

УДК 621.865.8+621.7.07

АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОБОТИЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС ЛАНКИ ХОЛОДНОГО ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

К.т.н. Ю. М. Олександров¹, к.т.н. В. О. Мосьпан², к.т.н. В. В. Невлюдова¹, О. О. Чала¹

1. Харківський національний університет радіоелектроніки

2. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Проаналізовані основні збірні конструкції радіоелектронного приладобудування, виявлені основні (типові) деталі, які виготовляються однією із технологічних операцій – холодним листовим штампуванням.

Проанализованные основные сборочные конструкции радиоэлектронного приборостроения, выделены основные (типичные) детали, которые изготавливаются одной из технологической операции – холодной листовой штамповкой.

Analyzed the basic assembly structures of electronic instrumentation, highlighted the main (typical) parts that are made by one of the technological operations - cold stamping.

Ключові слова: радіоелектронне приладобудування, холодне листове штампування, технологічний процес, штампування деталей, автоматизація, спеціальні переналагоджувальні штампи, одиначне, дрібносерійне, серійне виробництво, роботизований комплекс, алгоритм механізованої роботи ділянки..

Вступ

При виготовленні виробів приладобудування особливо у вигляді вузлів, блоків, шасі, приладів та ін., однією з технологічних операцій є холодне листове штампування (ХЛШ). Дані операції виконуються в ковальсько-пресових цехах підприємств і в загальному технологічному процесі займають до 30 – 40%.

Даний технологічний процес є складним і трудомістким. Він вимагає великих трудових і фізичних витрат. Головне при виконанні технологічних операцій холодного листового штампування це точність подачі заготовки в штамп, своєчасне проведення операцій вирубки, пробивки, а також вилучення готової деталі з штампу.

Складність технологічних процесів на даний момент досягло такого рівня, що їх реалізація без автоматизації майже неможлива, перспектива це заміна ручної праці на автоматизовану [1 – 2].

В роботі поставлено задачі провести аналіз основних виробів радіоелектронного приладобудування з метою визначення типових деталей, виготовлених способом холодної листової штамповки; провести автоматизацію ланки ХЛШ виготовлення типових деталей виробів радіоелектронного приладобудування, розробити принципову схему автоматизації ділянки ХЛШ.

Холодне листове штампування є прогресивним високопродуктивним технологічним процесом.

Суть даного процесу полягає в пластичній утримці матеріалу зі зміною форми та розмірів заготовок, де в

якості заготовки використовується смужка або картка, виготовлені із тонколистового металу. Типові відштамповані деталі приведені на рис. 1.



Рис.1. Деталі виготовлені ХЛШ

Аналіз конструкцій виробів для радіоелектронного приладобудування [3,4] показав, що частина деталей, які входять до складу вузлів виробів виготовляються ХЛШ. Основним технологічним обладнанням для виробництва таких деталей є прес та ріжучий інструмент-штамп [5].

Штампи можна розділити на: спеціальні, універсальні, спеціалізовані, переналагоджувальні.

Спеціальні штампи виготовляють для однотипних форм і використовуються у масовому і крупносерійному виробництві. При зміні одного з параметрів розміру штампованої деталі – штамп відбраковується і проектується новий.

В конкретному випадку був використаний спеціальний переналагоджувальний штамп (СПШ), у якому є змінними тільки штамп-матриця і матриця.

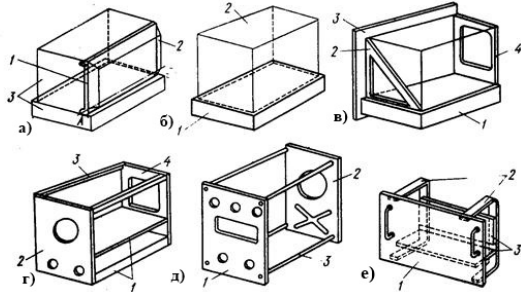
Штампи такого виду знайшли широке використання в одиначному та масовому виробництві. Над розробкою і виготовленням СПШ працювало багато вчених, науково-дослідницьких інститутів і підприємств.

Авторами статті, проведено аналіз впливу основних факторів на точність та параметри штампувальних деталей [6], визначено основні задачі щодо удосконалення та розвитку переналаштовувальної технологічної оснастки для листоштампувального виробництва [7 – 11].

