

Змістовий модуль 1

РОЛЬ І ПРИЗНАЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

Вступ

Металорізальний інструмент є одним з важливих знарядь виробництва. Він використовується при обробці різанням різних деталей на металорізальних верстатах. При цьому зрізується частина матеріалу заготовки у вигляді стружки до отримання необхідної поверхні деталі. В порівнянні з іншими способами обробки різання забезпечує високу точність, продуктивність виробничого процесу, створює можливості швидкого переходу від обробки заготовки одного розміру до обробки заготовок інших розмірів.

Різальні інструменти з'явилися в доісторичні часи. З їх створенням почався хід людини по ступенях історичного розвитку. Інструменти стоять біля витоків цивілізації.

Історія розвитку науки

Людство почало освоювати металообробку на зорі своєї появи. Цей важливий технологічний процес супроводжував становлення цивілізації протягом усіх тисячоліть. Метали дали назв цілим епохам розвитку первісного суспільства: мідний вік, бронзовий, залізний.

Розвиток технології механічної обробки почався з застосування цілеспрямовано змінених предметів природи з каменю, дерева, рогів і кісток, що використовувалися в якості допоміжних засобів та інструментів. Завдяки археологічним знахідкам, що належать до раннього періоду кам'яного віку, нам відомі прості кам'яні, ще не оброблені інструменти, які використовувалися в якості клина і важеля. При цьому людина освоювала різні властивості матеріалів.

На зорі розвитку людської культури одними з перших знарядь, якими користувалися люди в процесі своєї праці, були кам'яні знаряддя. Уже в епоху неоліту людина досягла великої майстерності у виготовленні найрізноманітніших кам'яних знарядь: скребків, різців, наконечників, голок, кинджалів, сокир, молотків, доліт, мотик, серпів, напилків (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Перші знаряддя праці

Першою сходинкою розвитку техніки механічної обробки слід, мабуть, вважати застосування обробленого і пристосованого для певної задачі інструменту. Вже тоді існували різні способи обробки. З ударного руху клином, затиснутим в кулаці, розвинулося довбання; надання клину поздовжнього руху під тиском призвело до виникнення шабріння і пиляння. Це все схожі загальні за характером способи обробки, оскільки формоутворення здійснюється під впливом ріжучого клина. Рухи, які необхідно відтворити для таких робіт, переважно прямолінійні.

Обертальні робочі руху же людині рукою відтворити важче. Цей факт вже на початку кам'яного віку (5000-2000 років до н. е.) привів до появи механічних допоміжних пристроїв. Одна з найбільш чудових конструкцій пристроїв того часу – так званий натяжно-ремінний (шнуровий), або лучковий, привід. З його допомогою можна перетворити більш зручний зворотно-поступальний рух руки в обертальний рух із змінним напрямом обертання. Найдавніше зображення такого приводу знаходиться на барельєфі гробниці єгипетського фараона Ті поблизу Сахари, воно відноситься приблизно 2500 р. до н. е. – столяр тримає дриля з лучковим приводом. На рис. 1.2 показана частина розпису в гробниці Решміре, що відтворює один з варіантів застосування натяжно-шнурового (лучкового) приводу.

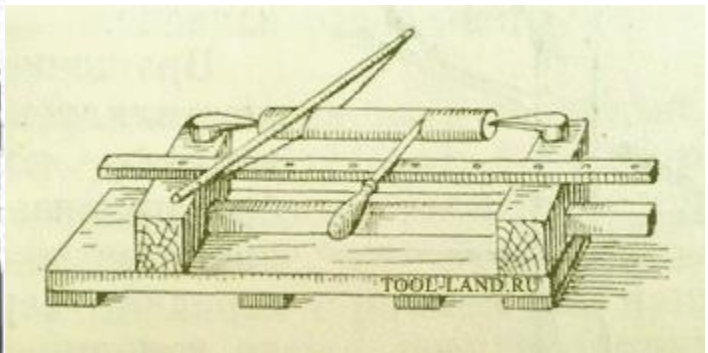


Рисунок 1.2 – Свердління з використанням шнурового лучкового приводу

Кам'яні знаряддя були крихкими, часто ламалися, а зростаюча виробнича діяльність людей вимагала більш міцних знарядь. Тому в III-I тисячоліттях до н. е. на зміну каменю прийшли мідь, олово і бронза. Першим металом, доступним людям, була викопна мідь. Її знайшли на поверхні землі випадково. Близько 8-9 тисяч років тому цю мідь вже не тільки знаходили, але і обробляли, хоча про повноцінну металообробку мови не йшло. Після міді була освоєна бронза, що представляє собою сплав міді та олова. Багато бронзових виробів дійшли до наших днів – і їх витонченість вражає. Так, за сучасними мірками вони виглядають досить грубо, але для того часу це просто вершина майстерності (рис. 1.3).

Вчені вважають, що бронза була винайдена випадково – просто в якийсь момент змішали в процесі плавлення мідь і олово. Новий метал вийшов більш твердим, але при цьому пластичним і легко піддавався обробці. Знаряддя праці з бронзи були в рази зручніше і практичніше, ніж мідні або кам'яні – міцніші і довговічніші, при цьому були досить легкими.

Знаряддя, виготовлені з бронзи (рис. 1.4), були міцними, але їм бракувало твердості і гостроти кам'яного знаряддя. Тому бронза не могла витіснити кам'яні знаряддя.



Рисунок 1.3 – Металеві прикраси



Рисунок 1.4 – Бронзові знаряддя праці

Залізний вік прийшов на зміну бронзовому на початку першого тисячоліття до нашої ери.

Наступний значний крок у розвитку техніки обробки матеріалів доводиться на відкриття і застосування металевих матеріалів.

Основна кількість предметів із заліза відносяться до третього століття, але технічно металообробка метеоритного заліза почалася набагато раніше. У якийсь момент люди навчилися видобувати залізо з надр планети, а не просто збирати на

поверхні залишки метеоритів. Це був один з ключових моментів розвитку людства – люди зрозуміли, що покладів металу набагато більше, його можна знайти де завгодно.

Розвиток ремесла настійно вимагав створення такого матеріалу, який поєднував би в собі міцність бронзи і твердість каменю. Таким матеріалом стало залізо. Воно дало реміснику знаряддя такої твердості і гостроти, яким не міг протистояти жоден камінь, жоден з відомих тоді металів.

