуючих вузах [147]. Хибність цієї ідеї була доведена часом.

На другому і останньому засіданні Народи із сільськогосподарського машинобудування 13-18 лютого 1910 року за участю 20 спеціалістів обговорювались питання про типи станцій для випробування сільськогосподарських машин і знарядь, про видання креслень та “Известия Бюро”, про діяльність щодо сільськогосподарського машинознавства і т. д. [179].

За рішенням Бюро по сільськогосподарській механіці під безпосереднім впливом і керівництвом Київської випробувальної станції була організована на Херсонщині друга машино-дослідна установа – Аджамівська станція департаменту хліборобства, постійним керівником якої був агроном В.І. Нагібін, – один із учнів і стажерів Київської випробувальної станції. Ця станція обслуговувала північно-степову смугу Правобережної України [27, 106].

Після звільнення професора К.Г. Шіндлера з КПП міністром торгівлі і промисловості з політичних міркувань, чим завдано непоправної шкоди науці, землеробству і суспільству, життя Київської випробувальної станції до 1914 року завмерло. Майже всі матеріали 10-літньої праці залишились неопрацьованими і не використаними. Відновилася станція і знову увійшла до складу КПП лише в 1916 р., але функціонувала безсистемно і без належної віддачі [83].

У 1912 р. була створена Якимівська (поблизу Мелітополя) випробувальна станція, очолювана Д. Д. Арцибашевим [135, с.18], як одна із трьох філій, відкритих Бюро по сільськогосподарській механіці, яка обслуговувала чорноземну хліборобську смугу.

Таким чином, Київська й Аджамівська машинодослідні станції та Якимівська філія Бюро по сільськогосподарській механіці були осередками вивчення сільськогосподарських машин в Україні до 1917 року [27, 106, 132, 133].

Про незаперечний авторитет К.Г. Шіндлера, цінність його енциклопедичних знань, загальні визнання й повагу свідчить той факт, що після звільнення з посад завідувача випробувальної станції і професора КПП, виведення зі складу Бюро по сільськогосподарській механіці, його запрошують взяти участь у Всеросійській нараді з питань організації і завдань станцій із сільськогосподарського машинознавства, скликаній комісією по сільськогосподарській дослідній справі 28-30 січня 1912 року. Професора вислуховують і беруть до уваги його міркування та поради з питань, що розглядались. Він висловився проти можливого

покладання на дослідні установи чи машиновипробувальні станції проектування нових конструкцій машин, тоді як деякі відомі на той час спеціалісти (зокрема Д.Д. Арцибашев, В.В. Вінер, П.С. Коссович та ін.) визнавали можливим доручати машиновипробувальним станціям таку роботу [56].

“Професор К.Г. Шіндлер поставив на недосяжну висоту справу викладання сільськогосподарських машин і знарядь, а також і справу їх дослідного випробування, створивши завдяки завзятій праці й наполегливості широко відому не тільки по всьому Південно–Західному краю, але і по всій Росії станцію випробування сільськогосподарських машин-знарядь. Під його керівництвом механічне відділення випустило ряд прекрасних спеціалістів у цій галузі, які по всій Росії розносять славу свого вчителя. Крім того, не можна не відмітити адміністративної діяльності Камілла Гавриловича в ролі зразкового декана механічного відділення”. Саме таку характеристику надзвичайно плідної праці, особливої цінності наукової й викладацької діяльності професора К.Г. Шіндлера дана на засіданні Ради КПІ 18 лютого 1911 року ті, хто знав його і пліч-о-пліч з ним працював [45].

Трудовим доробком К.Г. Шіндлера ще довго користувалися селяни і виробничники, що підтверджено випробуваннями влітку 1915 р. під Києвом культурного плуга ГПЗ, який виготовлявся товариством “Работник” на Олександрівському заводі, сконструйованого згідно з рекомендаціями професора К.Г. Шіндлера [44, с.345-349]; інформаціями виставок сільськогосподарських машин, на одній з яких був представлений “колоністський плуг Брянського заводу марки АБ № 1<sup>1/2</sup> з оригінальною полицею (наближена до американського типу) конструкції професора К.Г. Шіндлера”. Наприкінці літа 1913 р. Омською машиновипробувальною станцією проводився аналіз оранки з допомогою фотознімків поперечних розрізів пластів плугами різних конструкцій, серед яких був і “колоністський” плуг Коломенського заводу марки К2 з полицею конструкції Камілла Гавриловича [65, с.25]. На останній до-революційній Всеросійській виставці 1913 р. у Києві на відділі сільськогосподарського машинобудування Коломенський паровозобудівний завод експонував якісно виготовлений оригінальний вітчизняний передковий “новоросійський” плуг з панцирною полицею, значно удосконалену професором К.Г. Шіндлером [97, с.246].

Чимало корисного й оригінального за короткий період діяльності на батьківщині внесено науковим розумом та інтуїцією конструктора у сільськогосподарське машинобудування його засновником – професором К.Г. Шіндлером. Дуже багато було б ще зроблено ним для України в цій галузі, якби не безпідставне його звільнення в 1911 р. з Київського політехнічного інституту.

Оцінити наукову спадщину Камілла Гавриловича Шіндлера можна тільки у процесі практичного використання його фундаментальних праць викладачами, аспірантами, студентами в педагогічній, науковій та дослідній справі.

При вивченні історії розвитку плуга в Україні встановлено, що:

1. Для еволюції плуга в Україні характерні три його різновиди – традиційні стародавні дерев'яні плуги з колісним передком, залізним лемешем і череслом; модифіковані традиційні плуги; плуги заводського виготовлення.

2. Творцями історії становлення вітчизняного плугобудування й удосконалення конструкції плуга були українські винахідники і раціоналізатори: Т. Петренко, Л. Рудницький, одеські майстри, які створили передковий плуг; граф А.А. Бобринський, київський поміщик – збагатив конструктивну схему плуга ґрунтопоглиблювачем; В.І. Васильчиков, київський поміщик – розробив суцільнометалевий безпередковий плуг із рухадловою полицею; Р. Циховський – створив двоярусний плуг; Алле, інженер-механік з Полтавщини – виготовляв трикорпусний плуг з дерев'яною рамою, І. Ген, одеський підприємець – заснував перший у Росії завод по масовому виготовленню плугів, удосконалюючи старі й розробляючи нові конструкції, та ін.