На підставі проведеного аналізу виробів радіоелектронного приладобудування, визначено, що найчастіше вони зустрічаються як вузли, блоки, стійки, з елементами інформаційного та сигнального управління. Під блоком розуміють функціонально-конструктивно закінчену складальну одиницю. Блок як правило не має самостійного експлуатаційного призначення і є складовою частиною модулів більш високого конструкторського рівня.

Конструктивні схеми виробів визначаються їх елементною базою. При компонуванні блоків різної апаратури, в якості несучого елемента застосовують корпус блоку.

Основні форми і параметри корпусів блоків, схеми показані на рис. 2. та утворені горизонтальними та вертикальними панелями, передніми та задніми стінками, що з'єднані фасковими профілями, стрижнями, П-образними скобами.



- а) плоске шасі (1 – шасі; 2 – панель; 3 – кожух);
 б) шасі у вигляді плоскої панелі (1 – панель; 2 – кожух);
 в) шасі у вигляді плоскої панелі з боковою стінкою (1 – шасі; 2 – «косинка»; 3 – панель; 4 – стінка);
 г) каркас блоку (1 – панель; 2, 4 – передня та задня панелі; 3 – профіль);
 д) корпус блоку (1, 2 – панелі; 3 – стержень); е) каркас зі скобами та платами (1 – панель; 2 – скоби; 3 – плата)

Рис. 2. Компонувальні схеми шасі і каркасів блоків

В основному деталі корпусів блоків виготовляють із сталевого прокату товщиною від 1,5 до 3 мм, методом холодної листової штамповки.

В роботі розглядається типовий корпусний блок, що показаний на рис.3 і який має передню та задню стінку (1, 2) з'єднаних стрижнями (3).

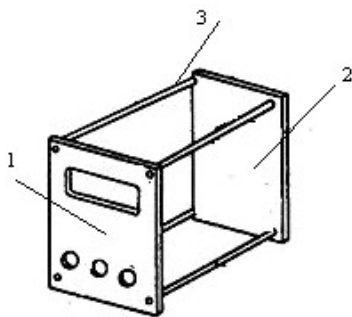


Рис. 3. Каркас типового корпусного блоку

Одержані за допомогою листового штампування, деталі мають форму і розміри відповідні формі та розмірам робочих частин штампів.

Операції холодної штампування виконуються на пресах, залежно від умов обробки і характеру виготовлення деталей застосовуються різні типи пресів [5]. В холодно-штамповому виробництві застосовуються преси з механічним і гідравлічним приводом.

При розробці технологічного процесу (ТП) виготовлення деталей ХЛШ необхідно визначити:

- характеристику вихідного матеріалу (вид матеріалу та розмірність);

- характер і послідовність операцій виготовлення деталей;
- тип і характер обробки;
- продуктивність обладнання;
- визначити ступінь автоматизації та механізації процесів;
- кваліфікацію розряд робіт;
- кількість робітників, що одночасно виконують одну операцію.

Вибір варіанту ТП залежить від обсягу та типу виробництва; форми і матеріалу виробів.

Розробка ТП ХЛШ складається з етапів:

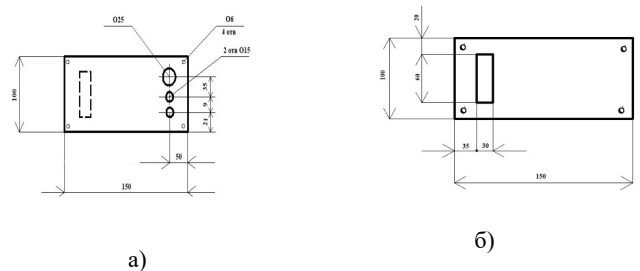
- аналіз технологічності;
- визначення форми і розмірів заготовок;
- вибору необхідного обладнання.

При розробці ТП виготовлення типових деталей методом ХЛШ авторами визначено:

- програму випуску каркасів блоку;
- розкрій металу;
- кількість та послідовність операцій;
- кількість деталей із однієї заготовки;
- основні габаритні розміри та допуски.

Для розрахунків була прийнята програма випуску каркасів блоків в кількості 200 шт.

Загальний вигляд штампованих деталей і їх основні розміри наведені на рис. 4.



