

В.Д. Ковальов, д.т.н., проф.
Я.В. Васильченко, к.т.н., доц.
Т.О. Сукова, аспір.

Донбаська державна машинобудівна академія

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАЖКОГО МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Визначено параметри важких металорізальних верстатів на підставі статистичних досліджень розмірів та характеристик заготовок, технологічних операцій, режимів різання. Верстати спроектовані, виготовлені та впроваджені у виробництво.

Вступ. В останні роки на Україні відзначається стійкий ріст важкого машинобудування і є певні сприятливі фактори, що обумовлюють його інвестиційну привабливість.

Це обумовлює підвищення вимог до якості й конкурентоспроможності продукції важкого машинобудування.

Особливо важливо правильно вибрати металорізальне обладнання з програмним управлінням, враховуючи його високу вартість. Вибір обладнання на підприємствах на основі розрахунків економічної ефективності здійснюється рідко внаслідок високої трудомісткості розрахунків і можливості порівняння одночасно лише двох варіантів. Тому, актуальною є розробка методів оперативного вибору раціонального металорізального обладнання без виконання трудомістких розрахунків.

Досить часто на підприємствах ефективність експлуатації існуючого металорізального обладнання з програмним управлінням виявляється менш очікуваною. Це пояснюється тим, що характеристики верстатів, що випускаються, з програмним управлінням часто не відповідають вимогам споживачів, що призводить до істотних витрат у виробництві.

Мета роботи – встановлення параметрів верстатів на підставі аналізу особливостей деталей сучасних машин, вживання прогресивних інструментів і оптимізації режимів різання.

У зв'язку з проектуванням нової гамми важких токарних верстатів були поставлені такі завдання:

- визначити оптимальні технічні характеристики верстатів;
- встановити оптимальний склад і розмірний ряд гамми, раціональний знаменник ряду, раціональна кількість моделей «нормального», «легкого» і «важкого» виконання, визначити раціональні нові компоновання і схеми різання;
- визначити оптимальну номенклатуру накладних пристосувань для розширення технологічних можливостей верстатів;
- забезпечити єдність конструктивних рішень і архітектурну схожість.

Досліджено такі питання:

- різновиди оброблюваних виробів по конфігурації, матеріалах, мірі точності й класам чистоти обробки;
- вживаний різальний інструмент і режими різання;
- вживання верстатів по діаметру, довжині, висоті й вазі встановленого виробу;
- використовувані кордони швидкостей головного руху і подачі, потужності головних приводів і допустимі зусилля різання;
- використовувана кількість супортів, використання накладних пристосувань для накочування, шліфування, фрезерування, свердління, розточування, полірування, подачі ЗОТС, установки і знімання важких виробів, вимірювальних пристроїв для великогабаритних деталей і тому подібне.

Створено банк даних про характеристики оброблюваних деталей і технологічні операції та потрібні режими різання [1].

Структура бази даних відображена в протоколах експлуатаційних спостережень. Вона містить відомості про деталі та технологічні операції: діаметр, довжину та вагу деталі, найвищу точність, матеріал деталі, наявність отворів, та чистоту обробки, використання задньої бабки при установці деталі, перелік технологічних операцій із виділенням операцій, що потребують додаткове технологічне оснащення, а також відомості про режими різання: глибину різання, подачу, обертання шпинделя, швидкість різання, зусилля різання, крутний момент, потужність двигуна, матеріал різальної частини інструмента.

Відомості про деталі та технологічні операції накопичувалися різними способами. Основним з них було заповнення протоколів у процесі моментних спостережень з реєстрацією характеристик деталі, операції і режиму різання. При моментних спостереженнях фіксувався стан використання кожного верстата у момент обходу аналізованих верстатів. Обходи періодично повторювалися, поки не

накопичиться намічена кількість записів. У проведених раніше роботах було підраховано, що залежно від прийнятої точності для аналізу необхідно від 100 до 400 зареєстрованих випадків. Метод моментних спостережень дозволяє охопити одночасно всі верстати заводу і є менш трудомістким, ніж тривалі безперервні спостереження.

