

Павлова І.О., Булік Ю.В.
Луцький національний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОРЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПУ

В роботі проведено аналіз сучасного стану забезпечення запасними частинами автотранспортних та ремонтно-обслуговуючих підприємств. Виявлені причини недостатнього забезпечення запасними частинами автотранспортних засобів та способи їх усунення. З метою покращення ефективності авторемонтного виробництва пропонується використання модульного принципу проектування поверхонь деталей, який успішно застосовується в машинобудівній галузі. Модульний принцип - це побудова різних технічних систем з різноманітними характеристиками шляхом комбонування їх з типових модулів обмеженої номенклатури. Модульний принцип в машинобудуванні покликаний зв'язати в єдину систему проектування виробів, розробку технологічних процесів, створення засобів технологічного оснащення та організацію виробничих процесів. В роботі викладений системний підхід у використанні модульного принципу на стадії проектування, а також ремонту деталей. Таким чином, всі ці етапи повинні відповідати певним вимогам і мати певні властивості, повинні бути організовані на основі однієї єдиної технології - модульної технології. Початком використання модульної технології в машинобудуванні стало знаходження елементарних одиниць, а саме конструктивних елементів деталей, названих як модуль поверхні або модуль поверхонь. Дані модулі поверхонь являють собою окремі поверхні або сукупність поверхонь деталі, яка обробляється за один її установ і володіють певними властивостями. Обґрунтовано значення уніфікації та стандартизації при використанні модульного підходу. Розглянуті переваги модульної побудови деталей ремонтно-обслуговуючого виробництва. Застосування модульного принципу при ремонті і відновленні деталей супроводжується певними труднощами, які складно усунути через велику кількість конструкторських рішень і відсутність загальної класифікації. Практична реалізація модульного принципу здатна різко підвищити рентабельність і ефективність ремонтного виробництва.

Ключові слова: ремонтне виробництво, технологічна підготовка, модульний підхід, деталь, поверхня, модуль поверхні.

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки, в обстановці, коли відчувається гострий дефіцит постачання нових запасних частин та вузлів автомобілів та технологічного обладнання для їх ремонту, коли зруйнована система ресурсного забезпечення автотранспортних підприємств (АТП), підвищується значення інженерного сервісу і особливо ремонтного виробництва, оскільки ефективність роботи АТП та перевезень напряму пов'язані з технічним станом автомобілів.

Потреба в ремонті збільшується у зв'язку з позамежною зношеністю транспортних засобів: 75-80% автомобілів відпрацювали свій амортизаційний термін, близько 80% з них застаріли і непридатні до експлуатації. При цьому оновлення техніки скоротилося в десятки разів, відмови і несправності нових машин при їх поставці споживачам зросли з 16 до 50%. Рівень безвідмовності вітчизняних автомобілів знизився на 40%. Витрати на утримання та ремонт автотранспортних засобів (АТЗ) в порівнянні з 1992 р. збільшилися в 4,5 рази.

За цей час чисельність ремонтних робітників на автотранспортних підприємствах знизилася в два рази. Скоротилася підготовка токарів, зварювальників, слюсарів та інших кваліфікованих робітників. Зупинені і розукомплектовані потокові конвеєри і лінії, наявне обладнання морально застаріло і фізично зношене. Руйнується планово-попереджувальна система ремонту і технічного обслуговування. Поступове оновлення автомобільного парку на АТП в ринкових умовах обумовлює необхідність застосування нових інженерних підходів з метою скорочення витрат на ремонтне виробництво [1].

Модульний підхід не є новим в машинобудівній галузі. Він знайшов своє застосування в автомобільному, літаковому, крановому будівництві, агропромисловому комплексі. Проте на стадії технологічної підготовки нового виробництва і, тим паче, ремонтного виробництва, питанням модульного проектування на сьогоднішній день не приділяється належної уваги. Подолати відомі недоліки машинобудівної галузі, такі як: значне дублювання технологічної підготовки виробництва одних і тих же деталей, великий об'єм щорічного відновлення фізично неспрацьованих засобів технологічного оснащення, низький рівень використання можливостей технологічного обладнання, значна доля фізично та морально застарілого технологічного обладнання, можна, застосовуючи принципи модульного проектування на стадії підготовки нового, а також ремонтного виробництва.

Мета дослідження. Підвищення ефективності технологічної підготовки ремонтного виробництва (ТПРВ) на основі використання модулів поверхонь деталей автотранспортних транспортних засобів.