а – передня стінка; б – задня стінка;

Рис. 4. Загальний вид штампованих деталей

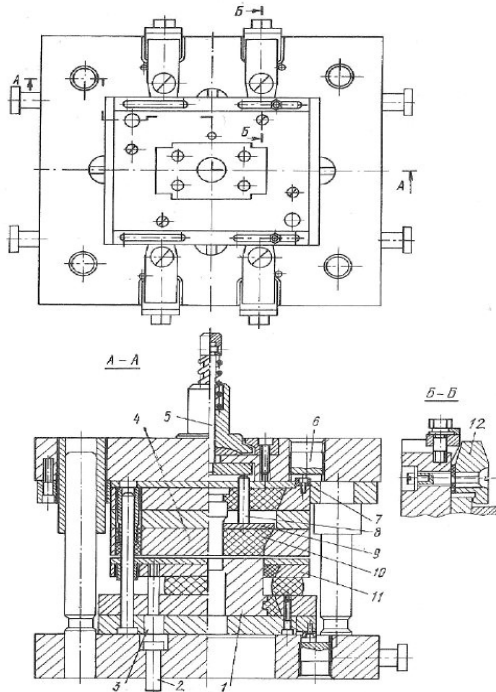
При габаритних розмірах деталей 100 мм x 150 мм x 1,4 мм, урахуванні необхідних перемичок, при вирубці та штампування 14 шт. карток однієї смуги, було використано лист з габаритами 1100ммx2200ммx1,4 мм.

За оптимального коефіцієнту використання листа (93%) отримано 14 карток з кожної смуги (140 шт. карток з одного листа). Потреба для виконання двохсот блоків (рис. 3) потрібно 200 шт. передньої та 200 шт. задньої стінки, тобто 400 карток. За розрахунками для виконання програми необхідно 3 листа з габаритами 1100ммx2200ммx1,4 мм

Наступним етапом в виробництві є вибір пресу. За проведенням аналізом [5] авторами було використано криволінійний прес KE2130A.

Модернізація управління пресом здійснювалася на базі промислового контролера, що істотно підвищив надійність і безпеку роботи обладнання. Застосування контролера дало можливість виключити з електричної схеми проміжні реле, які є основним джерелом відмов в процесі експлуатації та дало можливість швидкої заміни алгоритму роботи даного пристрою за допомогою програматора.

Ріжучим інструментом в ХЛШ є штамп. Аналіз технічних операцій ХЛШ показав [5], що на підставі з широко вживаними спеціальними штампами, на період освоєння нових видів приладів, основного виробництва, раціонально використовувати спеціальні переналагоджувальні штампи (СПШ), загальний вид приведено рис.5.



1 – пуансон матриця; 2 – штовхач; 3 – гвинт;
4 – матриця; 5 – виштовхувач пристрій; 6 – фіксатор;
7 – установчі шпонки; 8 – штифт

Рис. 5. Загальний вид СПШ

Відмінність СПШ від спеціальних штампів полягає в тому, що для виготовлення заданих деталей необхідно виготовити в штампі тільки робочі частини (пуансон і матрицю). Робочі частини закріплюються в пакетах за допомогою швидкозатвердіючої композиції АСТ-Т. Переналагодженням робочих частин – забезпечує багаторазове виробництво деталей.

До складу СПШ входять універсальні блоки (рис. 6) і переналагоджувальні пакети (рис. 7).

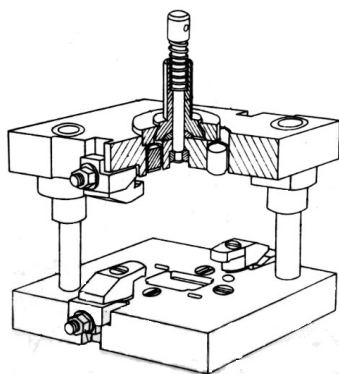


Рис.6. Блоки СПШ

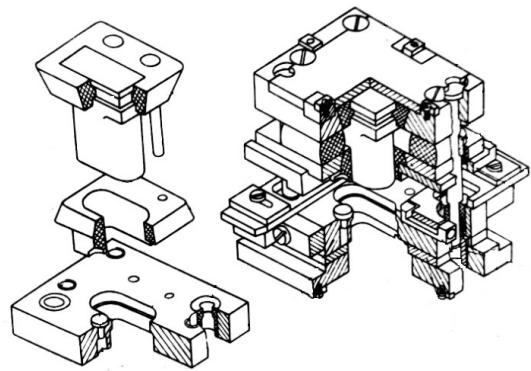


Рис. 7. Загальний вид пакетів

Основні деталі блоків і пакетів є складовою частиною СПШ, які виготовляються спеціалізованими підприємствами.

Спеціальними деталями СПШ є тільки робочі частини, які виготовляють безпосередньо на підприємстві з урахуванням особливостей штампованих деталей.