Ще один спосіб полягав у систематичному досліді заводських працівників про рівень використання кожного верстата. Окрім цього були підібрані креслення оброблюваних деталей і основні відомості про них були проаналізовані.

Зареєстровані вказаним способом дані про випуск валків холодного і гарячого прокатування були систематизовані, а також була проведена оцінка відносної повторюваності різних значень аналізованих характеристик. На основі даної оцінки були побудовані розподіли деталей залежно від відповідних характеристик. Розподіли дають наочне уявлення про варіювання цих характеристик і полегшують визначення середніх і максимальних значень.

Зведення про відносну кількість валків холодного прокатування по діапазонах діаметрів (рис. 1) показують, що близько 55 % від загального випуску валків холодного прокатування складають деталі діаметром до 1450 мм, 30 % складають валки діаметром 1450–1500 мм. Максимальний діаметр складає 1600 мм, мінімальний діаметр складає 1325 мм.

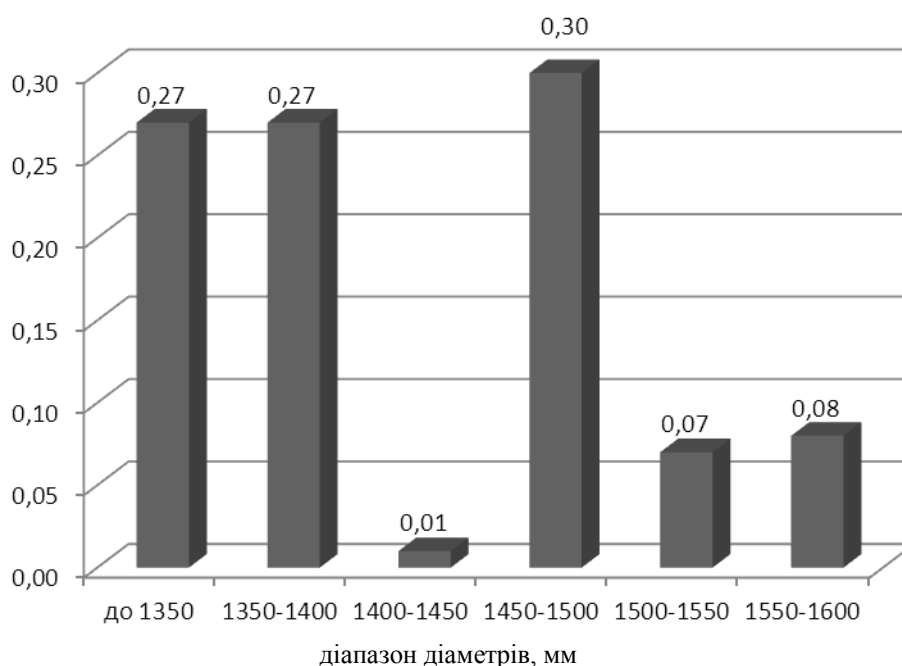


Рис. 1. Розподіл діаметрів валків холодного прокатування

Відомості про відносну кількість валків гарячого прокатування по діапазонах діаметрів (рис. 2) показують, що велику частину від загального випуску валків гарячого прокатування складають деталі діаметром 1400–1500 мм (36 %), валки діаметром 1500–1600 мм складають 27 %. Максимальний діаметр складає 1900 мм, мінімальний діаметр – 1170 мм.

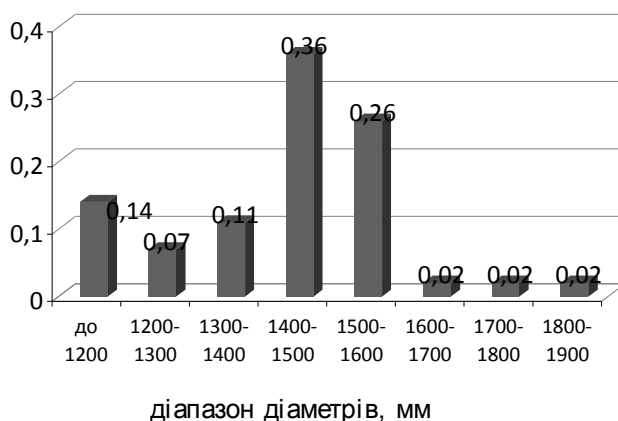


Рис. 2. Розподіл діаметрів валків гарячого прокатування

Відомості про відносну кількість деталей по діапазонах довжин, отримані на підставі аналізу креслень деталей, режимів різання і досвіду верстатників, мало різняться між собою.

