

*З. А. Шквиря,
канд. техн. наук, доцент,
О. С. Мудрук,
канд. техн. наук, доцент,
(Українська академія аграрних наук)*

Формування конструкції плуга

Історію науки і техніки та її минулого має критично переосмислювати кожне наукове покоління. Не можна бути освіченим інженером, фізиком чи математиком, творцем нової техніки чи дослідником, якщо задовольняти лише відомостями про те, що змінюється тепер, і не знати того, що є фундаментом сучасного стану тієї чи іншої галузі науки і техніки [1]. Як писав 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 потрібно»[2].

Техніка створюється людьми в процесі громадського виробництва і є невід'ємним елементом виробничих сил суспільства. Тому закони її розвитку необхідно вивчати на основі конкретних суспільних, соціально-економічних умов, в рамках яких відбувається удосконалення техніки, тобто на основі законів поступу людства. Завдання історії техніки полягають в тому, щоб показати її

розвиток в хронологічному порядку в системі суспільного виробництва, в різних соціально-економічних умовах тої чи іншої формації, виявити суспільну рушійну силу, показати спадщину її творців; систематизувати цей історичний матеріал, узагальнити та встановити тенденції і закономірності даного процесу. А метою вивчення історії техніки є реальна оцінка особливостей сучасного її стану і правильне визначення перспективи, прогноз майбутнього розвитку.

При вивченні тенденцій і закономірностей розвитку техніки немає ні реальної можливості, ні необхідності в дослідженні всього її спектру. Достатньо вивчити ці питання на прикладі одного з її видів, що формувався протягом найбільш тривалого часу. Із всіх різновидностей сільгоспмашин і знарядь найдовший період розвивались технічні засоби для обробітку ґрунту, зокрема плуги та їх аналоги, які зародились і почали удосконалюватися десятки тисячоліть тому назад. Очевидно, історія плуга, починаючи з його технічно примітивних форм, набагато молодша історії обробітку ґрунту взагалі [3, с. 6–10].

Заглянувши у сиву давнину, простежимо етапи формування загальної схеми конструкції плуга як головного знаряддя землероба, яке відіграло найважливішу роль в прогресі людства. Історією доведено,

що рівнем розвитку плуга та його досконалості визначається рівень розвитку землеробства, культура людей і суспільства в цілому.

Землеробство — особлива галузь людської діяльності, корені якої сягають в глибину віків, а динаміка її розвитку з примітивної форми до сучасної високоефективної знаходить історичне підтвердження археологічними розкопками та науковими дослідженнями, згідно з якими поява першого праобразу плуга в країні стародавніх шумерів датується кінцем IV тисячоліття до н. е. [4, с. 45].

Примітивне господарство базувалося на широкому використанні м'язової сили людини, озброєної найпростішими засобами праці, які частково виготовлялись самим землеробом для виконання елементарних процесів обробітку ґрунту. Таким інвентарем були заступ, лопата, кирка, граблі, мотика, трамбовка, каток, коса, серп, ланцюг [5, с. 9-24].

Першими кроками землероба при обробітку ґрунту вважається створення гакоподібного орного знаряддя — дерев'яного кілка, який за пам'ятниками глибокої давнини складався зі стовбура і відростка. Загострений відросток служив лемешем, а довгий стовбур — дишлом для тяги знаряддя рабами, на що вказує поперечина в кінці стовбура [5, с. 25; 6, с. 6] (рис. 1–3 таблиці згідно [7]).

Але ручний обробіток ґрунту на великих площах був неможливим для землероба, працюючого як тяглова сила, що привело до використання більш потужного двигуна — запряжних тварин. Така заміна мала економічні переваги. Згідно з археологічними пам'ятниками шумери, обробляючи ґрунт, замінили мускульну силу людини мускульною силою запряжних тварин за 3 тися-

чоліття до н. е. [4, с. 48]. Як запряжні тварини використовувались головним чином мули, а також і бики. Римляни запрягали зазвичай в свій плуг дві корови, надаючи перевагу їм перед молодими биками і волами. На легких ґрунтах іноді запрягали ослів. Коні використовувались римлянами для тяги плуга рідко [8, с. 308].