Деталі СПШ виготовляють зі сталей з високою міцністю і поверхневою твердістю, що забезпечує зносостійкість і стійкість проти стирання в результаті багаторазового збирання та розбирання.

Конструкція блоків дозволяє проводити встановлення та закріплення змінних переналагоджувальних пакетів для розділових операцій будь-якого виду.

Для створення автоматизованої роботизованої ланки ХЛШ типових деталей застосовуються промислові роботи (ПР) і роботизований комплекс (РК).

ПР, що використовуються для ХЛШ, мають ряд характерних особливостей:

- кількість «рук» (ПР більшість ПР, що застосовують при ТП ХЛШ, мають моноруку для одноопераційного штампування);
- похибка позиціонування (визначається як відхилення фіксованої точки при захопленні від заданого програмного положення, при неодноразовому повторенні циклу рухів ПР);
- час на переналагоджування (складається з часу на переналагодження допоміжного технологічного обладнання).

Конструктивні характеристики деталей визначають також тип і параметри застосування захватів. Найбільшого поширення набули вакуумні захвати, що відрізняються, універсальністю і надійністю в роботі. Це пояснюється тим, що більшість ПР має пневматичний привід переміщення робочих органів. Вакуумні захоплювачі мають перевагу при роботі з тонколистовою заготовкою, які мають плоскі ділянки поверхонь для захвату їх присосками.

При розробці РК ХЛШ деталей можна сформулювати основні вимоги до штампованого оснащення і ходу технологічного процесу:

- після закінчення процесу штампування деталі зупиняються в нижній частині штампі,
- штамп повинен мати автоматизовані виштовхувачі для підйому деталі з матриці і знімання її з фіксаторів;
- виштовхування деталей повинне бути плавним і без зміщення заготовок в горизонтальній площині;

- задне розташування напрямних колонок;
 - відкрита висота штампа повинна забезпечити можливість входу захвату в зону штампа.

Для скорочення кількості технологічних і конструктивних робіт, при створенні роботизованого комплексу, скорочення термінів його виробництва і збільшення надійності, доцільно розробляти уніфіковані комплекси, оснащені необхідним допоміжним обладнанням.

Виходячи з цих умов, створений уніфікований роботизований технологічний комплекс (РТК), який дає можливість автоматизувати ТП холодного штампування деталей широкої номенклатури.

РТК являє собою сукупність універсальних автоматичних пристроїв з'єднаних між собою електричний зв'язком, що утворюють єдиний механізований комплекс.

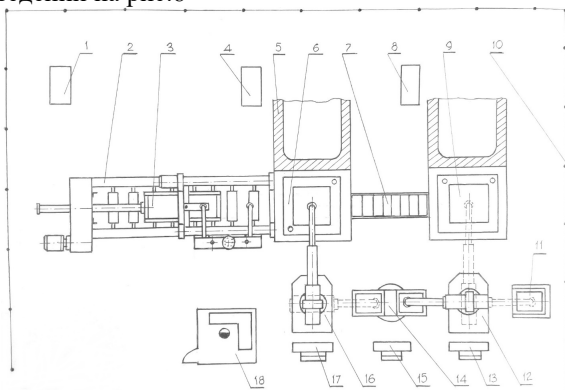
В випадку, що розглядається авторами, роботизований технологічний комплекс ланки ХЛШ для виготовлення деталей структура зібрана із автоматизованих механізмів:

- механізм автоматичної подачі смуг у порожнину штампа, який складається із касети для розміщення 400 заготовок (смуг) розміром 2200мм x110ммx1,4мм, транспортера для установки і переміщення касети в робоче положення;

- механізм автоматизованого підйому смуг з касети і розміщення їх на робоче місце

- прес №1 і прес №2;
- переналагоджувальний штамп № 1 і №2 ;
- промислові роботи №1 та №2;
- поворотний стіл; механізм збору відходів

Загальний вигляд РТК ланки ХЛШ деталей приведений на рис.8



- 1 - шафа управління механізмом подачі заготовки;
 2 - механізм подачі заготовки; 3 - касета з заготовками; 4 - шафа управління першим пресом;
 5 - прес №1; 6 - штамп СПШ №1; 7 - механізм збору відходів; 8 - шафа управління другим пресом; 9 - штамп СПШ №2; 10 - прес №2; 11 - стіл готової продукції; 12 - роботизований маніпулятор №2; 13 - система управління маніпулятором №2; 14 - поворотний стіл; 15 - система управління столом; 16 - роботизований маніпулятор №1; 17 - система управління маніпулятором №1; 18 - робоче місце оператора;
 19 - обмеження ділянки.