Аналіз останніх досліджень. В процесі експлуатації деталі АТЗ спрацьовуються. Ці спрацювання залежать від умов їх роботи, виду спряження, умов зберігання та інших чинників. За час циклу експлуатації до 25% від загальної кількості деталей підлягають утилізації. Інші деталі - ремонтпридатні, або можуть використовуватись взагалі без відновлення. В процесі ремонту утилізовані деталі замінюються запасними частинами. Запасні частини отримують двома шляхами: відновленням деталей, які були в експлуатації і частково втратили свої експлуатаційні властивості, або виготовленням нових деталей.

Зіставляючи різноманітні способи отримання ремонтного фонду АТЗ, слід відмітити, що, з позиції якості та механізації робіт, найбільш доцільною є система виготовлення запасних частин на автомобілебудівних підприємствах. Проте, автотранспортні та авторемонтні підприємства не мають можливості в повному обсязі забезпечити запасними ремонтними деталями. Це пояснюється наступними факторами:

- відсутня однозначність термінів автомобіле-будівельного і ремонтного виробництв;
- відсутня єдина елементна база технологічної підготовки ремонтного виробництва (РВ), яка підпорядкована модульному принципу;
- невідома номенклатура, кількість та дефектна стійкість модулів поверхонь деталей АТЗ, які передбачаються до виготовлення та експлуатації;
- відсутні площі для зберігання напівготових та готових деталей РВ (особливо це стосується габаритних деталей);
- низький рівень уніфікації модулів поверхонь деталей різних моделей ДТЗ.

Альтернативою забезпечення ремонтно-обслуговуючого виробництва запасними частинами є відновлення деталей. Так, собівартість відновлення більшості деталей не перевищує 75% вартості нових, а витрати матеріалів в 15...20 разів нижче ніж при виготовленні. Висока економічна ефективність підприємств, що спеціалізуються на відновленні автомобільних деталей, підвищує їх конкурентоздатність в умовах ринкового виробництва [2]. Питання забезпечення РВ деталями є однією з найважливіших та важко вирішуваних задач (ТПРВ). Тому, забезпечення РВ деталями потрібної якості, в потрібній кількості та в певний час може бути виконано тільки на основі системного підходу.

Результати досліджень. Аналіз сучасної технологічної підготовки ремонтного виробництва, згідно літературних джерел [1-5], необхідно проводити в аспекті теорії систем, яка, власне, сама складається з деякої кількості підсистем.

З початку виникнення ТПРВ основним елементом цієї системи рахувалась *деталь*. Але деталь виконує свої функції не усім виробом в цілому, а лише поверхнями. Тому, можна сказати, що елементарна конструкція будь-якого виробу ремонтного виробництва відображається сукупністю множин модулів поверхонь деталей.

Під терміном *модуль поверхні деталі* слід розуміти структурно закінчену частину теоретично-множинної моделі конструкції деталі на рівні системи зв'язків, які підпорядковані загальним вимогам: функціональності, зв'язності, алгоритмічності, однорідності та уніфікації. Таке визначення модуля поверхні відповідає формулюванню модульного принципу в техніці, яке трактується таким чином: *модульний принцип* - особливість побудови технічних систем, що полягає в підпорядкуванні їх розмірів проектного модулю (ям) і (або) в забезпеченні можливості комплектування різноманітних, складних, нестандартних технічних систем з великим розходженням характеристик з невеликою, економічно обґрунтованою кількістю типів і типорозмірів однакових первинних (типових або стандартних) загальних модуль-елементів [3].

Модульний принцип побудови технічних систем базується на широкому використанні уніфікації і стандартизації, що є основою якості і надійності АТЗ.

Надійність та довговічність виготовлених або відремонтованих АТЗ, в першу чергу, залежить від якості їх складових, тобто деталей. Якісні параметри деталей ДТЗ формуються рядом технологічних вимог. Використання таких вимог зменшує виробничі труднощі, скорочує цикл виробництва, підвищує продуктивність праці та зменшує собівартість виготовлення деталей ДТЗ. Ці вимоги диктуються як технологією виготовлення заготовок, так і технологією їх подальшої обробки при отриманні заготовок. Особливого значення набувають питання технологічності конструкції при обробці деталей ДТЗ різанням.

Конструювання деталей ДТЗ є процесом творчим, тому дати загальні для всіх випадків правила конструювання деталей автотранспортних засобів неможливо [4]. Загальну задачу конструювання деталей ДТЗ можна сформулювати наступним чином: конфігурація деталей повинна бути простою, що дозволить використання прогресивних високопродуктивних методів виготовлення і дасть можливість надійної орієнтації та закріплення деталі на устаткуванні. У випадках, коли надійну

природну базу поверхню передбачити неможливо, базування і закріплення забезпечують штучними базами, які після виготовлення деталі, зазвичай, знищують.