Спочатку предмети побуту і прикраси виготовляли з самородків. Більшого поширення метали отримали лише після того, як були відкриті їх здатності до плавлення і легування. Численні знахідки залізної зброї, інструментів, прикрас є доказами високого рівня розвитку технології обробки ще в стародавні часи (рис. 1.5).

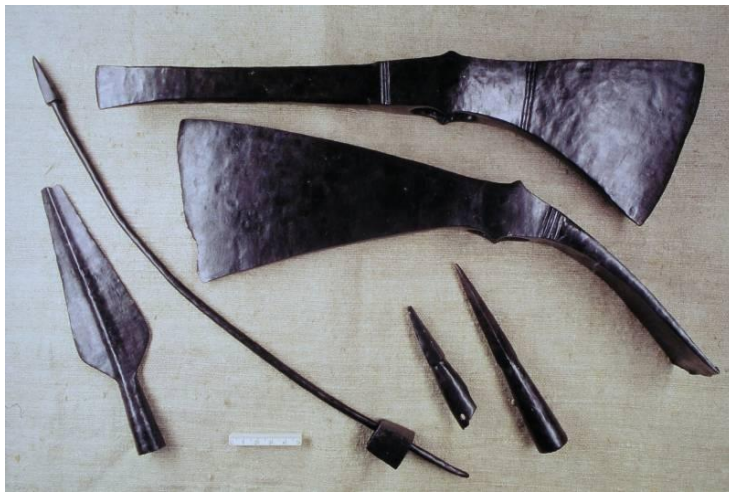


Рисунок 1.4 – Металеві знаряддя праці

Згідно з даними археологів і учених, перші спроби впливу на метали робилися ще в доісторичну епоху. Матеріалом служило метеоритне залізо, мідь, золото. Методом холодного кування люди вчилися виготовляти з металів перші інструменти.

Вважається, що виплавка в сиродутній печі зародилася в Індії в XII столітті до н. е. Майже одночасно ця технологія почала застосовуватися на Кавказі і в Анатолії (Османська імперія, територія сучасної Туреччини).

Також виявлені свідчення використання заліза при виплавці і виготовленні знарядь та інструментів в 1200 році до н. е. в Африці на південь від Сахари. Коване залізо застосовувалося вже в першому тисячолітті до нашої ери.

У стародавній Русі також вміли добре зварювати залізо, проводити цементацію, ковку, чеканку, механічну обробку і виготовляти вироби високої якості.

Знайдені при археологічних розкопках залізні вироби в ряді країн, що відносяться до другого залізного віку (так звана епоха Тена, приблизно 500 років до нашої ери), свідчать про високий рівень металообробки. Проміжок часу, за який технологія обробки досягла такого високого рівня, з позицій технічного прогресу, який став для нас само собою зрозумілим, надзвичайно великий. Античні часи характеризуються стрімким розвитком усіх ремесел. Розкопки в Греції, Малій Азії, Єгипті та Італії дають достатньо

доказів і розвитку художніх способів обробки металів. Описані Плініусом близько 77 р. н. е. інструменти і способи обробки переконують в різнобічній кваліфікації античних майстрів і ремісників.

Передана Плінієм легенда про винахід токарного верстата Федором Самосским і письмові джерела – короткі повідомлення Вітрувія, Плінія і Орібазій – на жаль, хоча і не пояснюють пристрій такого античного верстата, але умовно розглядається як вказівка на те, що токарний верстат, можливо, з'явився в VI в. до н. е. (рис. 1.6).

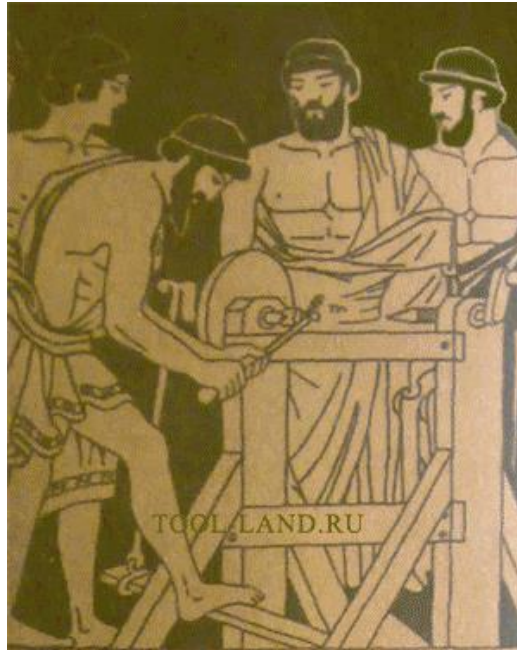


Рисунок 1.6 –Токарний верстат грецького майстра Феодора

Перший наявний опис ремісничого мистецтва в Німеччині належить перу Бенедиктинського ченця Теофілус Пресбітерія і відноситься приблизно до 1100 р. н.е. У його книзі описані способи роботи різцями, штихелями, напилками, ножами, кліщами, шаберами, волочильними дошками, а також різними шліфувальними і полірувальними засобами, що відображає високий рівень середньовічного ремесла передових країн Європи і Сходу.

Машини, створені спеціально для обробки металів, імовірно, почали з'являтися в Греції в 1200 році до нашої ери. Подібні пристрої були виявлені і в Єгипті приблизно в той же період.

Близько 500 років до нашої ери з'явився примітивний токарний верстат – це була проста система, в якій заготовка затискалась лецатами, помічник її обертав, а майстер виточував різьблення. Спочатку на таких верстатах обробляли дерево і кістку, пізніше – метал.

Одним з перших металообробних верстатів є пристрій, що нагадує механічну швейну машину з педальним приводом (рис.1.7). Натискання ногою на педаль запускало обертання металевої заготовки. До неї притискали долото, стамеску і в

процесі такого механічного впливу деталь брала потрібну форму. Це називалося виточування.



Рисунок 1.7 – Пристрій для обробки

Одне з найвідоміших свідоцтв розвитку ремісничого мистецтва в період пізнього середньовіччя, в XV столітті, представлено в книзі «Домашня книга Мендельської спільноти дванадцяти братів з Нюрнберга». Взяті з цієї книги ілюстрації показують, наприклад, обробку дерев'яних деталей на токарному верстаті з верхньою гойдалкою або коромислом (близько 1425 р.), а також полірування лат на полірувальному колі, що приводиться в обертання водяним колесом (близько 1523 р.).