Через неможливість керування гакоподібним кілком з використанням виключно запряжних тварин його конструкцію було доповнено довгим стержнем — рукояткою, спрямованою в протилежний бік від дишла, за допомогою якої орач, йдучи слідом, міг би керувати цим знаряддям під час роботи [5, с. 26; 6, с. 6], що характерне для другої стадії послідовного розвитку орного шумерського знаряддя. Вірніше назвати удосконалений ґрунтообробний інвентар сохою, яку збирали з декількох частин або виробляли із цільного дерева з двома міцними відростками, протилежно розміщеними. Соха була дерев'яним знаряддям, про що свідчить і переклад її назви «дерево землероба». У ті далекі часи землеробами робилися перші спроби поєднувати операції підготовки ґрунту з посівом насіння прилаштуванням до сохи пристрою для висіву зерна [4, с. 46–47; 9, с. 28, 38] (рис. 4–6).

Перші сохи з металевим наконечником з'явилися в період між XXVIII і XXVII ст. до н. е. в Єгипті [4, с. 49; 9, с. 45]. Поява «єгипетського» плуга характеризує третю стадію еволюції орного знаряддя. Конструктивна особливість цього плуга полягає в тому, що він складався з окремих частин, а горизонтально розміщений леміш був з металевим наконечником — сошником. Леміш тепер виконував і функції подошви. Плуг став стійкі-

шим і легким в керуванні. Таким плугом можна було прокладати прямолінійні борозни і точніше регулювати глибину обробітку. Але «єгипетський» плуг був без полиці. А орне знаряддя без полиці називалось рало, яким тільки спущували ґрунт, а не перевертали пласт [4, с. 50; 5, с. 26; 6, с. 6] (рис. 7-9).

Як і шумери, римляни особливу увагу приділяли підготовці ґрунту, яка передбачала дво- і триразову оранку, боронування. Найпоширенішим орним знаряддям було рало, на загострений кінець робочого органа якого надівали знімний металевий наральник. А розміщення останнього під кутом до поверхні ґрунту робило його універсальним і дозволяло збільшити глибину розпушування та обробляти кам'янисті, жорсткі й засмічені камінням та коріннями дерев землі [4, с. 55].

Наступне удосконалення плуга відбулося в античних державах — Греції та Римі. Рало тут було основним ґрунтообробним знаряддям протягом тривалого історичного періоду. За вісім століть до н. е. в Греції Гесіодом була написана поема «Труди і дні», де він наставляє землероба, дає корисні поради, описує обробіток землі, орні знаряддя. Описаний ним плуг робився з декількох дерев'яних деталей: дишло дугоподібною скріпкою з'єднувалось з робочим органом, який мав розсоху і рукоятку. Отже, додаткова з'єднувальна ланка забезпечила надійну міцність скріплення складових знаряддя, її запровадження характеризує четверту стадію розвитку останнього [4, с. 53; 5, с. 26; 6, с. 6; 9, с. 28] (рис. 10–17).

Таким шляхом ще в колісці свого розвитку сформувалось знаряддя обробітку ґрунту, до складу якого входили три основних органи

строго визначеного призначення, а саме: власне робочий орган у вигляді похило розташованого клина, часто спорядженого залізним наконечником вельми різноманітної форми; дишло, або граділь, як приймач енергії двигуна; рукоятка-важель для керування знаряддям під час розпушування ґрунту [5, с. 26].

Сукупність перерахованих органів утворює в місці їх з'єднання основу або корпус знаряддя, скелет якого мав типову форму трикутника з виступаючими шоківинами кінцівок. Така форма скелету корпусу передбачає характерне положення клиноподібного робочого органа під кутом до горизонту, внаслідок чого знаряддя, як правило, має порівняно незначну опорну поверхню, а звідси нестійкість ходу, що вимагає постійної підтримки з боку орача. Форма і розміщення сошника у відношенні до лінії тяги знаряддя і до горизонту встановлює закономірність переміщення нижнього шару ґрунту на поверхню зораного поля. Подібні знаряддя, але більш удосконалених конструкцій відомі під назвою «шварцвальденське знаряддя», австралійське «богемське знаряддя», слов'янське «рало» та прототипи його — великоросійські «соха», існуюча з кінця I тисячоліття н. е., і «косуля» [5, с. 27].