Передбачені конструктором вимоги щодо точності, шорсткості, міцності, взаємного розташування поверхонь повинні відповідати функціональному призначенню деталі. Завищені чи занижені вимоги до наведених параметрів, потребують додаткових технологічних операцій та продовження циклу виготовлення. В результаті собівартість виготовлення деталей для ремонтно-обслуговуючих виробництв підвищується.

Для того, щоб звести до мінімуму витрати ремонтного виробництва, підвищити якість відновлених деталей, а також продуктивність та ефективність їх виготовлення, в основу необхідно покласти системний підхід, який охоплює основні етапи ТПРВ: науково-дослідницьку, проектно-конструкторську, технологічну, організаційну підготовку виробництва. Кожен з етапів є рівноцінно важливою ланкою ланцюга у загальній системі виробництва і при правильній організації відіграє вирішальну роль у створенні виробу.

Вивчення ТПРВ як об'єкта теорії систем без розкладання його на елементарні підсистеми неможливе. Теоретично ТПРВ можна розкласти на незчисленну множину частин. Початком використання модульної технології в машинобудуванні є знаходження елементарних одиниць, а саме конструктивних елементів деталей, названих як модуль поверхні або модуль поверхонь. Такою одиницею виступає *деталь*, яка виготовлена заново, або відновлена.

Науці відомо багато випадків раціонального використання індуктивно-дедуктивного способу пізнання. Так, біологія, вивчаючи складні властивості живого організму, починає дослідження з простої клітини [6]. Тому, й вивчення ТПРВ як системи потрібно також починати з найменшого елемента – деталі.

Кожна деталь, будь-якого призначення, володіє достатньо великою сукупністю властивостей та особливостей. Для досягнення мети нашого дослідження з різноманіття властивостей доцільно виділити деяку мінімальну їх кількість, яка буде вирішальною для сукупності деталей.

Загальними, і в той же час головними властивостями деталей є те, що, з одного боку, деталь – це елементарна частина ТПРВ, а, з іншого боку – множина системи поверхонь зі всіма її властивостями [5]. Кожна деталь, як конструктивна одиниця, складається з деякої кількості елементів, які називаються *поверхнями*. Дослідженнями встановлено, що кількість поверхонь на деталях усіх галузей промисловості, не більше 26.

Усі поверхні можна поділити на три основні групи: робочі, додаткові та зв'язкові. Основою кожної групи є виріб, виготовлений з одного матеріалу без використання складальних операцій. Такий виріб називають *деталлю*. Слід відмітити, що функціональні обов'язки деталей кожної із трьох груп виконують не самі деталі, а їх частини, тобто *поверхні*. Дослідження показали, що будь-яку деталь можна представити множиною функціональних *модулів поверхонь*.

Модуль поверхні являє собою сполучення поверхонь, за допомогою яких деталь виконує відповідну функцію [5]. Як правило, ці модулі поверхонь характеризуються закінченістю характеристики, з якої формується *модуль* деталі. Сам модуль поверхні має декілька важливих переваг, до яких відносяться: однозначність у визначенні відповідно до його функціонального призначення, мінімальне число характеристик, які описують його і обмежена номенклатура. Приймавши деталь за набір модулів поверхонь можна здійснити уніфікацію її складових, а також застосувати уніфіковані модулі обладнання.

Проектування деталей методом компонування з модулів поверхонь передбачає і інше оформлення креслення - тепер на кресленні деталі повинні бути зазначені модулі поверхонь, з яких вона складається, код кожного модуля поверхні відповідно до їх класифікації, порядкові номери і їх граф. У специфікації деталі також необхідне введення додаткової інформації, що відображає розмірні зв'язки модулів поверхонь, що визначають їх положення, вимоги до точності розмірів і т.д. Таким чином, конструкторське креслення деталі може бути представлене в більш зрозумілому для технолога вигляді, що значно знизить час технологічного проектування.

На сьогоднішній день найбільший інтерес представляє автоматичне розпізнавання конструктивних елементів на 3D-моделі деталі, так як сучасні CAD / CAM-системи працюють саме з тривимірними моделями. Для цього необхідна не тільки зміна уявлення креслення деталі, але й зміна властивостей тривимірних моделей, їх вдосконалення. Наприклад, отвори тривимірної моделі деталі повинні володіти точністю як діаметрального розміру, так і відносного розташування осі, а крім того і рядом інших характеристик, для автоматичного створення технологічного процесу їх обробки. Такий підхід до організації машинобудівного, зокрема і ремонтного, виробництв добре піддається автоматизації. Таким чином, для кожного розпізнаного конструктивного елемента на тривимірній

деталі автоматизовані системи зможуть самостійно застосувати необхідний технологічний процес його обробки. Певні труднощі створює велика різноманітність самих технологічних процесів, що вимагає їх попередньої уніфікації, а також виявлення основних критеріїв, які будуть покладені в основу класифікації технологічних процесів.