3. Факторами, що помітно вплинули на характер, темпи й масштаби плугобудування в ХІХ – на початку ХХ ст. в Україні, були: скасування кріпосного права; митна, цінова і кредитна політика Росії; розвиток металургії та її прокатних технологій; організація виробництва запасних частин і комплектуючих виробів; широке використання зарубіжного досвіду; створення широкої мережі випробувальних, наукових й освітніх установ.

4. Україна займала особливе місце в здобутках плугобудування Росії, була основним центром сільськогосподарського машинобудування останньої й заводським виробником основного обсягу землеробських машин, а також ринковим центром; впродовж 1843-1894 рр. кількість машинобудівних підприємств зросла від 10 до 82; протягом 1879-1895 рр. виробництво плугів зросло майже в 16 разів; на імпорт плугів впливали переважно політичні й економічні, а не науково-технічні фактори.

5. Українські плуги за своєю конструктивною досконалістю та за якістю виготовлення відповідали високому світовому рівню, про що свідчать факти запозичення українського “колоністського” плуга І. Гена іноземними виробниками, на основі якого розробляли кращі свої зразки: ”Cosak”, “Oeconom” – німецькі фірми Р. Сакка і Г. Еккерта, “НВС” і “англо-болгарські” – відповідно англійські фірми Р. Рансома і братів Говард, а також трикорпусного плуга полтавського інженера Алле заводом Г. Еккерта в Берліні; визнання двоярусного плуга Цихов-



ського та двокорпусного кінного плуга Харківського заводу Е. Мельгозе кращими порівняно з німецькими двоярусними та двокорпусними плугами Р. Сакка і Г. Еккерта.

6. За основу розробленої періодизації історії розвитку плуга в Україні було взято найбільш характерні фактори внутрішніх закономірностей розвитку цього ґрунтообробного знаряддя.

7. Визначними діячами України в дослідженні плуга, як основного знаряддя ґрунтообробітку, були такі відомі вчені, як О.О. Алов, Д.Д. Арцибашев, К.М. Барков, І.Д. Белов, Ю.А. Вейс, В.В. Вінер, К.І. Дебу, І.М. Комов, Л.П. Крамаренко, П.С. Коссович, Г.О. Латишев, М.Г. Ливанов, В.І. Нагібін, М.Х. Пігулевський, С.В. Полетаєв, М.П. Соколов, В.В. Черняєв, К.Г. Шіндлер та ін.

8. Освітніми й науковими осередками аграрної галузі в Україні були: Вчений комітет при Міністерстві державного майна (1837-1917 рр.) – перший державний орган з керівництва науковими установами; Імператорський сільськогосподарський музей (1869 р.); Бюро по сільськогосподарській механіці при Вченому комітеті Головного управління Міністерства землеустрою і землеробства (1907-1917 рр.); Харківський технологічний інститут (1885 р.); Київський політехнічний інститут (1898 р.) та Донський політехнічний інститут (1907 р.) у Новочеркаську.

9. З 1900 по 1917 р. осередками дослідження й випробування ґрунтообробної техніки були Київська, Аджамівська та Якимівська машинно-дослідні станції, якими започаткована випробувальна справа в Україні.

## ВИСНОВКИ

1. Комплексний аналіз історії розвитку плуга дав змогу виявити основні закономірності й тенденції удосконалення конструкції та технології його виготовлення, а також скласти хронологію його еволюції, що дало можливість відтворити у світовому контексті цілісну історико-наукову картину цього найважливішого знаряддя землероба.

2. Розроблено періодизацію еволюції плуга, що включає:

- зародковий (донауковий) період (з кінця епохи неоліту і до XVII ст.), впродовж якого завершилося формування загальної схеми плуга конструкцією “римського” плуга;

- період визрівання ідей і теорій (з другої половини XVII ст. до 70-х років XIX ст.), в якому почали залучатись наукові знання, досвід суміжних галузей, з’явилися наукові розробки з теорії плуга;

- період бурхливого розвитку конструкції плуга (із 70-х років XIX ст. і до середини XX ст.), в якому землеробська механіка постала вже як сформована й розвинена галузь наукових знань із своїм предметом, засобами, методами та чітко окресленою ділянкою досліджень.

3. Сформульовано історичний принцип конструктивної недостатності: кожна наступна конструкція плуга зароджується на базі попередньої шляхом уведення до останньої додаткового конструктивного елемента нової якості (геометричних або технологічних нововведень) відповідно до запитів суспільства при конкретних суспільно-економічних умовах, переходячи з одного технічного рівня на принципово інший. Цей принцип можна використати при створенні нових конструкцій плуга.

4. Встановлено, що енергетичні джерела, починаючи від використання мускульної сили до сучасної тракторної тяги, на всіх етапах еволюції плуга впливали не тільки на його конструктивне удосконалення, а й на якість і продуктивність орних робіт, технологію обробки ґрунту та урожайність. Ця закономірність може бути підставою для розробки плуга принципово нового конструктивного рішення з появою нових перспективних енергетичних засобів у майбутньому.

5. Значний внесок у розвиток конструкції і теорії плуга зробили діячі науки, техніки й виробництва різних професій (годинникар і президент країни, хлібороб і служитель культу, коваль і підприємець, слюсар і винахідник, інженер і педагог, вчений і фермер) і різної національності (українець і росіянин, американець та італієць, німець і англієць, француз та австрієць, словак і поляк), що свідчить про загальнолюдську значимість створення основного знаряддя землероба.

6. У теоретичному плані найбільше цікавили дослідників і творців плуга на всіх етапах історії його розвитку: доцільність форм і контурів, стан поверхні робочих органів; загальна компоновка конструкції; за-

стосування нових джерел енергії й допоміжних механізмів, які визначали технічну досконалість знаряддя та якість оранки. Ці питання актуальні й нині на шляху удосконалення сучасної й розвитку нової ґрунтообробної техніки в Україні.