Дослідження показали, що основну частину валків холодного прокатування складають деталі завдовжки 4750–5000 мм (49 %) і деталі завдовжки 5000–5250 мм (32 %). Максимальна довжина досягає 6020 мм, мінімальна – 4115 мм. Діаграма розподілу представлена на рисунку 3.

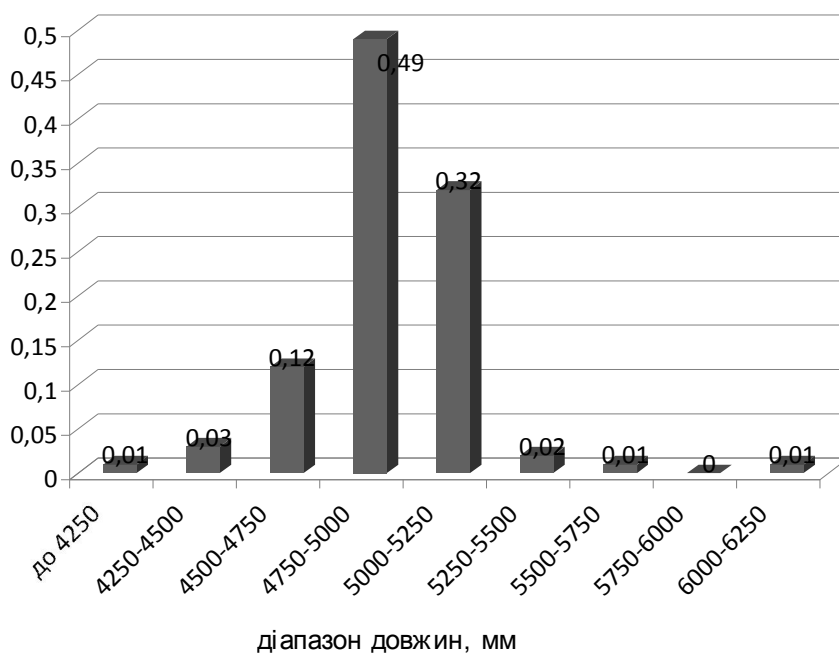


Рис. 3. Розподіл довжин валків холодного прокатування

Аналіз відносної кількості валків гарячого плющення по діапазонах довжин показує, що більше половини деталей мають довжину в діапазоні 5250–6000 мм, а близько 20 % складають деталі завдовжки 6000–6750 мм. Максимальна довжина досягає 10400 мм, мінімальна довжина деталі складає 4760 мм. Діаграма розподілу представлена на рисунку 4.