Розвиток нової технології йшов насамперед від техніки виробництва зброї. Опис та ілюстрації способів свердління гарматних стволів (1480-1539) містять багато цінних відомостей з видобутку й обробки металів, що, безсумнівно, мало велике значення в розвитку металообробки, давало уявлення про рівень розвитку обробки різанням на той час.

У найбільш фундаментальній і значній праці чеського вченого Георгія Агріколи (1494-1555), опублікованій в 1556 р, що представляє собою енциклопедію гірничих знань того часу, також міститься багато цікавих відомостей з металообробки та дається опис ряду механізмів і засобів праці.

Леонардо да Вінчі, далеко випередивши свій час, представив в своїй книзі ескізи чудових пристроїв і машин для різних технологічних процесів, наприклад токарної машини (рис. 1.8) з маховиком, колінчастим валом і педальним приводом і верстата для нарізування ходових гвинтів (рис. 1.9) з двома ходовими гвинтами для паралельного переміщення санчат.

У книзі Жака Бессона, що вийшла в 1578 р. приведені малюнки, що ілюструють нарізування різьби на токарному верстаті з ходовим гвинтом і точіння овалу за шаблоном на токарному верстаті (рис. 1.10).

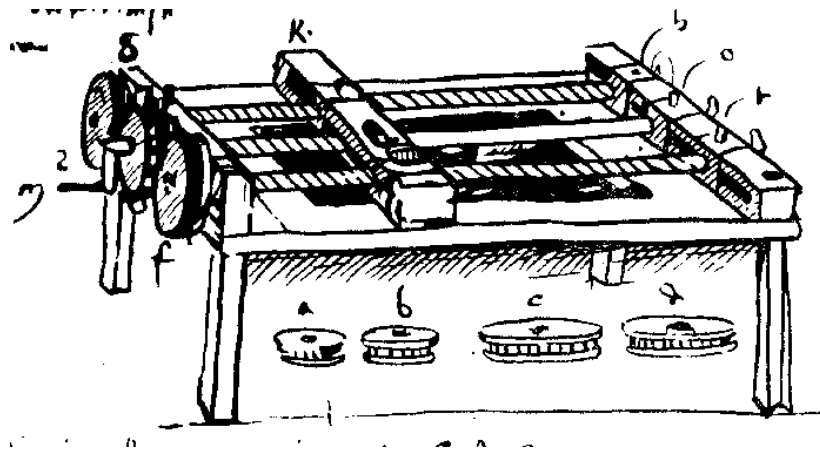


Рисунок 1.8 – Токарний пристрій з маховиком

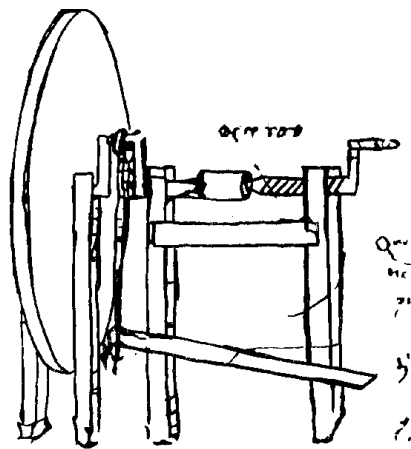


Рисунок 1.9 – Токарний пристрій з ходовим колінчастим валом і педальним приводом

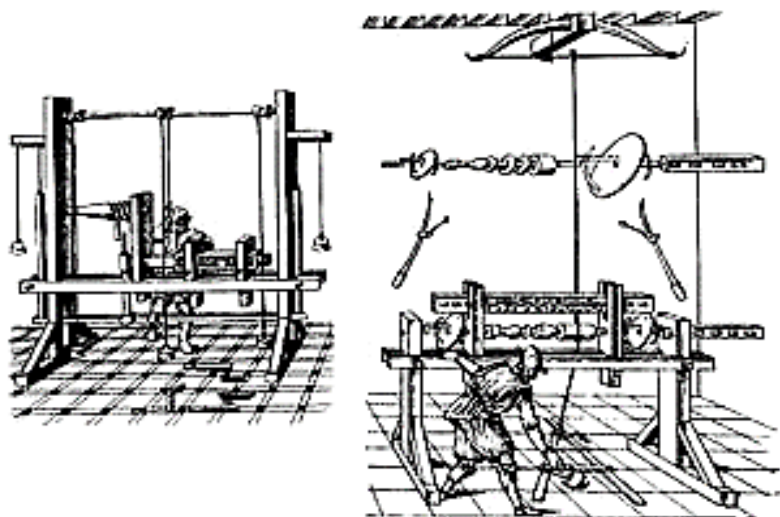


Рисунок 1.10 – Нарізання різьби на гвинтовому токарному пристрої та токарна обробка овалу за шаблоном

У середні століття з'явилися машини, що працюють за рахунок падаючої води. Приблизно в цей же час були винайдені і набули широкого поширення ручні інструменти для обробки металу: пилки, свердла, молотки.

До кінця XVIII ст., поки не почалася промислова революція, металообробка велася старими способами. Але багато стало змінюватися в 1775 році, коли Джон Уїлкінсон винайшов пристрій для виточування циліндрів – це відкриття забезпечило поштовх для створення парового двигуна.

Значною подією, що призвела до стрімкого прогресу в технології, був винахід парової машини. Однією з умов її роботи була висока точність виготовлення робочих поверхонь циліндра. У 1760 р. англієць Річард Рейнольдс зазначив у своєму щоденнику, що в результаті ручного шліфування деталі з сірого чавуну з циліндричним отвором була досягнута така ступінь точності, що різниця між більшим і меншим діаметрами не перевищувала товщини його мізинця. На обробку циліндра діаметром близько 1200 мм потрібно в той час більше 27 днів. Розроблені Джоном Смітом і Джоном Уїлкінсоном способи свердління (рис.1.11). циліндричних отворів, у багато разів підвищували якість оброблюваних деталей, дозволили Джеймсу Уатту перейти до промислового виробництва парових машин (винахід парової машини відноситься до 1769 г.).

XVIII ст. ознаменувалося великим числом поліпшень і створенням нових способів обробки і машин, що викликало корінні зміни в усіх галузях виробництва.

Верстати для обробки дерева, кістки та інших матеріалів існували вже в далекій давнині, але були дуже примітивні. Найбільш поширений був токарний, лучковий верстат (рис. 1.12) з ножним приводом, ріжучий інструмент якого, тобто найголовніший механізм знаряддя, робочий тримав в руці.