У подальшому, на п'ятій стадії розвитку, до складу елементів знаряддя додається новий орган — підошва, яка збільшувала опорну поверхню, забезпечувала стійкість в роботі. З появою підошви типова трикутна форма скелету корпусу змінюється на не менш типову форму прямокутника [5, с. 28; 6, с. 6] (рис. 18, 19).

Наступна шоста стадія удосконалення плугу була спрямована на досягнення міцності з'єднання цих самостійних складових, збільшення

жорсткості, що забезпечувалось додатковими елементами, зокрема розміщенням поперечини між гряділем і підшовою [6, с. 6] (рис. 20, 21).

На сьомій стадії розвитку знаряддя складалося з горизонтально розміщеної основи — підшови, паралельного їй дишла — гряділя і двох прямовисно розташованих з'єднувальних ланок — стійок. Для міцності конструкції гряділь упирився не в підшову, а скріплювався з рукоятками [5, с. 28] (рис. 22). Такими були плуги китайські, індійські, турецькі з дещо ширшою підшовою. Цим завершується формування загальної схеми конструкції стародавнього плуга. Даний тип знаряддя охоплює епоху від V до XVI століття [6, с. 7].

Первинною формою найпростішого робочого органа був клиноподібний виступ основного бруса знаряддя, виконаного у формі тупого клина або клина з відростками для збільшення зони дії зануреного в ґрунт плугу. Клиноподібне знаряддя розклалося на дві самостійні складові — леміш і полицю. Але такий плуг не забезпечував рівного обрізання пласта у вертикальній площині, засипалось дно борозни. У провінції Іудеї ця проблема вирішилась кріпленням до гряділя череслового ножа, що характерно для восьмої стадії розвитку плуга. Отже, ланка, яка з'єднувала робочий орган з гряділем, теж розклалась на дві самостійні складові — ніж та стійку. Для зменшення опору ґрунту балка, яка з'єднувала робочий орган з гряділем, споряджалася гострим ребром, схожим на звичайний ніж [4, с. 57; 5, с. 30] (рис. 23, 24).

Основний брус іноді забезпечувався обополоподібним лемешем і боковими відростками у формі похило розміщеного пера, яке стало

зародком самостійно утвореного органа — полиці, призначеної разом із лемешем переміщувати сприйнятий ними ґрунт. Примітивна полиця, яка частково перевертала ґрунт, з'явилася наприкінці існування рабовласницького ладу в Греції, де велась двопільна система землеробства [4, с. 51]. Введення полиці до складу робочих органів плуга викликало необхідність у додатковому органі, 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 [5, с. 29]. Зародження примітивних полиць і польової дошки вважається дев'ятою стадією розвитку плуга (рис. 25, 26).

Одночасно з розробкою деталей знаряддя відшукувались методи відновлення стійкості його ходу в роботі. Це було досягнуто греками і римлянами введенням до загальної будови додаткового елемента — двоколісного візка під гряділь спереду або ззаду знаряддя. Плуг під назвою «римський», який мав опорні колеса, ніж — різець і полицеву дошку, існував ще в I столітті н. е. Колісний передок, який полегшив керування плугом, надав йому стійкості, дозволив регулювати ширину і глибину оранки, підвищив її продуктивність та якість, став видатним досягненням у землеробстві [4, с. 58; 5, с. 30] (рис. 27-30).

Із російських первісних знарядь зазнав технічної переробки тільки малоросійський плуг «сабан» [10]. Таким виглядав і дерев'яний «український» плуг, поява якого за археологічними даними датується IX століттям. Схожим до «українського» плуга був татарський «сабан». Він відрізнявся в основному розмірами та незначними деталями в


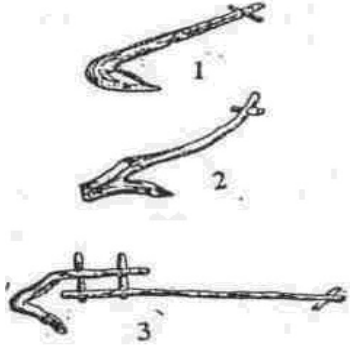

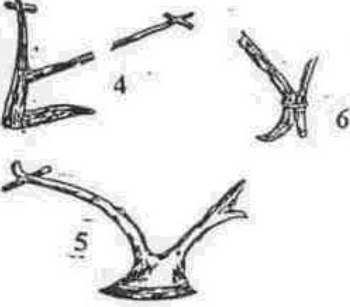
будові передка та лемеша, який у «сабана» мав форму різнобічного трикутника [4, с. 97].