Рис. 8. Загальний вигляд роботизованого комплексної ділянки холодної листової штамповки деталей

За результатами розрахунків і досліджувальних випробувань була розроблена часова технологічна циклограма роботи РТК ХЛШ.

Часова циклограма для виготовлення 14 деталей з 1 заготовки (смуги) приведена на рис.9. Циклограма побудована на базі 13 технологічних операцій:

1. Переміщення касети з заготовкою в робочу зону.
2. Підйом заготовки і установка на фіксатори.
3. Переміщення заготовки в робочу зону штампа №1.
4. Пробивання прямокутного отвору .
5. Вирубка картки.
6. Захоплення картки робочим маніпулятором №1 у роз'ємі штампа №1 і установка на поворотний стіл.
7. Захоплення картки на столі робочим маніпулятором №2 і установка в порожнину штампа №2.
8. Пробивання 3-х отворів діаметром 30мм.
9. Пробивання 4-х отворів діаметром 6мм.
10. Захоплення картки робочим маніпулятором №2 і установка на стіл готової продукції.
11. Повернення механізму подачі заготовки в початкове положення.
12. Підйом заготовки у касети і установка на фіксатори.
13. Переміщення заготовки в порожнину штампа №1.

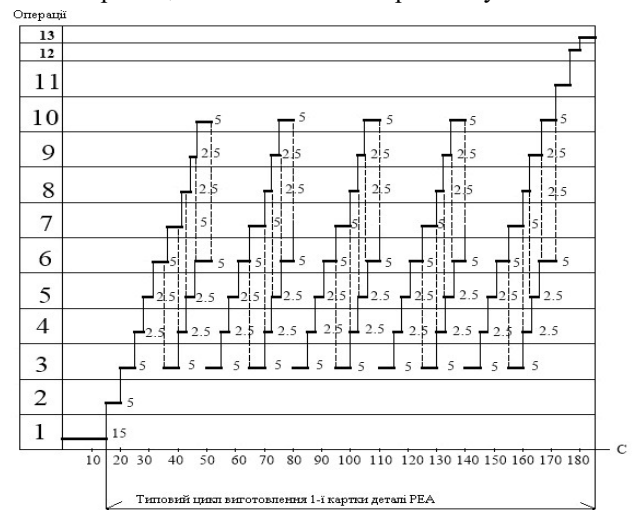


Рис. 9. Циклограма виготовлення карток виробів

На підставі отриманої інформації були зроблені розрахунки часу роботи ділянки для використання програми 200 шт передньої панелі корпусу блоку і 200 шт задньої панелі.

При розрахунках було враховано час на профілактику і контрольні перевірки і час на переналагоджування штампів. Данні розрахунки наведені у вигляді графіка рис. 10.

Було встановлено, що після виготовлення партії деталей в кількості 200 штук (13 смуг) і часу виготовлення 70 хвилин, була передбачена зупинка комплексу на 10 хвилин, для профілактичного огляду, контролю розмірів і зачистки присосок. Таким чином, після виготовлення 200шт деталей передньої стінки, щоб уникнути помилок комплекс зупиняється на 2 години для переустановки пакетів штампів на пресах, їх подальшого налаштування і контролю партії деталей.

Після перевірки, комплекс запускають для виготовлення 200 штук деталей задньої стінки блоку. ТП не відрізняється від попереднього, зокрема заміна пакетів

штампів за допомогою яких виготовляють пробивку трьох прямокутних отворів та чотирьох кріпильних отворів.

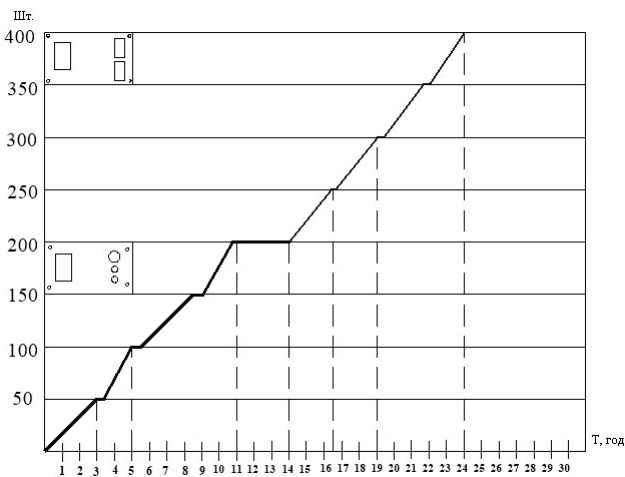


Рис. 10. Часовий графік роботи автоматизованого комплексу ХЛШ

Основні данні роботи всіх механізмів РТК вибрані експериментально-теоретичним методом, що враховує можливу зміну факторів (матеріал заготовки, габарити, вагу, форми тощо) [14, 15].