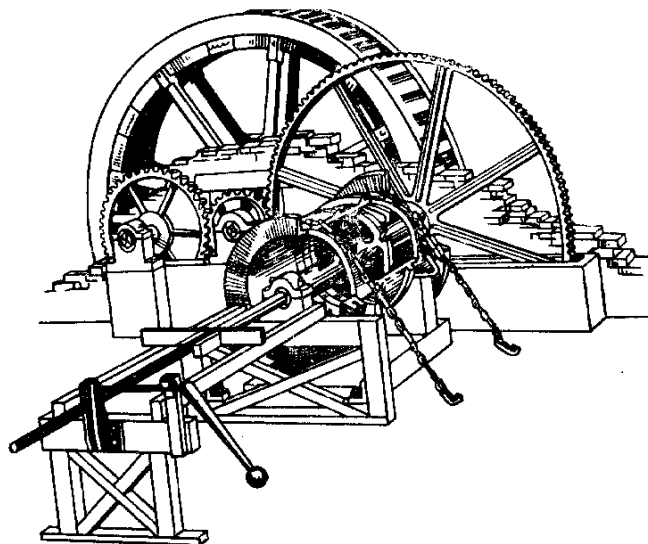


Рисунок 1.11 – Спосіб свердління циліндра за Уїлкінсоном

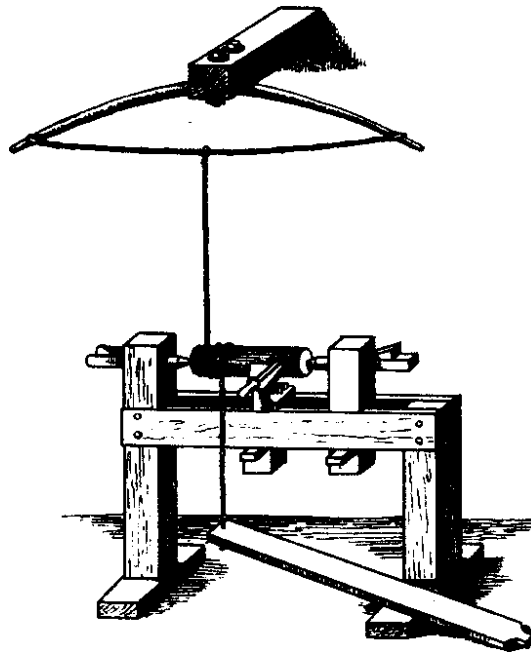


Рисунок 1.12 –Токарний верстат по дереву

Для перетворення ж такого верстата в робочу машину необхідний був різцетримач (супорт), тобто механізм, який заміняє руку людини при роботі на верстаті.

Вельми цінний матеріал з техніки металообробки міститься в книзі французького вченого і конструктора Шарля Плюм'є, яка була в 1716 р. переведена на російську мову за розпорядженням Петра I і зберігалася в єдиному рукописному примірнику в його бібліотеці. Токарне мистецтво, яке виникло в далекій давнині, в XVII-XVIII ст. було одним з найважливіших видів художнього ремесла. Під токарною справою в той час мали на увазі всі види обробки на верстатах за допомогою різучих інструментів, крім свердління і розсвердлювання. На токарних верстатах обточували зовнішню і внутрішню поверхню виробів, гравірували на дисках і циліндрах і тощо.

У 1755 р. видатний російський механік і машинобудівник А. К. Нартов закінчив рукописну книгу-альбом, який представляв собою узагальнюючу працю з верстатобудування і містив ряд відомостей по обробці металів і дерева. Ця праця А. К. Нартова відображає його власний багаторічний досвід роботи, а також досягнення механіків кінця XVII - початку XVIII ст. ряду країн і тому дає уявлення про рівень технічних знань XVIII ст. Зокрема, у другому розділі Нартов дає опис свого найважливішого винаходу в області верстатобудування – механічного супорта. А. К. Нартов, побудував в 1718-1729 рр. ряд токарно-копіювальних верстатів, що мали механічний супорт (рис.1.13), який він називав «держалкой».

А. К. Нартов створив конструкції багатьох металорізальних верстатів і зробив ряд інших винаходів і удосконалень в області машинобудування і технології.

Оригінальні верстати Нартова – токарні, токарно-гвинторізні, копіювальні, виготовлені в 1712-1729 рр., збереглися до нашого часу (рис.1.14).

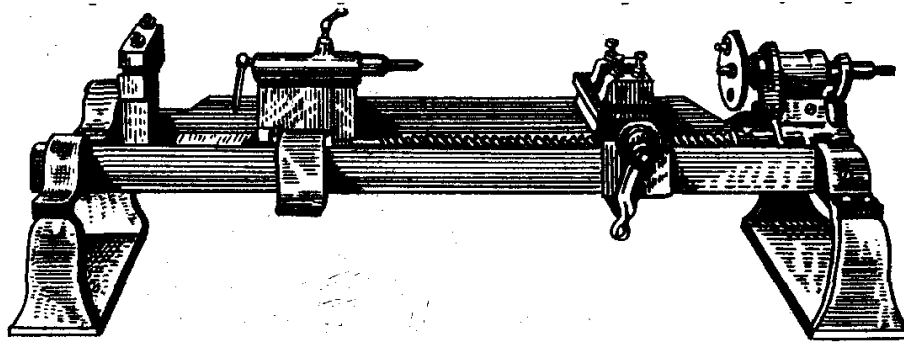


Рисунок 1.13 –Токарний верстат з супортом А.К. Нартова (реконструкція)

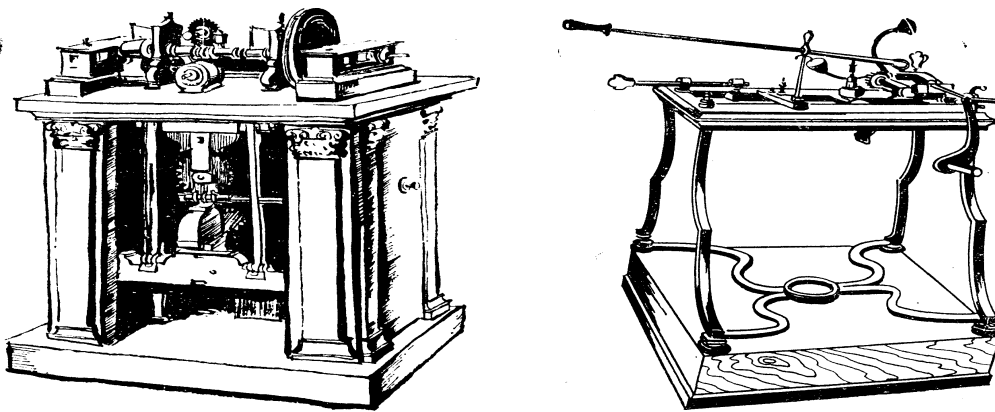


Рисунок 1.14 –Токарно-копіювальний верстат і зубофрезерний верстат
А. К. Нартова

Незважаючи на чудові роботи Нартова і високу оцінку, яку його діяльність і знання отримали на батьківщині і в ряді країн, винайдений ним супорт не чинив істотного впливу на практичний розвиток техніки токарного виробництва – в той час супорт отримав лише обмежене застосування.