Висновки. З врахуванням проведених досліджень можна констатувати наступне:

- на етапі ТПРВ проектування, конструювання та виготовлення деталей доцільно проводити на єдиній модульній елементній базі технологічного забезпечення, яка являє собою сукупність методів, способів, технологічних переходів та операцій з виготовлення та відновлення деталей ДТЗ, а також засобів технологічного оснащення [7];

- планування кількості деталей (для ремонтних робіт) передбачати з врахуванням вимог масового виробництва;

- отриманню деталей методом відновлення повинне передувати їх напрацювання на технологічність [7];

- необхідне створення класифікації технологічних процесів обробки модулів поверхонь. Крім класифікації технологічних процесів необхідно також і створення класифікації технологічного оснащення, що також пов'язане з численними труднощами. Головною проблемою є існування великої різноманітності самого технологічного оснащення, а також їх незалежний розвиток різними виробниками, що пропонують свої індивідуальні конструктивні рішення;

- модульний принцип побудови поверхонь деталей є одним з найбільш прийнятних напрямків розвитку машинобудівного виробництва.

1. Авербух С.Л. Ремонтное предприятие как объект системного анализа / С.Л. Авербух // Механизация и электрификация сельского хозяйства – 1981. – № 10. – С. 55 – 57.

2. Канарчук В.Є., Чигринець А.Д., Голяк О.Л., Шоцький П.М. Технологія та обладнання для відновлення автомобільних деталей. – К.: ІСДО, 1993. – 480 с.

3. Малышев Г.А. Теория авторемонтного производства / Г.А. Малышев– М.: Транспорт, 1977. – 224 с.

4. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.

5. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. 2-е изд. / Б.М. Базров. – М.: Машиностроение, 2007. – 736 с.

6. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: Учебник для вузов /В.А. Зорин. М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.

7. Божидарник В.В., Гусев А.П., Павлова І.О. Аналіз особливостей модульної побудови деталей ремонтного виробництва.// Наукові нотатки. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип. 28. – С.73-75.

8. Гусев А.П. Напрямки підвищення гнучкості й модульності технологічної підготовки ремонтного виробництва // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт.– Севастополь, 2011. – Вип. 122. – С.45-46.

REFERENCES

1. Averbukh, S. (1981). Repair enterprises as the object of system analysis [Remontnoe predpriyatie kak obiekht sistemnogho analiza]. *Mechanization and electrification of agriculture [Mekhanyzacyja i elektryfikaciia selskogo khoziaistva]*. Vol. 10, pp. 55-57.

2. Kanarchuk, V., Chyhrynets, A., Holiak, O. & Shotskyi, P. (1993). *Technology and equipment for recovery of automotive parts [Tekhnolohiia ta obladnannia dlia vidnovlennia avtomobilnykh detalei]*. – Kyiv. Publ. ISDO. – 480 p.

3. Malyshev, G. (1977). *Theory of automotive production [Teoryja avtoremontnogho proyzvodstva]* Moscow, Publ. Transport. 224 p.

4. Bazrov, B. (2001). *Modular technology in mechanical engineering. [Modulnaia tekhnolohiia v mashynostroeni]*. Moscow, Publ. Mashynostroenyie. 368 p.

5. Bazrov, B. (2007). *Fundamentals of mechanical engineering: a textbook for high schools. 2nd ed. [Osnovy tekhnolohyy mashynostroenyja: uchebnyk dlja vuzov. 2-e izd.]*. Moscow, Publ. Mashynostroenyie. 736 p.

6. Zoryn, V. (2005). *Fundamentals of operability of technical systems: Textbook. [Osnovy rabotosposobnosti tekhnicheskyykh sistem: Uchebnyk dlja vuzov.]*. Moscow, Publ. ООО «Maghystr-Press». 536 p.

7. Bozhydnarik, V., Husev A. & Pavlova I. (2010). Analysis of features of modular construction of repair parts production. [Analiz osoblyvostei modulnoi pobudovy detalei remontnoho vyrobnytstva]. *Scientific Notes [Naukovyi notatky]*. Lutsk, Publ. LNTU. Vol. 28, pp.73-75.