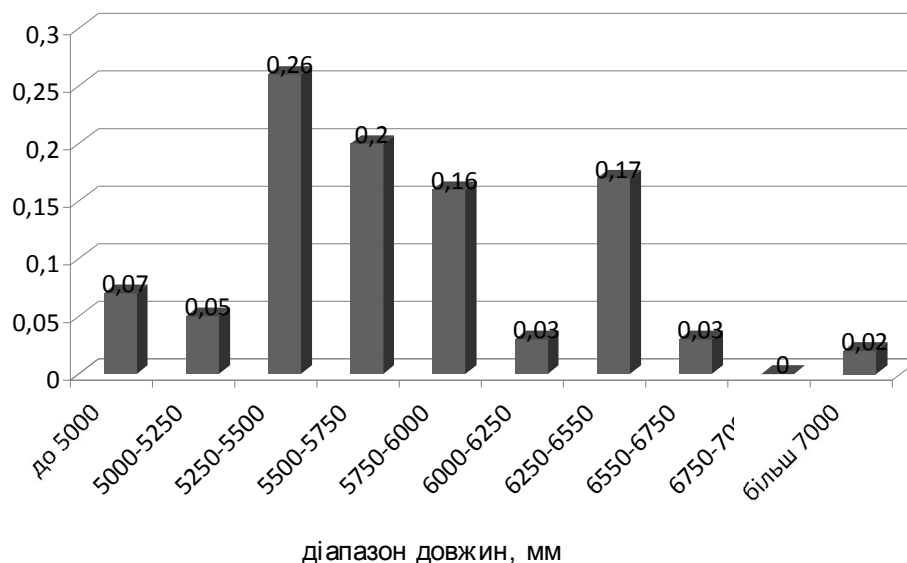


Рис. 4. Розподіл довжин валків гарячого прокатування

Розподіли валків залежно від маси показано на відповідних діаграмах (рис. 5, 6). Вага валків холодного плющення в основному складає до 32,5 т (близько 50 %) і 35–37,5 т (29 %). Вага валків гарячого плющення в основному складає 35–40 т (44 %). Максимальні значення ваги окремих деталей у міру збільшення габаритного діаметра деталей досягають 50–55 т. За вагою майже всі деталі можуть бути оброблені на верстатах з відповідним максимальним діаметром. Лише в 4 % деталей вага може виявитися більшою, ніж вантажопідйомність відповідного по діаметру верстата.