7. Виділено 5 етапів історії розвитку плугобудування в Україні з якісною характеристикою його розвитку: зародження плугобудування (1832-1862 рр.) на основі створення майстерень і невеликих заводів; інтенсивний розвиток плугобудування (1862-1881 рр.) і зростання потужностей заводів завдяки урядовому сприянню; криза галузі (1881-1885 рр.) через митну та цінову політику держави; відновлення галузі (1885-1894 рр.) завдяки розвитку власної металургії; досягнення світового рівня цієї галузі (1894-1913 рр.), яка стала конкурентоспроможною.

8. Встановлено, що професор К.Г. Шіндлер – видатна постать у галузі сільськогосподарської механіки взагалі, механізації обробітку ґрунту й випробувальної справи зокрема, його значний внесок у теорію і практику плуга зумовлюється наступним:

- першим, поєднавши агрономічний та інженерний напрями дослідження, з'ясував значення і вплив способу механічного обробітку ґрунту та конструктивної досконалості землеробського знаряддя на продуктивність обробітку ґрунту й урожайність;

- започаткував у 1899 р. в Україні спеціальний курс сільськогосподарського машинобудування;

- першим в Європі науково обґрунтував функції станції випробування землеробських машин і знарядь, заснувавши й очоливши її при КПІ, яка була першою діючою станцією в Росії, чим закріпив пріоритет нашої країни у випробувальній справі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александровский А.Л., Жариков С.Н. Этапы земледельческого освоения и агрогенные изменения почв в основных регионах мира // Глобальная география почв и факторы почвообразования. – М., 1990. – С. 125-163.
2. Алексеенко В.Д. К вопросу об этапах развития технологии горных работ при подземной добычи угля // Труды ин-та истории естествознания и техники. – М., 1960. – Т. 33. – С. 28-51.
3. Анісімов Ю.О., Добров Г.М., Матійко М.М. За дальше піднесення досліджень з історії науки і техніки // Нариси з історії техніки і природознавства. – К.: Наук. думка, 1965. – Вип. VI. – С. 3-15.
4. Арцыбашев Д.Д. Орудия и машины сельского хозяйства. – Петроград, 1915. – 365 с.
5. Арцыбашев Д.Д. Сельскохозяйственное машиностроение в России // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства и соприкасающихся с ним наук. – СПб.: Изд-во А.В. Девриена, 1903. – Т. VIII. – С. 960-981.
6. Барановский А.А. О применении плугов механической тяги в России. – Петроград, 1915. – С. 40.
7. Барановский А.А. Сельскохозяйственные тракторы и моторные плуги на IV Международной Автомобильной Выставке в Санкт-Петербурге. – СПб., 1913. – 71 с.
8. Белянчиков П.М. Типы сельско-хозяйственных самоходов германской промышленности // К вопросу механизации сельского хозяйства: Труды ГОСплана // Гос. общеплановая комиссия совета труда и обороны СССР. – М., 1923. – Вып. 4. – С. 124-133.
9. Бензин В. Моторная вспашка, как средство в борьбе с голодом в России. – Прага, 1921. – 22 с.
10. Берлянд С.С. Очерки о земледелии и земледельцах. – М.: Просвещение, 1964. – 102 с.
11. Богуславський В. Наше плугостроительство // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 13/14. – С. 3-6.
12. Бодиско Д.М. О работе плугов Эккерта, плугов Говарда Д.Д., Рансома Н.В. // Земледельческая газета. – СПб., 1896. – № 3 (17 янв.). – С. 35-36.
13. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. – Л.: Наука, 1984. – 440 с.
14. Василенко П.М., Войтюк Д.Г. До історії розвитку землеробської механіки на Україні / Наук. вісн. НАУ. – К., 1998. – Вип. 9. – С. 3-8.
15. Василенко П.М., Погорілий Л.В., Войтюк Д.Г. Машиноведение, земледельческая механика и техника в 20-м веке // Наук. вісн. НАУ. – К., 1998. – Вип. 9. – С. 9-26.

16. Вейс Ю.А. Курс сельскохозяйственного машиноведения. – М.; Л.: Сельколхозгиз, 1931. – 516 с.
17. Вергунов В.А., Мудрук О.С. Грунтообробна техніка в житті проф. К.Г. Шиндлера // Історія укр. науки на межі тисячоліть: Зб. наук. пр. / Дніпропетр. держ. ун-т та ін.; Відп. ред. О.Я. Пилипчук. – К., 2001. – Вип. 5. – С. 41-48.
18. Вергунов В.А., Мудрук А.С. Почему мы забыли Шиндлера? / Зеркало недели. – 2001. — Вип. 41 (20-26 окт.). – С. 21.
19. Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А. Хронологія розвитку плуга до першої чверті ХХ століття / Наук. пр. Нац. б-ки України ім. В.І. Вернадського // НАН України, НБУВ, АБУ; Редкол.: О.С. Онищенко (голова.) та ін. – К., 2003. – Вип. 11. – С. 547-560.
20. Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А. До 100-річчя фундаментальної роботи професора К.Г. Шиндлера: популяризація технічних знань в Україні // Бібліотеки, видавництва, розповсюджувачі друкованих та електронних видань: партнерство і співробітництво: Тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 12 листоп. 2002 р. ([http://www.gntb.nt.org/sb/conf02\\_td.htm](http://www.gntb.nt.org/sb/conf02_td.htm); [vergunov-1\\_s.rtf](#))
21. Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А. Замітки з питань підготовки інженерних кадрів для села в Україні на початку ХХ століття // Вісн. Харківського держ. техн. ун-ту сіл. госп-ва. – Х., 2001. – Вип. 8, т. I. – С. 126-129.
22. Вергунов В.А., Мудрук О.С., Шквира З.А. Нарис історії плуга: до сторіччя видання альбому професора К.Г. Шиндлера “Политипажи, эскизы и чертежи машин-орудий современного сельского хозяйства”. – К.: Аграр. наука, 2002. – 54 с.
23. Вернадский В.И. Очерки и речи. – Л., 1922. – С. 113.
24. Витоки вчення про землеробські машини і знаряддя професора К.Г. Шиндлера.: (До 100-річчя видання атласу "Політипажі, ескізи і креслення машин-знарядь сучасного сільського господарства") / Д.Г. Войтюк, З.А. Шквира, В.А. Вергунов, О.С. Мудрук // Наук. вісн. НАУ. – К., 2003. – Вип. 60. – С. 119-128.
25. Вильямс В.Р. Лекции, читанные в 1900-1901 акад. году в Московском сельскохозяйственном институте / Сост. Д.И. Гильтенбрандт. – М., 1902. – 127 с.
26. Внутреннее производство сельскохозяйственных машин и орудий в 1911 году и привоз их в Россию // Труды Статистического отделения Бюро С.-х. Механики при Ученом Комитете. – СПб., 1913. – С. 50-81.
27. Вовк П. Дослідження сільськогосподарських машин на Україні. // С.-х. машина: Наук.-техн. вісн. – 1927. – № 1/6. – С. 34-36.
28. Вовк П. Дослідження сільськогосподарських машин на Україні. Київська дослідна станція // С.-г. машина: Наук.-техн. вісн. – 1927. – № 3. – С. 110-112.