До ідеї застосування супорта в токарних верстатах повернулися в кінці XVIII в. У знаменитій «Французької енциклопедії» Дідро в 1779 р. дає опис пристосування для токарних верстатів, що нагадує принцип супорта, реалізований А. К. Нартова.

Трохи пізніше, в епоху промислового перевороту, піддавшись подальшого вдосконалення в Англії (роботи механіка Г. Модсли, який створив в 1794 р. хрестовий супорт до токарного верстата з двома каретками, що переміщаються за допомогою гвинтів: одна каретка дозволяла створювати необхідний тиск різця на заготовку, а інша пересувала різець вздовж заготовки), він відіграв велику роль для переходу від виготовлення машин вручну до їх машинного виробництва.

Застосування супорта дозволило використовувати машинний інструмент, створювати високопродуктивні, багатоінструментальні верстати, що дозволяють виготовляти різні деталі машин з високим ступенем точності і швидкості. Представлений на рис. 1.15 токарний верстат з супортом, що мають механічний привід руху подачі, запропонований Модслі був однією з прогресивною конструкцією.

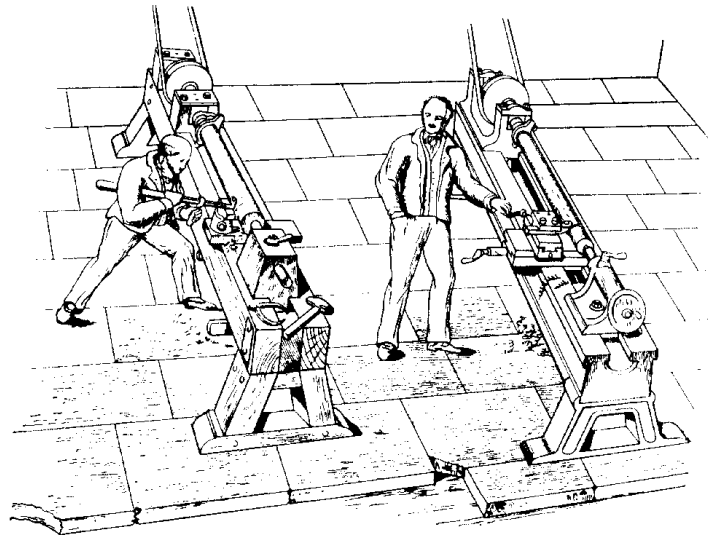


Рисунок 1.15 – Обробка на токарному верстаті звичайного виконання і на токарному верстаті з механічним супортом Модслі

На початку XIX ст. супорт був перетворений в досконалий механізм і в модернізованій формі перенесений з токарного верстата на інші, що застосовуються для виготовлення деталей машин: револьверні, шліфувальні, фрезерні, стругальні.

Карл Кармарш, один з великих технологів XIX ст., під час своєї служби в якості директора політехнічного навчального закладу в Ганновері і пізніше як професор механічної школи в Ганновері виступив за поділ технології на механічну і хімічну. Особливо видатними є його праці: «Введення в механічне вчення технології», «Основи механічної технології» та «Довідник по механічній технології».

Систематичний виклад механічної технології слід вважати початком технології обробки матеріалів як науки. У вищих технічних школах стали створюватися кафедри механічної технології. Було покладено початок дослідженням процесу механічної обробки різанням. В кінці XIX ст. американець Фредерік Тейлор спільно з Уайтом створив швидкорізальну сталь і поставив численні досліди по встановленню оброблюваності і визначенню стойкостних властивостей ріжучих матеріалів. Знаменита робота Тейлора «Мистецтво обробки металів» зробила істотний вплив на механообработку різанням. Завдяки подальшому розвитку ріжучих матеріалів було дано поштовх створенню металорізальних верстатів великої потужності.

У XIX ст. були розроблені всі основні способи механічної обробки різанням, а в XX ст. почалося їх вдосконалення, підвищення точності виготовлення. Індустріалізація виробництва товарів призвела до значного кількісного збільшення їх випуску. Рівень розвитку металорізальних верстатів придбав зростаюче значення як оціночний критерій для продуктивних можливостей тієї чи іншої виробничої структури. Завдяки роботам щодо вдосконалення ріжучих матеріалів, стало можливим (за період близько 100 років) значне збільшення швидкості і продуктивності різання. У другій половині XIX ст. виникла наука про різанні металів, коли зросла потреба в продуктивності обробки металів різанням у зв'язку з розвитком залізничного та водного транспорту.

Виділяють чотири етапи розвитку науки про різання металів.

Перший етап розвитку науки про різання металів. Наукове обґрунтування явищ, що відбуваються при різанні металів, було зроблено в Росії професором С.-Петербурзького гірничого інституту І. А. Тіме (1838-1920 рр.). У своїх працях «Опір металів і дерева різанню» (1870 р.) і «Мемуари про стругання металів» (1877 р.), виданих російською та французькою мовами і дещо пізніше на німецькому.

Він провів дослідження процесу стружкоутворення, створив схему цього процесу, дав класифікацію стружок, запропонував формули для знаходження сили різання і усадки стружки. Слідом за Тіме проф. П. А. Афанасьєв і акад. А. В. Гадолин запропонували нові рівняння для розрахунку сили різання з урахуванням сил тертя по передній і задній поверхнях різця.

У своїх дослідках на Луганському заводі І. А. Тіме детально досліджував всі найважливіші питання стружкоутворення при обробці пластичних і крихких матеріалів. Ним вперше була описана механіка утворення стружки і на підставі дослідів, проведених в різних умовах, складена класифікація типів стружок, загальноприйнята в даний час.