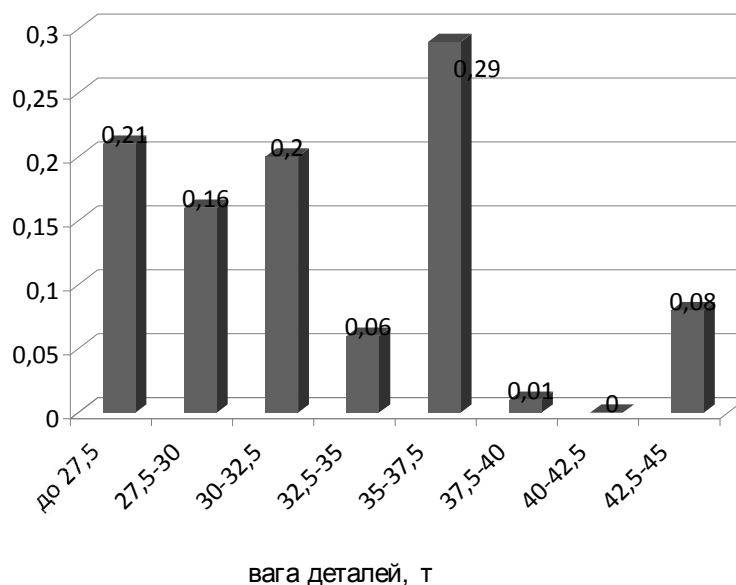


Рис. 5. Розподіл ваги валків холодного прокатування

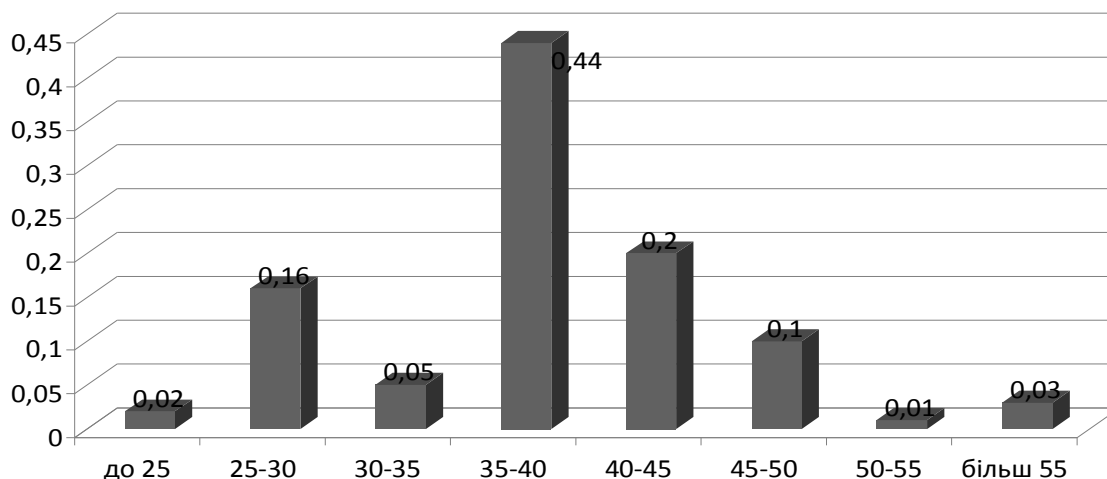


Рис. 6. Розподіл ваги валків гарячого прокатування

Приблизно 80–90 % всього часу витрачається на обточування зовнішніх поверхонь, розточування отворів і підрізування торцевих поверхонь. Близько 1 % часу йде на виконання обробних операцій – шліфування і накочення.

Залежно від заданої точності обробки і характеру виконуваних переходів і операцій верстата можуть бути розділені на три групи: чорнові, верстати загального призначення і чистові.

На чорнових верстатах, як правило, здійснюється обробка поковок під термообробку і точність точіння відповідає 5–7 класам при чистоті обробки поверхні по 3–4 класу. На верстатах точність токарної обробки коло 2–3 класів і забезпечується чистота поверхні 6–7 класу.

За даними спостережень, обробка деталей на токарних верстатах найчастіше ведеться з точністю по 4 класу і з чистотою поверхні 5 класу, хоча вимоги до точності деталей і чистоти поверхні набагато вищі. Точність деталей по кресленню відповідає в основному 2 і 3 класам при чистоті поверхні 6 і 7 класу. Таке положення пояснюється, головним чином, тим, що заводи остаточну обробку деталей після їх термообробки майже цілком виробляють на шліфувальних верстатах.

Оскільки рівень вживаних режимів різання в першу чергу залежить від матеріалу оброблюваних заготовок і від матеріалу різальної частини інструменту, був виконаний аналіз їх вживаності.

Половину загальної трудомісткості складає обробка поковок з вуглецевої сталі, переважно, марки 45. Приблизно вдвічі менше йде на обробку поковок з легованої сталі. Останнє доводиться на обробку литих заготовок із сталі, чавуну, бронзи.

З інструментальних матеріалів більше половини часу припадає на частку твердого сплаву марки Т5К10. У 2–3 рази рідше застосовується сплав Т15К6 і зовсім рідко – Т30К4. Вживання сплавів ВК8 і в окремих випадках ВК6 відповідає повторюваності чавунних і литих заготовок. До 10 % часу відводиться на обробку деталей інструментами з швидкорізальної сталі і, частково, з вуглецевих або легованих сталей (мітчики, розгортки).

У даній роботі не виділялися такі різновиди інструменту, як шліфувальний круг, наждачне полотно, накатки.

Найчастіше обробка ведеться з глибиною різання менше 8 мм, а максимальна зафіксована глибина різання досягла 18 мм. При обробці деталей у патроні максимальна глибина різання не перевищує 12 мм. За результатами дослідів максимальні значення глибини різання на різних верстатах знаходяться в межах від 5 до 18 мм.

Подовжні подачі, що були зареєстровані в процесі спостережень, лежать у діапазоні від 0,1 до 1,2 мм/об., причому найчастіше вони не були більше 0,76 мм/об.

У результаті дослідів верстатників про діапазон використовуваних подач отримані такі відомості. Мінімум подачі на різних верстатах лежить у межах від 0,05 до 0,6 мм/об., причому для чистових верстатів вони групуються біля значень 0,1–0,2 мм/об., а для чорнових верстатів близько 0,3–0,5 мм/об. Максимальні подачі, в основному, знаходяться в межах 0,5–1,5 мм/об., хоча на окремих верстатах подачі досягають 2 і навіть 4 мм/об. при чистових проходах широкими різцями.

Дані дослідження дозволяють дати практичні рекомендації для розробки і проектування нових конструкцій верстатів, відповідних вимогам сучасних умов.

Так, для умов ЗАТ НКМЗ освоєна в серійному виробництві й впроваджена гамма важких токарних верстатів з ЧПУ нового покоління. У новій гаммі важких токарних верстатів передбачені підвищені потужності і вантажопідйомності, змінена кількість супортів і люнетів, розширені діапазони регулювання привидів подач і головного руху, верстати стали універсальними, легшими в управлінні, мають меншу вагу при одночасному підвищенні їх точності, продуктивності, надійності.