29. Войда А.Н. Техника сельского хозяйства // Очерки истории техники в России 1861-1917. – М., 1972. – С. 336.
30. Вольпер Е. Новый автоплуг “Прага” // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 3. – С. 12-15.
31. Горленко В.Ф., Бойко І.Д., Куницький О.С. Народна землеробська техніка українців. – К.: Наук. думка, 1971. – 164 с.
32. Горленко В.Ф. Нариси з історії української етнографії. – К., 1964. – С. 50.
33. Горячкин В.П. Земледельческая механика: основы теории земледельческих машин и орудий, Ч.1 (1917-1918). – М.: Изд-во студентов Петропавловской с.-х. акад., 1922. – 251 с.
34. Горячкин В.П. К истории плуга // Собр. соч.: В 3-х т. – М.: Колос, 1968. – Т.1. – С. 5-9.
35. Горячкин В.П. Отвал: К графической теории плуга. – М., 1898. – 15 с.
36. Горячкин В.П. Отвалы плугов. – СПб., 1910. – 25 с.
37. Горячкин В.П. Очерки сельскохозяйственных машин и орудий. Вып. 2. Плуги. – СПб.: Изд-во журнала «Хозяин», 1906. – С. 164.
38. Горячкин В.П. Собрание сочинений: В 3-х т. – М.: Колос, 1965. – Т.2. – С. 6.
39. Горячкин В.П. Теория плуга. – М.: Промиздат, 1927. – 198 с.
40. Гребенчук. Машиновипробувальна станція та досвідне поле К.С.-Г.І. // Київський політехнічний і Київський с.-г. ін-ти: 25 років (1898-1923). Ювілей. зб. – К.: Держ. трест “Київдрук”, 1924. – С. 225-226.
41. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту: технологія і техніка // Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – К.: Нора-прінт, 1999. – 280 с.
42. Данілевський В.В. Російська техніка. – К.; Львів: Вид-во тех. літ. України, 1948. – 560 с.
43. Дебу К.И. Сельскохозяйственные машины и орудия. Ч 1. – Петроград; М.: Мысль, 1923. – 172 с.
44. Демонстрация работы плуга Товарищества «Работник» конструкции профессора Шиндлера // Машина в Сел. Хоз-ве, 1915. – С. 345-349.
45. Державний архів Київської області. – Ф. 361. – Оп. 1. – Спр. 1177. – Арк. 45.
46. Державний архів м. Києва. – Ф. 18. – Оп. 2. – Спр. 289. – Арк. 30-31.
47. Державний архів м. Києва. – Ф. 18. – Оп. 2. – Спр. 289. – Арк. 70-79.
48. Державний архів Російської Федерації. – Ф. Р-5927. – Оп. 1. – Спр. 41. – Арк. 2-21.
49. Державний архів Російської Федерації. – Ф. Р-5927. – Оп. 1. – Спр. 43. – Арк. 32-43.
50. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. – М.: Наука, 1977. – 208 с.

51. Довженюк В.І. Землеробство древньої Русі до середини XIII століття. – К.: Вид-во АН УРСР, 1961. – 265 с.
52. Доклад Губернской Земской Управы Екатеринославскому Губернскому Собранию 43 очередной 1980 года сессии: Конкурс жатвенных машин // Известия бюро по с.-х. механике. – СПб., 1909. – Т. 1, вып. 1. – С. 135-136.
53. Доклады и Журналы Совещания по учреждению Обласной Опытной Станции для Юго-Западного Края, созванного Киевской Губернской по делам Земского Хозяйства Управой 10-15 января 1910 года. – К.: Типография Императорского Университета Св. Владимира Акц. Общ. Н.Т. Корчак-Новицкого, 1910. – С. 67-91.
54. Доклад общему собранию Верхнеднепровского общества сельских хозяев 15 августа 1908 года об организации конкурса для изучения всего американского кукурузного машиностроения // Известия бюро по с.-х. механике. – СПб., 1909. – Т.1, вып. 1. – С. 138-142.
55. Доклад Совета Общества сельского хозяйства Общему собранию о сельскохозяйственных курсах // Отчет о деятельности Киевского Общества сельского хозяйства и сельскохозяйственной промышленности за 1901. – К.: Типография Петра Барского, 1902. – Вып. 26. – С. 19-31.
56. Журнал совещания об организации и задачах станции по сельскохозяйственному машиноведению, состоявшегося при постоянной комиссии по сельскохозяйственному опытному делу 28-30 января 1912 года // Известия бюро по С.-х. механике. – СПб., 1912. – Т. 4, вып. 1. – С. 1-22.
57. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Х., 2001. – Т. I, ч. 1 – 444 с.
58. Зворыкин А.А. О некоторых вопросах периодизации истории естествознания и техники / Вопросы истории естествознания и техники, 1957. – Вып. 4. – С. 153-168.
59. Иванов Б.И. Проблема периодизации и некоторые особенности основных этапов развития технических наук: Автореферат канд. дис. – М., 1975. – 22 с.
60. Иванов Б.И., Чешев В.В. Становление и развитие технических наук. – Л.: Наука, 1977. – 263 с.
61. Известия Бюро по сельскохозяйственной механике. – 1910. – Т. II, вып. IV-V. – С. 412-423.
62. Известия Бюро по сельскохозяйственной механике. – 1913. – Т. V, вып. 6. – С. 75-76.
63. Известия Бюро по сельскохозяйственной механике. – 1913. – Т.V, вып. 7. – С. 306-314.
64. Известия Бюро по сельскохозяйственной механике. – 1914. – Т. V. – С. 562.