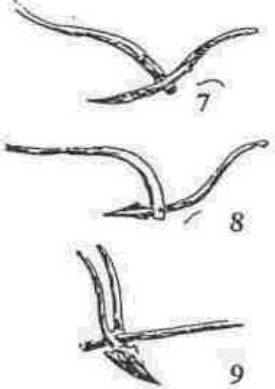

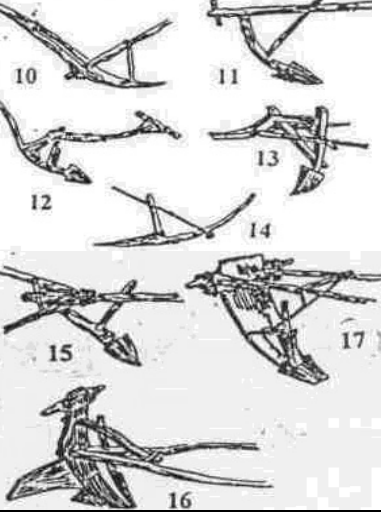

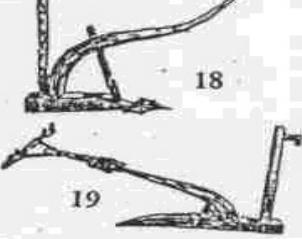

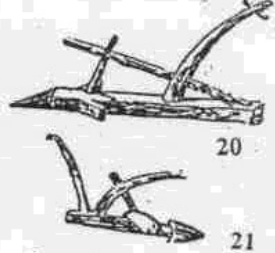
Так до XI ст. сформувався і залишався без істотних змін майже до XVII ст. найбільш досконалий тип плуга — «римський»: дві рукоятки, одностороння полиця, леміш, ніж-різак і колісний передок.

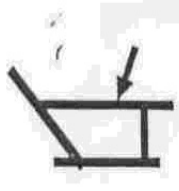
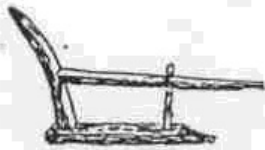


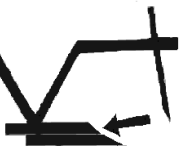
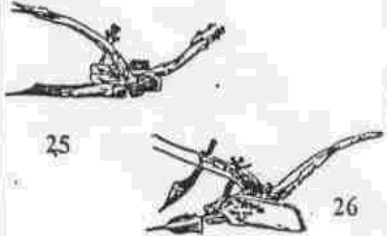

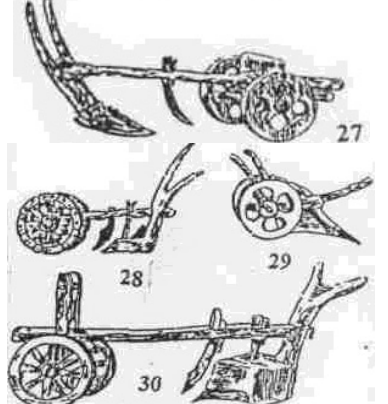

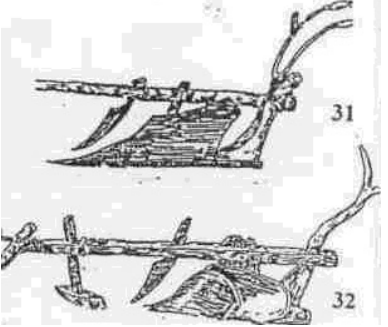
Після відкриття Колумбом Америки в кінці XV століття темпи розвитку капіталізму в Західній Європі різко зростали, розвивався торговий капітал, збільшувалась потреба в товарах сільськогосподарського виробництва. Реформа всіх галузей людської діяльності, породжена успіхами промисловості, торкнулась і землеробства. Необхідна була ко-

рінна перебудова системи ведення господарства і техніки того часу. Похитнулися основи натурального господарства і виробництво найважливішого знаряддя землероба почало поступово викристалізовуватися в самостійну галузь машинобудування. На основі вікового досвіду, практичних спостережень, математичних викладок формувалася теоретичний фундамент цієї галузі. Разом з тим в майстернях всюди відшукувалися різні форми елементів плуга, різноманітлась його конструкція, створювалися нові типи орних знарядь для задоволення потреб раціонального обробітку ґрунту і економії сил людини і запряжних тварин (рис. 31, 32).