Гамма верстатів відрізняється широкою мірою уніфікації верстатів, що проектувалися і виготовлялися відповідно до конструктивно-розмірних рядів архітектурно-подібних машин.

Уніфікація деталей між базовими моделями верстатів досягає 70 %, а з врахуванням значної кількості модифікацій – до 90 %.

За рахунок уніфікації і скорочення кількості найменувань оригінальних деталей кількість партій випуску зросла в середньому в 3,5 раза.

Передумовою для широкої уніфікації верстатів гамми стало агрегування окремих механізмів у самостійні вузли, що збираються і випробовуються заздалегідь і поступають на загальний монтаж у готовому вигляді.

Уніфікація і агрегування дозволили типізувати технологічні процеси, скоротити номенклатуру технологічного оснащення і цикли виробництва, понизити собівартість виготовлення верстатів на заводах виробників і полегшити умови ремонту верстатів у споживачів. Створена гамма важких токарних верстатів з ЧПК і елементами адаптивного управління, що відповідає світовим стандартам. Подальшим напрямом розвитку є створення верстатів нового покоління на цій основі.

Висновки:

1. На підставі статистичного дослідження підприємств були встановлені необхідні конструктивні параметри верстатів, пов'язані з розмірами оброблюваних деталей і режимами різання.

2. Для реалізації вдосконалення технологічного процесу повинна здійснюватися розробка нового обладнання з врахуванням підвищених режимів різання і можливості оптимізації процесу різання в реальному часі.

3. Створена гамма важких токарних верстатів з ЧПК і елементами адаптивного управління відповідає світовим стандартам. Подальшим напрямом розвитку є створення верстатів нового покоління на цій основі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Створення, освоєння серійного виробництва та впровадження високоефективних конкурентоспроможних важких токарних верстатів нового покоління / *В.Д. Ковальов, С.М. Нікогосян, А.Ю. Владимиров та ін.* // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. – Краматорськ, 2009. – Вип. № 24. – С. 3–8.
2. *Базров Б.М.* Определение технологических возможностей станка / *Б.М. Базров* // Вестник машиностроения. – 2007. – № 3. – С. 31.
3. *Ковалев В.Д.* Экспертная оценка проектных решений при создании тяжелых токарных станков повышенной точности / *В.Д. Ковалев, О.Ф. Бабин, М.С. Мельник* // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – Вип. № 17. – С. 124–131.
4. *Васильченко Я.В.* Выбор оптимальных режимов резания при автоматическом управлении тяжелыми станками / *Я.В. Васильченко, В.Д. Ковалев* // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. – Краматорськ–Київ : ДДМА, 2006. – Вип. № 20. – С. 48–53.

КОВАЛЬОВ Віктор Дмитрович – доктор технічних наук, професор, завідувачий кафедрою металорізальних верстатів та інструментів Донбаської державної машинобудівної академії.

Наукові інтереси:

– розробка та дослідження важкого металорізального обладнання, підвищення точності верстатів, дослідження опор рідинного тертя;

– створення адаптивних систем керування верстатами;

– методи підвищення експлуатаційних властивостей матеріалів.

Тел.: (095)398–97–25.

E-mail: msi@dgma.donetsk.ua

ВАСИЛЬЧЕНКО Яна Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри металорізальних верстатів та інструментів Донбаської державної машинобудівної академії.

Наукові інтереси:

– дослідження продуктивності та надійності технологічних систем;

– розробка та впровадження адаптивних систем керування роботою верстатів та інструментів.

Тел.: (050)814–77–30.

E-mail: yana.vasilchenko@mail.ru

СУКОВА Тетяна Олександрівна – аспірант кафедри металорізальних верстатів та інструментів Донбаської державної машинобудівної академії.

Наукові інтереси:

- підвищення ефективності важкого металорізального обладнання;
- визначення раціональних технічних та конструктивних параметрів важких верстатів.

Тел.: (050)919-94-92.

E-mail: tanya_steputina@rambler.ru

Подано 16.08.2011