65. Известия Бюро по сельскохозяйственной механике. – 1915. – Т. VI, вып. 3. – С. 25-29.
66. Известия станции испытания земледельческих машин и орудий при Киевском политехническом институте Императора Александра II. Вып. 1. – К., 1907. – 88 с.
67. Из истории Киевского политехнического института: Сб. документов и материалов. – К.: Изд-во КГУ, 1961. – Т. 1 (1898-1917). – 387 с.
68. Иллюстрированный сборник материалов к истории возникновения Киевского политехнического института: Памяти Виктора Львовича Кирпичева, посвящает Киевское политехническое общество инженеров и агрономов. – К.: Тип. Т-ва И.Н. Кушнеров и К<sup>о</sup>, 1914. – 143 с.
69. Иллюстрированный сельскохозяйственный словарь: Энциклопедия сельского хозяйства / Сост. проф. С.М. Богданов. – К., 1895. – 1446 с.
70. Испытание земледельческих машин и орудий в имени Фрейденберг, организованное Финским Центральным сельскохозяйственным обществом 17-25 августа 1909: Отчет / Сост. уч. агрономом А. Львовым; Под ред. проф. К.Г. Шиндлера // Изв. Бюро по с.-х механике. – 1910. – Т. II, вып. IV-V. – С. 401-495.
71. История техники / А.А. Зворыкин, Н.И. Осьмова, В.И. Чернышев, С.В. Шухардин. – М.: Изд-во социально-эконом. лит., 1962. – 772 с.
72. Каган. М. М. К вопросу об организации испытания земледельческих машин и орудий. // Хозяйство. – 1907. — № 48 (20 декаб.). – С. 2136-2142.
73. Каган М. М. О теории плуга. – К., 1910. – 20 с.
74. Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швец Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. – М.: Колос, 1994. – 127 с.
75. К.Г. Шиндлер / НТУ „КПІ” Держ. політехн. музей; В.А.Вергунов, Д.Г. Войтюк, О.С. Мудрук, З.А. Шквира. – К., 2004. – 30 с. – (Славетні імена Київського політехнічного інституту).
76. Кедров Ю.М. О методологических вопросах истории естествознания и техники. – М., 1965. – Вып. 18. – 34 с.
77. Київський політехнічний інститут: Нарис історії. – К.: Наук. думка, 1995. – 320 с.
78. Кириллин В.А. Страницы истории науки и техники. – М.: Наука, 1986. – 512 с.
79. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – М.: Колос, 1980. – 671 с.
80. Коваленко Н.Н. Сельскохозяйственное машиностроение // Технический прогресс в машиностроении УССР. – К., 1967. – С. 208-228.
81. Конфедератов И.Я. К вопросу о периодизации истории техники // Вопросы истории естествознания и техники. – 1958. – С. 140-152.



82. Копосевич Ф. Плуги с механическими двигателями // Машина в Сел. Хоз-ве, 1915. – С. 881-885.
83. Крамаренко Л.П. Досвідна станція для випробування с.-г. машин при КПШ // Київський політехнічний і Київський сільськогосподарський інститути: 25 років (1898-1923): Ювілей. зб. – К.: Держ. трест "Київдрук", 1924. – С. 188.
84. Крамаренко Л.П. Сільськогосподарські машини і знаряддя: Посіб. для технікумів механізації сіл. госп-ва. – К.; Х., 1935. – 647 с.
85. Крамер С.Н. История начинается в Шумере. – М.: Наука, 1965. – 256 с.
86. Краснов Ю.А. Древнейшие упряжные пахотные орудия. – М.: Наука, 1975. – 184 с.
87. Лешенко М.Н. Українське село революції 1905-1907 рр. – К.: Наук. думка, 1977. – С. 359.
88. Лили С. Люди, машины и история: история орудий труда и машин в ее связи с общественным прогрессом. – М.: Прогресс, 1970. – 431 с.
89. Ломоносов М.В. Рассуждение о большой точности морского пути...: Полн. собр. соч. Т.4. – М.;Л., 1955. – С. 63.
90. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии. Т.1. Кн.1. Процесс производства капитала. – М.: Политиздат, 1983. – С. 187.
91. Масур І.В. Розвиток тракторної промисловості в Українській РСР // Нариси з історії природознавства і техніки. – К.: Наук. думка, 1971. – Вип. XV. – С. 53-91.
92. Мацепуро В.М. Плуги вчера, сегодня, завтра // Земледелие. – 2001. – № 3. – С. 28-29.
93. Мельник Л.Г. Технічний переворот на Україні в ХІХ столітті. – К., 1972. – 240 с.
94. Менделеев Д.И. Народное просвещение и высшее образование // Сочинения: В 25 т. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. 23. – С. 156-160.
95. Микулин А.А. Нужды рабочих. – К., 1965. – С. 77.
96. Минин П.И. История плуга в России // Труды Ин-та истории естествознания и техники. Т. 8: История машиностроения и транспорта. – М.: Изд.-во АН СССР, 1956. – С.1-21.
97. Минин П.И. Отечественные сельскохозяйственные машины и орудия на выставках в России / Труды Ин-та истории естествознания и техники. Т. 8: История машиностроения и транспорта. – М.: Изд.-во АН СССР, 1956. – С. 230-248.
98. Михайлюк В., Клімов А. Українська наука і техніка в загальносвітовому контексті: з історії розвитку у ХVІІІ – на початку ХХ ст. // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2002. – Вип.7. – С.129-132.