8. Husev, A. (2011). Areas of increase the flexibility and modularity of technological preparation of repair production. [Napriamky pidvyshchennia hnuchkosti y modulnosti tekhnolohichnoi pidhotovky remontnoho vyrobnytstva]. *Bulletin of the Sevastopol NTU. Series: mechanical, instrument engineering and transportation. [Visnyk SevNTU. Seriya: Mashyno-pryladobuduvannia ta transport]*. Sevastopol. Vol. 122, pp.45-46.

Павлова І.А., Булік Ю.В. Повышение эффективности авторемонтного производства на основе применения модульного принципа.

В работе проведен анализ современного состояния обеспечения запасными частями автотранспортных и ремонтно-обслуживающих предприятий. Выявлены причины недостаточного обеспечения запасными частями автотранспортных средств и способы их устранения. С целью повышения эффективности авторемонтного производства предлагается использование модульного принципа проектирования поверхностей деталей, успешно применяющийся в машиностроительной отрасли. Модульный принцип - это построение различных технических систем с различными характеристиками путем компоновки их из типовых модулей ограниченной номенклатуры. Модульный принцип в машиностроении призван связать в единую систему проектирования изделий, разработку технологических процессов, создание средств технологического оснащения и организации производственных процессов. В работе изложен системный подход в использовании модульного принципа на стадии проектирования, а также ремонта деталей. Таким образом, все эти этапы должны соответствовать определенным требованиям и обладать определенными свойствами, должны быть организованы на основе одной единственной технологии - модульной технологии. Исходной точкой использования модульной технологии в машиностроении является нахождение элементарных единиц, а именно конструктивных элементов деталей, названных как модуль поверхности или модуль поверхностей. Данные модули поверхностей представляют собой отдельные поверхности или совокупность поверхностей детали, обрабатываемые за один ее установ и обладающие определенными свойствами. Обосновано значение унификации и стандартизации при использовании модульного подхода. Рассмотрены преимущества модульного построения деталей ремонтно-обслуживающего производства. Применение модульного принципа при ремонте и восстановлении деталей сопровождается определенными трудностями, которые сложно устранить из-за большого количества конструкторских решений и отсутствия общей классификации. Практическая реализация модульного принципа способна резко повысить рентабельность и эффективность ремонтного производства.

Ключевые слова: ремонтное производство, технологическая подготовка, деталь, поверхность, модуль поверхности.

I. Pavlova, Y. Bulik. Improving the efficiency of automotive production through the application of the modular principle.

Modern conditions of ensuring by reserve parts of repair-serving enterprises are analysed in work. Lack of ensuring by reserve parts of road transport means and ways of their elimination was appears. To improve the efficiency of automotive production provided the use of the modular design principle surfaces of the parts, is successfully used in machine-building industry. The modular principle - is to build a variety of technical systems with different characteristics by assembling them from a limited range of standard modules. Modularity in engineering designed to bind to a single system of product design, process design, and the creation of technological equipment and organization of production processes. From a position of the system approach are considers the superiority of modular reconstructions of details repair-serving manufactures. Thus, all these steps must meet certain requirements and have certain properties to be organized based on a single technology - modular technology. The starting point for the use of modular technology in mechanical engineering is to find elementary units, namely the structural elements of parts, called the module surface or module surfaces. These modules surfaces are separate surfaces or a combination of surface detail, which is processes in one of its set and possessing certain properties. It is proves the value of unification and standardization using a modular approach. From a position of the system approach are consider the superiority of modular reconstructions of details repair serving manufactures. Some rules of the construction details on the basis of modules surfaces are stated. Application module principle in the repair and rebuilding certain parts accompanied by difficulties that are hard to remove because of the large number of design decisions and the absence of general classification. It is shown that for the greatest effect in modern conditions typing means of repair-serving enterprises should be carried out systematically and on a modular level.

Keywords: repair-serving process, modular technology, detail, surface, module surface.

АВТОРИ:

ПАВЛОВА Ірина Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький НТУ, e-mail: Iruna_Pavlova@ukr.net

БУЛІК Юрій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький НТУ, e-mail: by_lutsk@ukr.net

AUTHORS:

Irina PAVLOVA, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: Iruna_Pavlova@ukr.net

Yuri BULIK, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: by_lutsk @ukr.net

РЕЦЕНЗЕНТ:

ДИДУХ В.Ф., доктор технічних наук, професор, Львівський національний аграрний університет, зав.кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. професора Семковича І.Д., м. Львів, Україна.

REVIEWER:

V. DIDUKH, Doctor of Science in Engineering, Professor, Lviv National Agrarian University, Head of Maintenance and Technical Service of Machines Department, Lviv, Ukraine.

Стаття надійшла в редакцію 07.05.2015р.