Авторами було визначено можливість та умови розробки автоматизованого РТК для використання технологічних операцій ХЛШ при виготовленні типових деталей без участі людини.

Висновки

Розроблена загальна схема роботизованої автоматизованої ланки для виготовлення деталей методом ХЛШ.

Дана ланка може розташовуватись у цехах з ХШЛ і являти собою основний механізм подачі смуг у зону штампування. Основні операції переміщення заготовок та деталей виконуються механізованим модулем та промисловими маніпуляторами-роботами. Операція вирубки і пробивка карток проводиться на переналагоджуваних штампах.

Використання такого комплексу повністю виключає участь людини у ТП виготовлення деталей ХЛШ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Омаров М. А. Основы прикладной механики : учеб. пособие / М. А. Омаров, В. И. Роменский, И. О. Яшков // ХНУРЭ. - 2016. - 416 с.

2. Корнилова А. В. Некоторые подходы к оценке долговечности инструмента для холодной листовой штамповки / А. В. Корнилова // Кузнечно-штамповочное производство ОМД. - 2007. - № 1. - С. 16-23.

3. О.Е. Иванов Комплексный подход к оснащению технологических процессов в современных условиях. Иванов О.Е., Кабанов Ю.Б., Друзьяка В.И. - Харьков: ХГПУ, Резание и инструмент в технологических системах. № 58, 2000. - с. 38 - 45.

4. В. Роменський Технологічне забезпечення автоматизованого виготовлення типових деталей радіоелектронного приладобудування методом холодного листового штампування В. Роменський, О. Чала, Ш. Омаров// M&MS 2019, 24-25 October, Kharkiv, UKRAINE,. 113-118.

5. А.Я Мовшиович Переналажеваемые штампы на основе композиционных материалов для разделительных операций листовой штамповки : монография/ А.Я мовшиович, Н.К. Резниченко, м.М. Буденный. - Харьков Украинская инженерно-педагогическая академия, 2013, - 138 с.

6. Kaufman, Michael Philip, and Micah Philip Silverman. "System and method for generating automatic user interface for arbitrarily complex or large databases." U.S. Patent No. 7,318,066. 8 Jan. 2008.

7. Справочник металлста, том № 4 под редакцией А.А. Малова. - М.: Государственное научно - техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. - 778с.

8. Роботизированные производственные комплексы. Под редакцией/ Ю.Г. Козырев, А.А. Кудинов, В.Э. Булатов и др. Под ред. Ю.Г. Козырева, А.А. Кудинова. - М.: Машиностроение, 1987. - 272с.

9. Кирилович, Валерій Анатолійович, and Олександр Владиславович Підтиченко. "Автоматизоване розміщення технологічного обладнання для промислових роботів з робочою зоною складної форми." Вісник ЖДТУ. Серія " Технічні науки" 1 (48) (2009): 95-102.

10. Кирилович, В. А. "Умови функціональної реалізованості роботизованих механообробних технологій в гнучких виробничих комірках." Технологічні комплекси.-Луцьк 1 (2010): 136-145.

11. Таловеров, В. Н., Гудков, И. Н., Таловеров, А. В. Т16 Кузнечно-штамповочное оборудование/ В. Н. Таловеров, И. Н. Гудков, А. В. Таловеров. - Ульяновск: УлГТУ, 2006. - 145 с.

12. Невлюдов, І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів [Текст]: підруч. / І. Ш. Невлюдов. - Харків: Компанія СМІТ, 2005. - 592 с.

13. Невлюдов, І. Ш. Интеллектуальное проектирование технологии роботизированной сборки [Текст] / И. Ш. Невлюдов, А. М. Цымбал, С. С. Милютина. — Харьков, 2010. — 207 с.

14. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипченко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. - Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. - 366 с.

15. Невлюдов І.Ш. Автоматичне управління технологічними об'єктами / І.Ш. Невлюдов, О.В. Токарева. - Київ: НАУ, 2018. - 200 с.