99. Мудрук О.С. До питання історії плуга початку ХХ століття / Український селянин: Праці наук.-досл. ін-ту селянства / НАН України. Ін-т історії України. – Черкаси, 2001. – Вип. 3. – С. 158-159.
100. Мудрук О.С. Етапи розвитку плуга: історичні аспекти // Аграрні реформи в Україні: теорія, історія, політика, інформація: Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. 19-20 квітня 2001 року. – Харків, 2001. – С. 246-249.
101. Мудрук О.С. Закономірності і аномалії в еволюції плуга // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2002. – Вип.8. – С. 182-189.
102. Мудрук О.С. Історія випробування сільськогосподарської техніки в Україні // Актуальні проблеми аграрної науки та освіти України: регіональний аспект: Матеріали ІІ наук.-практ. семінару / УААН. Відня регіональних центрів наук. забезп. АПВ, ЦНСГБ, Закарпат. ін-т АПВ. – К., 2003. – С.40-42.
103. Мудрук О.С. Теоретичні і методологічні аспекти проблеми періодизації ґрунтообробної техніки // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2001. – Вип.6. – С. 115-120.
104. Мудрук О.С., Хоменко Т.В., Шквіра З.А. Фрагменти історії ґрунтообробного знаряддя, перші автоплуги // Актуальні проблеми історії аграрної науки півдня України: Матеріали наук.-практ. семінару. – К., 2000. – С. 20-21.
105. Мудрук О.С., Шквіра З.А. Сільськогосподарські виставки, конкурси та випробування сільськогосподарської техніки в ХІХ–на початку ХХ століття // Історія освіти, науки та техніки в Україні: Тези доп. та повідомлень Першої конф. молодих вчених та спеціалістів. – К., 2002. – С. 10-12.
106. Нагибин В.И. Задачи, очерк развития, план организации и деятельности за 1908 г. станции испытания земледельческих машин и орудий Елисаветградского общества сельского хозяйства // Известия бюро по сельскохозяйственной механике. – СПб., 1909. – Т.1. – С. 38-53.
107. Нариси з техніки селянського рільництва на Україні / Центральна статист. Управа УРСР. – К.-Х., 1929. – С. 200.
108. Артоболевский И. «Изучение любых, даже абстрактных наук, должно соединятся с приложением этих наук к практическим задачам» // Наука и жизнь. – М.: Изд. «Правда», 1977. – № 11. – С. 69-75.
109. Никольский В.Д. Как появились машины. – Л., 1926. – 61 с.
110. Новиков Ю.Ф., Истрати А.К. Эволюция техники земледелия и проблема эрозии. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 211 с.
111. Новости в составе комиссионерства «Работник» // Земледельческая газета. – СПб., 1876. – №34. – С. 568-569.
112. Онопрієнко В.І. Історія української науки ХІХ – ХХ століть: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 1998. – С. 192-197.
113. Оппенгеймер Р. Наука и человечество. Т. III – М., 1964

114. Островский М. Применение тракторов и моторных плугов в сельском хозяйстве // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 1. – С. 6-12.
115. Островский М. Применение тракторов и моторных плугов в сельском хозяйстве // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 2. – С. 9-20.
116. От бюро по сельскохозяйственной механике Ученого комитета главного управления землеустройства и земледелия // Известия бюро по сельскохозяйственной механике. – СПб., 1909. – Т. 1., вып. 1. – С. 1-9.
117. Ответы на вопрос № 1384 относительно отношения глубины борозды к толщине вспашки // Хозяин. – 1903. – № 42. – С. 1918-1920.
118. Отчет о деятельности Киевского Общества сельского хозяйства и сельскохозяйственной промышленности за 1901 г. Вып XXVI. – К.: Типография Петра Барского, 1902. – 66 с.
119. Отчет о деятельности Киевского Общества сельского хозяйства и сельскохозяйственной промышленности за 1902 г. – К.: Типография Н.А. Гирич, 1903. – 15 с.
120. Отчет о деятельности Киевского Общества сельского хозяйства и сельскохозяйственной промышленности за 1903 г. – К.: Типография Н.А. Гирич, 1904. – 36 с.
121. Отчет о конкурсе пахотных орудий летом 1905 года в имении “Пады” В.Л.Нарышкина. / Сост. А.А.Хохряков под общ. ред. проф. К.Г. Шиндлера. – Саратов: Саратовская губ. Земская управа, 1908. – 182 с.
122. Павлюк С.П. Традиційне хліборобство України: агротехнічний аспект. – К.: Наукова думка, 1991. – 224 с.
123. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями: Учеб. пособие в вузах III – IV уровней аккредитации. – Днепропетровск, 1999. – 140 с.
124. Пашко А. Автоматизовані технології точного землеробства // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. Укр. НДПВТ. – 2000. – Вип. 3 (17). – С. 92-97.
125. Пашко А., Соломаха О. Автоматизована техніка - елемент реалізації технології керованого землеробства // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. Укр. НДПВТ, 2001. – Вип. 4/18. – С. 74-80.
126. Петренко А.Е. Из исторического прошлого аграрного образования Украины // Зб. наук.пр. Луганського держ. аграр. ун-ту. Технічні науки. – Луганськ: Вид-во ЛДАУ, 2000. – № 6/17. – С. 3-6.
127. Пилипчук О., Папінко В. Реалізація ідеї стійкого розвитку в Україні // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2001. – Вип.4. – С.157-171.