Значний внесок у розвиток науки про різанні металів вніс проф. К. А. Зворикін (1861-1928 рр.). Він створив схему сил, діючих на різець в процесі різання, що діють на контактних поверхнях інструменту, і дав аналітичну формулу для визначення кута зсуву, якісно визначальну вплив факторів процесу різання на цей найважливіший показник стружкоутворення, сконструював і вперше застосував у своїх експериментальних дослідженнях самопишучий гідравлічний динамометр. К. Л. Зворикін запропонував формулу для розрахунку питомої сили різання, на підставі якої встановив, що при обробці різних конструкційних матеріалів ширина і товщина шару, що зрізається, на головну складову сили різання впливають не однаково. Схема сил, запропонована К. А. Зворикіним, з доповненнями, зробленими проф. С. С. Рудником, дійсна і в даний час. У 1893 р. була опублікована робота К. А. Зворикіна. У ній вперше дано основне рівняння процесу стружкоутворення, що встановлює зв'язок між кутом зсуву та умовами контакту стружки з передньою поверхнею різального інструменту.

У 1896 р. була опублікована монографія А. А. Брикса, в якій наведено глибокий аналіз робіт вітчизняних і зарубіжних досліджень і зроблені спроби їх узагальнення, в якій були розглянуті елементи механіки процесу різання металу.

І. А. Тіма, П. А. Афанасьєв, А. В. Гадолин, К. А. Зворикін, А. А. Брике та ін., своїми роботами вперше (1865-1900 рр.) заклали основи механіки різання металів.

Другий етап розвитку науки про різання металів.

Дореволюційна Росія, незважаючи на висококваліфіковані інженерні і наукові кадри, мала слабо розвинене машинобудування. Продукція машинобудування в 1913 р. становила в ціннісному вираженні лише 6,8% від продукції великої промисловості. У 1913 р. в Росії було виготовлено лише близько 1500 верстатів і потреба країни в них

задовольнялася головним чином за рахунок ввезення їх з-за кордону. Росія в той час була обладнана сучасними знаряддями виробництва вчетверо гірше Англії, уп'ятеро гірше Німеччини, вдесятеро гірше Америки.

У другій половині XIX ст. з'являються такі інструменти, як спіральне свердло, розгортка, зенкер, різноманітні фрези, в тому числі затиловані фасонні фрези для обробки зубчастих коліс. В кінці XIX і початку XX ст. стали використовувати у виробництві такі складні інструменти, як черв'ячні фрези, зуборізні довбачі, гребінки та ін. У двадцяті роки XX ст. був створений такий інструмент, як протяжка, який в даний час широко застосовується в силу високої продуктивності і якості обробки. В цей же період починають застосовувати всілякі комбіновані інструменти, набори інструментів, що дозволяють поєднувати різні операції.

В кінці XIX ст. в області різання металів починає працювати американський дослідник Ф. Тейлор. Формули Ф. Тейлора для розрахунку сили і швидкості різання, призначені для вирішення приватних практичних завдань, являли собою тільки статистичний опис емпірично накопиченої інформації і не зачіпали фізичної сутності процесу різання. Всі подальші роботи російських вчених спрямовані по шляху дослідження фізичних явищ при різанні в усьому їх різноманітті.

Новий напрямок в дослідженні процесу різання металів було створено майстром-механіком Петербурзького політехнічного інституту Я. Г. Усачовим (1873-1941 рр.).

Якщо І. А. Тіме і К. А. Зворикіна можна назвати основоположниками механіки процесу різання, то Я. Г. Усачова – основоположником фізики різання металів. Він вперше застосував мікроскоп при вивченні процесу різання металів. Це дозволило йому довести, що, крім «площини сколювання» (встановленої Тіме) мають місце «площини ковзання», що представляють собою кристалографічні зрушення.

Вперше для вивчення процесу утворення стружки Я. Г. Усачов використовує металографічний метод, більш досконалий, ніж візуальний, що застосовувався його попередниками. Металографічний аналіз коренів стружок дозволив йому виявити ряд нових невідомих фактів і, зокрема, розробити теорію наростуутворення, встановив явище зміцнення (наклеп) обробленої поверхні, більш достовірну, ніж панувала в той час теорія Тейлора.

Я. Г. Усачов перший розробив методи вимірювання температур на поверхнях різця і експериментально визначив залежність температур від швидкості різання, глибини різання і подачі. У своїх дослідженнях Усачов застосував калориметр і створені ним термопари (використовуються і в наші дні).

Вивчаючи температуру різання, Я. Г. Усачов встановив інтенсивність впливу на неї глибини різання, подачі, швидкості різання, згодом підтверджену аналітичним шляхом. Зусиллями І. А. Тіме, К. А. Зворикіна, Я. Г. Усачова та ін. була створена вітчизняна школа різання металів, що вивчила корінні питання процесу різання та набагато обігнала зарубіжні дослідження.

Основні результати його досліджень опубліковані в 1915 р. в роботі «Явища, що відбуваються при різанні металів». Після революції та громадянської війни в Росії

почався процес індустріалізації (1920-1930 рр.). Поштовхом для вивчення науки різання послужив початок бурхливого розвитку машинобудування, як основи індустріалізації країни. Були побудовані верстатобудівні та інструментальні заводи, створені конструкторські бюро.

У період з 1900 по 1917 рр. в Росії почала сильніше розвиватися промисловість. Швидкості різання верстатів за останні 20 років зросли майже в 10 разів. Для будівництва різних заводів необхідно було будувати машини, деталі яких виготовлялися різанням.

За радянських часів (1918-1935 рр.) А. Н. Челюсткін своїми дослідженнями розвинув формулу К. А. Зворикіна для визначення сили різання, врахувавши вплив геометричних параметрів різця, і в 1925 р. опублікував працю «Вплив розмірів стружки на зусилля різання металів». Ця робота стала результатом критичного аналізу літератури з різання металів та проведення великої кількості дослідів. Його внесок полягає в тому, що він на досвіді перевірів і систематизував дані, отримані раніше іншими вченими.

У 1936 р. при Технічній Раді НКТП була створена Комісія з різання металів в складі Є. П. Надеїнської (голова), А. І. Каширіна, В. А. Кривоухова, І. М. Безпрозваного і С. Д. Тиша, яка провела велику дослідницьку роботу по встановленню найголовніших стійкісних і силових залежностей.