Стадії формування схематичних ознак плуга

Стадія	Схема	Характеристика формування схематичних ознак плуга	Рисунок
I	2	3	4
I		Кривий загострений кілок, стовбур якого служив дишлом, а відросток – лемешем для розпушування ґрунту. Такі знаряддя зображені на старих сіракузьких, іспанських монетах і пам’ятниках в Етрурії.	
II		Для керування рухом знаряддя доповнилось довгою рукояткою, спрямованою у протилежний відносно дишла бік. Цей тип знарядь (“соха”) зображений на римських та грецьких пам’ятниках і монетах часів Юлія Цезаря.	

1	2	3	4
III		<p>Знаряддя складалось з 2–3 окремих частин. Робочий орган, тобто нижній кінець кілка, здебільшого забезпечувався металевим наконечником-сошником, що запобігало інтенсивному зношуванню, а верхній — виконував роль рукоятки. Такими були безполицеві староегипетські, старогрецькі і римські знаряддя, відомі як “рало”.</p>	
IV		<p>Використання поперечини для більшої жорсткості складових частин. У такому вигляді знаряддя було більш пристосоване для запрягання тварин. Найбільш відомими були:</p> <ul style="list-style-type: none"> - староегипетське (10, 14); - німецьке (11); - китайське знаряддя (12); - австрійське (13); - рало (15); - косуля (16); - соха (17). 	
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 з Греції, Італії та Південної Франції.</p>	

1	2	3	4
VII		<p>Гряділь, стійка, підшва і рукоятки знаряддя утворювали чотирикутник; гряділь упирався не в підшву, а скріплювався з рукоятками. Цим завершилось формування загальної схеми плуга.</p>	 <p>22</p>
VIII		<p>Введення череслових ножів характерне для єврейських (23) та кавказьких (24) плугів.</p>	 <p>23 24</p>
IX		<p>Зародження примітивних полиць для кращого розпушування та переміщення ґрунту, а також польової дошки для стійкості ходу. Характерно для римських плугів.</p>	 <p>25 26</p>
X		<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>27 28 29 30</p>
XI		<p>Фландрський (31) і брабантський (32) плуги (Нідерланди) завершили формування загальної схеми знаряддя, для якого характерні увігнута, злегка викривлена полиця та опуклий леміш, башмак замість колісного передка.</p>	 <p>31 32</p>

ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛУГА

1. *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. 6.
2. *Вернадский В. И.* Очерки и речи. — Л., 1922. — С. 113.
3. *Сакун В. А.* Закономерности развития мобильной сельскохозяйственной техники. — М.: Колос, 1994. — 162 с.
4. *Халанский В. М.* Экскурсия за плугом. — М.: Колос, 1974. — 207 с.
5. *Шиндлер К. Г.* Машины — орудия современного сельского хозяйства. — К.: Печатня С. П. Яковлева, 1904. — 208 с.
6. *Горячкин В. П.* К истории плуга // Собр. соч. в 3 т. — М.: Колос. — 1968. — Т. 2. — С. 5–9.
7. *Шиндлер К. Г.* Политипажи, эскизы и чертежи машин-орудий современного сельского хозяйства: Атлас, 1902. — 56 с.
8. *Известия* Бюро по сельскохозяйственной механике. — 1913. — Вып. 7.
9. *Краснов Ю. А.* Древнейшие упряжные пахотные орудия. — М.: Наука, 1975. — 183 с.
10. *Горячкин В. П.* Очерки с. х. машин и орудий. — СПб.: Изд-во журнала «Хозяин», 1906. — Вып. 2. Плуги. — 164 с.