128. Пилипчук О. Стійкий екологічно-безпечний розвиток – феномен ХХІ століття // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2001. – Вип.5. – С. 149-156.
129. Погорілий Л.В., Мудрук О.С., Шквира З.А. Історія зародження системи випробування с.-г. техніки в Україні // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського гос-ва України : Зб. наук. пр. / УкрНДІ по прогнозуванню та випробуванню техніки і технологій для с.-г. виробництва (УкрНДІПВТ). – Дослідницьке, 2003. – Вип.6 (20). Т.1. – С.43-50.
130. Погорелый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технологии будущего. – К.: Урожай, 1988. – С. 10-25.
131. Полонська-Василенко Н. Історія України: У 2-х т. – 3-є вид.-ня. – К.: Либідь, 1995. – Т.2. – 606 с.
132. Прибыльский П.А. Испытание плугов в г. Умани Киевской губернии // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1916. – № 2. – С. 44-48.
133. Прибыльский П.А. Испытание плугов в г. Умани Киевской губернии // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1917. – С. 11-15.
134. Програма виробництва технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового комплексу на 1998-2005 роки. Реєстраційний № 03.01- КМ/01-98.: Схвалено постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 403. – К.: 1998. – 244 с.
135. Развитие механизации и электрификации сельского хозяйства Украинской ССР / П.М. Василенко, Н.П. Барабан, И.А.Коваль и др. / АН УССР, Ин-т истории и др. – К.: Наукова думка, 1988. – 472 с.
136. Рассказы из истории русской науки и техники / В.Н. Болховитинов, А.Ф. Буянов, В.Д. Захарченко, Г.Н. Остроумов, Под ред. В. Орлова. – М.: Молодая гвардия, 1957. – 590 с.
137. Роках Я.А. К вопросу возникновения заводов сельскохозяйственного машиностроения в России // Архив истории и техники. – Л., 1934. – Вып. 4. – С. 323-335.
138. Сакун В.А. Закономерности развития мобильной сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1994. – 159 с.
139. Сакун В.А. О путях снижения энергоемкости обработки почвы // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1978. – № 3. – С. 118-130.
140. Сакун В.А. Способы снижения расхода энергии на основную обработку почвы // Земледельческая механика: Сб. науч. тр. МИИСП. – 1978. – Т. XV, вып. I. – С. 8-11.
141. Сельское Хозяйство России в XX веке: статистический сборник / Под ред. Н.П. Огановского. – М.: Новая деревня, 1923. – С. 117-127.
142. Сельское Хозяйство России в XX веке: Сборник статистико-экономических сведений за 1901-1922 гг. – М.: Изд-во Наркомзема «Новая деревня», 1923. – 340 с.

143. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Под общ. ред. Г.Е.Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.
144. Скорняков С.М., Николаев С.С. Культура обработки почвы и урожай. – М.: Московский рабочий, 1966. – 96 с.
145. Скорняков С.М. От шумеров до наших дней: очерк истории развития земледелия. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 271 с.
146. Скорняков С.М. Плуг: крушение традиций? – М.: Агропромиздат, 1989. – 174 с.
147. Соповещание по сельскохозяйственному машиностроению при Ученом комитете главного управления Землеустройства и Земледелия // Известия бюро по сельскохозяйственной механике. – СПб., 1909. – Т.1, вып. 1. – С. 10-27.
148. Соломаха О. Техніко-метрологічна база точного землеробства // Пропозиція. – 2000. – № 12. – С. 90-92.
149. Справочник по почвозащитному земледелию. – К.: Урожай, 1993. – 320 с.
150. Становление агроинженерной науки и образования в России (XIX-XX вв.) / С.А. Иофинов, В.Г. Еникеев, В.Ф. Скробач, В.С. Шкрабак. – СПб.: Химиздат, 1999. – 352 с.
151. Тенденции развития плугов и орудий для гладкой вспашки: Обзорная информация / В.А. Сакур, Я.П. Лобачевский, М.С. Максименко, Л.М. Матрова, В.В. Шаров. – М.: ЦНИИЭИ тракторосельхозмаш, 1989. – 36 с. – (Сельскохозяйственные машины и орудия; Сер. 2, вып. 4)
152. Техническая энциклопедия. / Гл. ред. Л.К. Мартенс. – М.: Сов. энциклопедия, 1932. – Т. 16. – 954 с.
153. Трейвасъ А.Б. Обзор сельскохозяйственных и специальных по сельскому хоз-ву машинам и орудиям журналов // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 1. – С. 31-35.
154. Трейвасъ А.Б. Обзор сельскохозяйственных и специальных по сельскому хоз-ву машинам и орудиям журналов // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 10. – С. 18-19.
155. Трейвасъ А.Б. Сельскохозяйственные машины и орудия в САСШ. – М; Л., 1931. – С. 232.
156. Трейвас А.Б. Тракторы и самоходные машины и орудия в сельском хозяйстве // Машина в Сельском Хозяйстве. – 1914. – № 11. – С. 4-7.
157. Трехкорпусный плуг Алле // Земледельческая газета. – СПб., 1876. – № 43 (23 жовт.). – С. 680-682.
158. Фабрикант А.О. Разработка сведений о научной сельскохозяйственной литературе // Труды совещания по библиографии сельскохозяйственной литературы 14-15 февраля 1914 года. – СПб.: Типография М.П. Фроловой, 1914. – С. 55-59.
159. Халанский В.М. Экскурсия за плугом. – М.: Колос, 1974. – 208 с.
160. 60 победных лет (1917-1967) // Цифры и факты. – М., 1978. – С. 18.

161. Шиндлер К.Г. Земледельческие орудия и машины: Из практики для практики. 1. Плуг. – М.: Печатня К.И. Тихомирова, 1897. – 77 с.
162. Шиндлер К.Г. Земледельческие орудия и машины: Из практики для практики. 2. Плуги оборотные и многокорпусные. – М.: Печатня К.И. Тихомирова, 1898. – 74 с.
163. Шиндлер К.Г. Машины – орудия современного сельского хозяйства. – К.: Печатня С.П. Яковлева, 1904. – 279 с.
164. Шиндлер К.Г. Основы машиноведения. Введение к курсу “Учение о земледельческих машинах и орудиях”: Конспект лекций, чит. К.Г. Шиндлером слушательницам и слушателям Киевских с.-х. курсов в 1901-1902 ак. г. – Казань: Казанский губ. отд. земледелия, 1919. – 38 с.
165. Шиндлер К.Г. Основы машиноведения. Введение к курсу “Учение о земледельческих машинах и орудиях”: Конспект лекций, чит. К.Г. Шиндлером слушательницам и слушателям Киевских с.-х. курсов в 1901-1902 ак. г. – К.: Изд. слушателя с.-х. курсов И.О.Тютюника, 1902. – 38 с.
166. Шиндлер К.Г. Паровые плуги // Полная энциклопедия русского сельского хозяйства и соприкасающихся с ним наук – СПб.: Изд-во А.В. Девриена, 1912. – Т. VI. – С. 846-863.
167. Шиндлер К.Г. Плужный передок “Бони” // Хозяин. – 1900. – № 4. – С. 129-133.
168. Шиндлер К.Г. Теория и конструкция пахотных орудий. – К.: Печатня С.П. Яковлева, 1904. – 287 с.
169. Шиндлер К.Г. Учение о земледельческих машинах и орудиях. – К.: Изд-во журнала “Ведомости сел. хоз-ва и пром-сти.”(Орган Южно-рус. общ. поощ. земледелия и сел. хоз-ва и пром.), 1904. – Вып. I. Теория и конструкция пахотных орудий. – 281 с.
170. Шиндлер К.Г. Учение о земледельческих машинах и орудиях. – К.: Изд-во журнала «Ведомости сел. хоз-ва и пром-сти.» (Орган Южно-рус. общ. поощр. земледелия и сел. хоз-ва и пром.), 1902. – Вып. III. Политипажи, эскизы и чертежи машин-орудий современного сельского хозяйства. – 56 с.
171. Шквира З.А. Історичні аспекти формування загальної схеми конструкції стародавнього плуга / Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2001. – Вип. 6. – С. 192-198.
172. Шквира З.А. Історія започаткування аграрної освіти в Україні // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2005. – Вип. 18. – С.223-231.
173. Шквира З.А. Історія теорії розробки плуга // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2002. – Вип. 8. – С. 252-258.
174. Шквира З.А. Історія формування теорії плуга // Актуальні проблеми аграрної науки та освіти України: регіональний аспект: Матеріали II