Протягом п'яти років Комісія з різання металів була всесоюзним центром з планування та координації всіх науково-дослідних робіт з різання металів в Радянському Союзі. За ці роки було виконано близько 250 наукових досліджень і узагальнено досвід заводів. Дослідження проводилися колективами, очолюваними А. В. Панкіним, С. Ф. Глебовим, В. Д. Кузнецовим, В. А. Кривоуховим, Н. І. Резніковим, М. Н. Ларіним, П. П. Грудовим, П. А. Ребиндером та ін.

Третій етап розвитку науки про різання металів.

1937 – 1940 рр. була доведена можливість обробки чорних металів твердосплавними інструментами особливої форми зі швидкістю різання, яка доходить до 250 – 300 об/хв. З 1940 р. на ряді провідних заводів починають застосовувати різці і фрези з пластинками твердих сплавів, що працюють на високих швидкостях різання.

У роки Великої Вітчизняної війни вчені всі свої сили віддали вирішенню ряду практичних завдань, що підвищують продуктивність праці і якість продукції оборонної промисловості.

Післявоєнний період у розвитку науки про різання металів характерний широким фронтом теоретичних досліджень самих різних сторін процесу різання. При цьому змінюються як характер, так і методи досліджень.

Якщо в довоєнний період панували експериментальні методи, то надалі вони органічно поєднуються з аналітичними методами. Якісно змінилися методи і засоби експериментів. Для вивчення різних сторін процесу різання широко застосовуються високошвидкісна кінозйомка, поляризаційно-оптичний метод, метод радіоактивних

ізотопів, рентгеноскопія та електроноскопія, сканування тощо. Розроблена спеціальна апаратура, яка дозволяє проводити фізичні дослідження процесу різання.

Великий експериментальний матеріал, накопичений в результаті проведених досліджень, дозволив приступити до розробки загальної теорії процесу різання. Г. І. Грановський, В. А. Шишков, С. С. Петрухін та ін. розробили кінематику різання – розділ науки про різання металів, що вивчає принципові кінематичні схеми різання та дійсні (робочі) геометричні параметри інструментів, що визначають характер стружкоутворення, зношування та стійкість інструментів. Відомих успіхів досягла методика вибору мастильно-охолоджуючих рідин, оптимальних для конкретних умов роботи.

Отримала розвиток і теорія оброблюваності металів і сплавів.

Підвищення потужності і швидкохідності металорізальних верстатів зажадало розробки теорії стійкості процесу різання. В результаті досліджень А. І. Каширіна, Н. А. Дроздова, Л. П. Соколовського, Л. К. Кучми, В. А. Кудінова, В. Н. Подураєва була створена теорія коливань при різанні металів, що поклала початок розрахунку металорізальних верстатів на вібростійкість.

Четвертий етап розвитку науки про різання металів.

Четвертий етап розвитку науки про різання металів починається приблизно в 50-х роках ХХ ст. Як і в попередніх етапах, початку нового етапу розвитку науки сприяла інтенсивна розробка нових матеріалів для різальних інструментів, які змогли б мати характеристики на порядок вище вже наявних інструментальних матеріалів. Так новим матеріалом став алмаз.

Алмаз як інструментальний матеріал отримав в останні роки широке застосування в машинобудуванні.

В даний час випускається велика кількість різноманітного інструменту з використанням алмазів: шліфувальні круги, інструменти для виправлення шліфувальних кіл з електрокорунду і карбіду кремнію, пасти і порошки для доводочних і притиральних операцій. Значні за розмірами кристали алмазів застосовують для виготовлення алмазних різців, фрез, свердел та інших різальних інструментів; алмазні шліфувальні круги знайшли широке застосування для продуктивної і якісної заточування твердосплавних інструментів, а так само виробів з мінералів і напівпровідникових матеріалів.

Різці, оснащені алмазом, використовуються для обробки твердих, термооброблених металів, мінералів, заготовок із алюмінієвих сплавів з підвищеними вимогами до якості обробленої поверхні.

Новий підхід до пізнання закономірностей процесу різання описав в роботі у 1975р. М.І. Калужин. Він зазначає, що стружкоутворення, зношування різального інструменту і створення поверхневого шару на заготівці відбуваються одночасно і тісно взаємозв'язані. Це в сукупності складає єдине ціле, характеризується взаємозалежністю його частин і називається системою різання, яка є підсистемою замкнутої динамічної

системи верстата. Поряд з розвитком верстатів, інструментальних матеріалів проводяться також роботи з удосконалення заточення ріжучих інструментів. Так, У ЕШМС під керівництвом Е.Я. Градзінського і Л.С. Зубатовой розроблений алмазно-ерозійний метод шліфування, при якому процес мікрорізання суміщений з електроерозійної правкою кіл, що проводиться безпосередньо в робочій залі чи поза нею (1993 р.).

Ріжучий інструмент є найважливішим елементом техніки в різних галузях машинобудівної промисловості. Протягом всієї історії розвитку обробки металів ріжучий інструмент мав великий вплив на конструкцію металорізальних верстатів і технологію машинобудування.

Основи конструювання і розрахунку ріжучого інструменту були розроблені колективами Московського верстато-інструментального інституту, Всесоюзного науково-дослідного інструментального інституту (ВНДІ), Всесоюзного науково-дослідного інституту абразивів і шліфування (ВНДІАШ), Московського вищого технічного училища, заводів «Фрезер», Московського інструментального заводу (МІЗ) та іншими при безпосередній участі таких вчених, як І. І. Семенченко, Г. І. Грановський, В. М. Матюшин, С. С. Четвериков та ін.

Наприклад, застосування швидкорізальної сталі замість вуглецевої інструментальної викликало різке підвищення режимів обробки і, відповідно, продуктивності праці.

Швидкість різання інструментів з вуглецевих сталей коливалася близько 10 м/хв. Інструменти зі швидкорізальної сталі дозволили підвищити швидкість різання до 30 ... 40 м/хв. Подібне підвищення швидкості різання не могло не відбитися на конструкції металорізальних верстатів. Верстати, що мають більше число обертів, стали більш жорсткими, більш масивними. Груповий трансмісійний привід був замінений індивідуальним.

Прикладом найбільш досконалого токарного верстата, призначеного для обробки деталей машин швидкорізальними різцями, може служити верстат ДПІ заводу «Червоний пролетар». Перша партія з 10 верстатів ДПІ-200 була випущена станом на 1 травня 1932 р. Токарно-гвинторізний верстат ДПІ-200 з висотою центрів 200 мм мав індивідуальний електропровід, що забезпечував максимальне число обертів шпинделя (600 об/хв) (рис. 1.16).

Як в довоєнний період, так і протягом першого десятиліття після Великої Вітчизняної війни були проведені дослідження по впровадженню у виробництво твердосплавного інструменту, створені нові марки твердих сплавів і їх модифікації.

Подальший прогрес в машинобудуванні пов'язаний із застосуванням твердих сплавів в якості матеріалу ріжучих інструментів, що дозволило збільшити швидкості різання в 3-4 рази в порівнянні зі швидкостями швидкорізальних інструментів. Подібне різке збільшення швидкості різання постійно вимагало створення нових металорізальних верстатів, що відповідають можливостям нових інструментів.

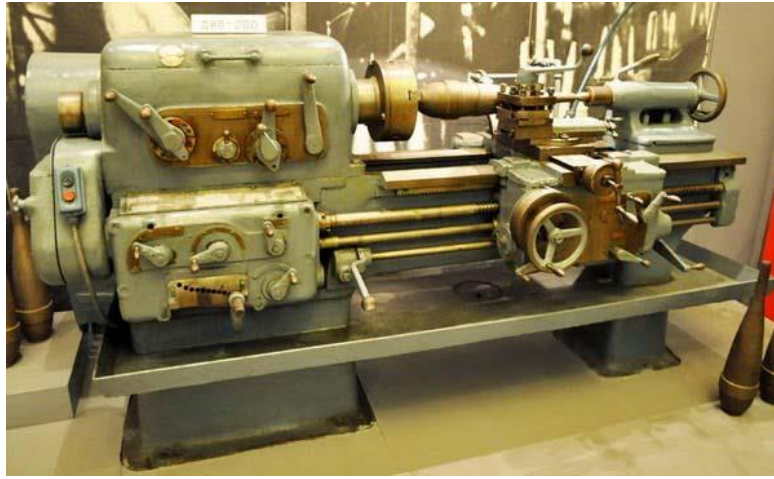


Рисунок 1.16 –Перша модель токарно-гвинторізного верстата ДПП

Таким чином, впровадження нових, більш досконалих, інструментальних матеріалів призводить до відповідної зміни конструкцій металорізальних верстатів, змушує проектувати їх зі збільшеними числами оборотів, більш потужними і жорсткими.

У повоєнні роки (1945 – 1950 рр.) в машинобудуванні почалося освоєння нових типів турбін, двигунів, хімічних апаратів, атомних реакторів та іншого обладнання, що працює при високих температурах, в агресивних середовищах і інших специфічних умовах. У зв'язку з цим виникла необхідність обробки великої кількості деталей з нових жароміцних, нержавіючих, ерозійностійких, тугоплавких і інших спеціальних сталей і сплавів.

Завдяки працям В. А. Кривоухова, Г. І. Грановського, М. Н. Зорева, А. І. Ісаєва, Т. Н. Лоладзе, А. М. Розенберга, М. І. Клушина, В. Н. Подураєва, М. Ф. Полетика, Н. В. Талан-това, А. Д. Макарова, С. С. Силіна, В. Ф. Боброва, А.Н. Резнікова та інших вчених були створені теоретичні основи процесу різання.

Широке поширення і застосування всіляких машин, створення їх працездатних конструкцій стало можливим тільки на базі розвитку відповідних галузей наук. Великий внесок у розробку теорії процесу різання, проектування ріжучих інструментів внесли лабораторії вузів, а також колективи заводів і їх технологічні лабораторії.

Дослідження в області обробки металів різанням проводяться в галузевих науково-дослідних інститутах. Фахівці з технології машинобудування, металорізальних верстатів та інструментів після закінчення вузу можуть працювати на найрізноманітніших машинобудівних заводах різних галузей народного господарства.

Процеси виробництва деталей машин на машинобудівних заводах безперервно вдосконалюються. Розвиток заготівельних процесів йде по шляху підвищення точності заготовок та відповідного зменшення припусків на обробку різанням. Однак, незважаючи на це, обсяг обробки деталей різанням продовжує залишатися високим. Наприклад, в турбобудуванні трудомісткість механоскладального виробництва становить близько 70%, а в верстатобудуванні і тракторобудуванні – близько 60% від загальної трудомісткості виготовлення машин.

Потрібно відзначити, що вже тривалий час співвідношення числа діючих одиниць ковальсько-пресового і металорізального обладнання майже не змінюється. За останній час з'явилися хімічний і електрохімічний методи обробки металів, анодномеханічна, електроерозійна і електроімпульсна, ультразвукова, електронно-променева обробки.

При обробці нових видів високоміцних, неіржавіючих і жароміцних матеріалів, важко оброблюваних звичайними методами різання, успішно використовуються фізико-хімічні методи. Однак обсяг робіт, виконуваних новими фізико-хімічними методами, в даний час невеликий. Можна вважати, що в найближчому майбутньому темпи розвитку цих методів будуть випереджати темпи розвитку обробки різанням, але це суттєво не вплине на місце і значення обробки різанням в машинобудуванні. При оцінці ролі обробки різанням необхідно враховувати її високу маневреність і гнучкість, можливість виготовлення найрізноманітніших деталей, обмежених складними фасонними поверхнями, відносно малий вплив властивостей оброблюваного матеріалу на точність і якість обробки, більш високу точність розмірів у порівнянні з іншими методами обробки, порівняно низьку ціну інструменту, велику гнучкість верстатів при переналадці, малі питомі витрати енергії.

Удосконалення заготівельних процесів призводить до збільшення частки чистової обробки, але не виключає обробку різанням.

Ускладнення конструкцій машин, підвищення їх точності і якості призводять до того, що, не дивлячись на розвиток інших методів обробки металів, частка обробки різанням в машинобудуванні суттєво не змінюється, а обсяг її значно зростає. У найближчому майбутньому різання залишиться найбільш поширеним видом обробки, у вирішальній мірі визначає економічні показники машинобудування, трудомісткість виготовлення і якість машин.

Сучасне машинобудування розвивається в напрямку збільшення автоматизованого обладнання, верстатів з ЧПУ, гнучких виробничих систем, важливим елементом яких є різальні інструменти. При цьому вибір конструкції інструменту із врахуванням перспектив їх розвитку дозволить скоротити простій обладнання, допоміжний час.

Для скорочення термінів і підвищення ефективності проектування не використовуються системи автоматизованого проектування різальних інструментів, які розглядаються в спеціальному курсі.