- науково-практичного семінару / УААН, Від-ня регіональних центрів наук. забезп. АПВ, ЦНСГБ, Закарпат. ін-т АПВ. – К., 2003. – С. 65-68.
175. Шквиря З.А., Мудрук О.С. Науково-технічні досягнення і управління сільськогосподарським виробництвом на межі ХІХ-ХХ століть // Управління організацією: регіональні аспекти: Матеріали Х Міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Політехніка, 2002. – С. 352-353.
176. Шквиря З.А., Мудрук О.С. Формування конструкції плуга // Наука та наукознавство: Матеріали ІV Добровської конференції з наукознавства та історії науки. – К., 2004. – Вип. 73. – С.65-70.
177. Шквиря З.А. Факти з історії рушійної тяги ґрунтообробного знаряддя // Історія української науки на межі тисячоліть. – К., 2002. – Вип.7. – С. 198-204.
178. Шухардин С.В. Основы истории техники: Опыт разработки теоретических и методологических проблем. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 278 с.
179. Эрк Ф. Из истории становления сельскохозяйственной механики в России. – СПб.-Пушкин, 1997. – 63 с.
180. Яковец Ю.В. Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование. – М.: Экономика, 1984. – 240 с.
181. Яхінсон І. З історії хліборобської культури. – Х.: Держ. вид. України. – 1929. – 216 с.
182. Jacob-Friesen K.H. Der älteste Pflug der Welt // Natur und Volk, 1934.– S. 84- 91.
183. Jacob-Friesen K.H. Einführung in Niedersachsens Urgeschichte. - Lax. Hildeschein und Leipzig, 1939. – S. 86 – 90.
184. Kerner R.A., Bainer R., Barger E.L. Principles of farm machinery. – Westport.: Connecticut The avi publishing company, inc, 1972. – 486 p.
185. Monat, G. and Coleman F. Tillage implements. – Published in association with “Farm Mechanization” London.: Temple Press Limited, 1954. – P. 1-11.
186. Plowing with moldboard plows // U.S.Department of agriculture farmers’ bulletin, 1932. – No 1690. – 24 p.
187. Schaffer G. Veränderungen der Bodenstruktur als Folge ackerbandlicher Maßnahmen / Arb. D.Landw. - Hohenheim, 1961. – 364 s.
188. Schlebecker John T. Agricultural implements and machines in the collection of the National museum of history and technology. -Wash., 1972. – 58 p.
189. Shindler C. The problem of the motoculture. - Прага: Русский свободный ун-т, 1939. – (Записки научн. исслед. Объединения: Т.9). – С. 14-66.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 .....	5
СТАН НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ ПРОБЛЕМИ.....	5
РОЗДІЛ 2 .....	19
ІСТОРІЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРІЇ ПЛУГА У СВІТОВОМУ КОНТЕКСТІ.....	19
2.1. Періодизація історії плуга .....	20
2.2. Формування конструкції стародавнього ґрунтообробного знаряддя.....	25
2.3. Генеза плуга .....	33
2.4. Тяглова енергетика.....	60
2.5. Історія теорії плуга.....	69
2.5.1. Формування теорії конструкції плуга .....	69
2.5.2. Вплив конструкції плуга на якість оранки.....	73
2.5.3. Шляхи підвищення продуктивності орних робіт.....	79
2.6. Хронологія розвитку конструкції і теорії плуга.....	82
РОЗДІЛ 3 .....	89
РОЗВИТОК ПЛУГА В УКРАЇНІ В ХІХ – НА ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ .....	89
3.1. Орні знаряддя Київської Русі .....	89
3.2. Конструктивні удосконалення плуга вітчизняними майстровими .....	93
3.3. Етапи розвитку плугобудування в Україні.....	97
3.4. Перші дослідження плуга.....	107
3.5. Започаткування системи випробування сільськогосподарської техніки в Україні .....	112
ВИСНОВКИ.....	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	123



**Навчальне видання**

Войтюк Дмитро Григорович,  
Вергунов Віктор Анатолійович,  
Мудрук Олексій Северіанович,  
Шквира Зінаїда Андріївна

***Історія розвитку теорії і конструкції плуга  
(XIX – початок XX ст.)***

***За редакцією професора, члена-кореспондента УААН  
Д.Г. Войтюка***

Комп'ютерний набір і верстка З.А.Шквири  
Редактор Л.Л. Ткач  
Бібліографічне редагування Т.Ф.Дерлеменко

Зав. видавничим центром НАУ А.П.Колесніков

Підписано до друку 1.11.06  
Ум. друк.арк 7,9  
Тираж 100 пр.

Формат 60 x 84 1/16  
Обл.-вид.арк 7,6  
Зам № 997 від 22.11.06

Видавничий центр НАУ.  
Вул. героїв Оборони,15, Київ,03041  
Тел. 527-80-49