

УДК 621.751.06:621.88.082.1

В. Чухрай, канд. техн. наук; І. Кулинич, канд. техн. наук

Львівський національний аграрний університет

МІНІМІЗАЦІЯ ТРИВАЛОСТІ СКЛАДАННЯ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ

Подано результати порівняльних досліджень технологій складання різьбових з'єднань з використанням стандартних та адаптивного гайкокрутів. Розроблені кінематичні схеми різьбових з'єднань деталей машин автоматами різних конструкцій. Встановлено, що мінімізації тривалості складання різьбових з'єднань можна досягнути замінивши ручне встановлення шайб та наживлення гайок на механізоване з використанням спеціальних касет та самозахоплюючих головок. Дані практичні рекомендації при проектуванні відповідного оснащення і обладнання.

Ключові слова: складання, різь, механізація.

V. Chuhray, I. Kulynych

MINIMIZATION OF DURATION OF DRAFTING OF SCREW-THREAD CONNECTIONS

The results of comparative researches of technologies of drafting of screw-thread connections are given with the use of standard and adaptive gaskets. The kinematics charts of screw-thread connections details of machines are developed by the automats of different constructions. It is set that it is possible to attain minimization of duration of drafting of screw-thread connections substituting hand establishment of pucks and nailing of nuts by mechanized with the use of the special cassettes and keen heads. Practical recommendations are given at planning of the proper rigging and equipment.

Key words: drafting, screw-thread, mechanization.

Постановка проблеми. Проблема механізації складання різьбових з'єднань залишається актуальною впродовж багатьох років для машинобудівних та ремонтних підприємств. Для підвищення продуктивності роботи і якості виконання операцій загвинчування застосовують різні засоби їх механізації і автоматизації. В основному питання механізації складання різьбових з'єднань вирішується за рахунок використання гайкокрутів. Однак, під час наживлення різьбових деталей безпосередньо гайкокрутом можуть виникати відмови у роботі за рахунок недостатньої точності взаємного розташування деталей перед їх згвинчуванням, що призводить до заклинювання різьби і руйнування західних витків, виникає потреба в заміні пошкоджених деталей, а отже збільшується трудомісткість і тривалість процесу, знижується продуктивність праці. Особливо відчутними проблеми взаємної орієнтації згвинчуваних деталей є під час використання багатошпindelних гайкокрутів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження які впродовж багатьох років виконувались на кафедрі експлуатації та технічного сервісу машин Львівського національного аграрного університету дали змогу вирішити питання безперешкодного наживлення різьбових деталей зі значним осьовим та радіальним зміщенням. Для забезпечення надійного виконання початкових етапів загвинчування (взаємоорієнтування і наживлення) можна використати розроблене нами адаптивне різьбоскладальне обладнання, яке коректує процес спряження різьбових деталей і усуває перешкоди для його здійснення [1,2,3,4,5,6].

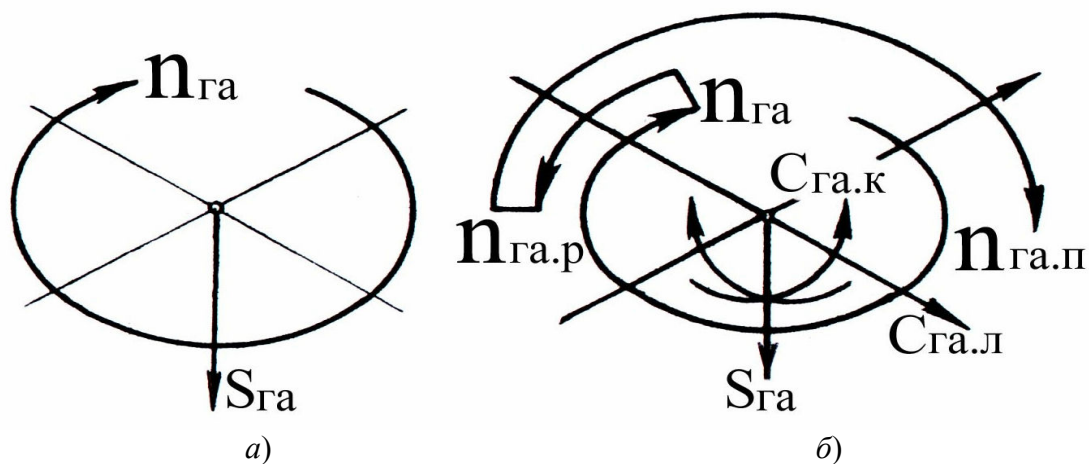
Адаптивний технологічний процес нагвинчування (наживлення) гайки на шпильку розглянуто у роботі [7], де представлено його структурну схему, операцію загвинчування диференційовано на елементарні операції (етапи) і розглянуто функціонування різьбоскладального обладнання на цих етапах.

Виклад основного матеріалу. Найбільше застосування у практиці мають гайкокрути з головками для базування різьбових деталей, що забезпечують кінематику операцій загвинчування зображену на рис. 1. Реверсивні обертові рухи гайки і гвинта $n_{га.р}$, $n_{гв.р}$ під час заклинювання різьби забезпечує адаптивна система керування режимами роботи гайкокрута [1,2,3]. Кутіві і лінійні рухи самоорієнтування (сканування) $C_{га.к}$, $C_{га.л}$ здійснює тільки гайка за рахунок взаємодії з різьбовим стержнем (болтом, гвинтом, шпилькою), який базується нерухомо, або виконує тільки технологічні рухи – обертання і осьову подачу [5]. Таку кінематику рухів самоорієнтування гайки відносно різьбового стержня можна одержати за допомогою простої за конструкцією головки з податливим базуванням гайки, принципову схему якої і зовнішній вигляд показано на рис. 2 [5]. Головка дозволяє гайці в певних межах лінійні переміщення вздовж двох взаємно-перпендикулярних осей і обертові коливання навколо них, тобто забезпечує їй чотири степені вільності.

Для забезпечення рухів орієнтування різьбового стержня відносно різьбового отвору необхідно, щоб спеціальний механізм, за сигналом про їх неспіввісність, переміщав весь загвинчувальний пристрій (гайкокрут, силову головку) у потрібному напрямі. Це ускладнює конструкцію різьбоскладального обладнання і тому застосовується тільки в окремих випадках.

У машинобудівному та ремонтному виробництві кінематичні схеми *а)* і *б)* за рис.1 застосовуються, зокрема, під час нагвинчування гайок на шпильки для кріплення головок до блоків автомобільних та тракторних двигунів. За схемою *а)* наживлення гайок виконується вручну, а наступні загвинчування і затягування – ручним пневмогайкокрутом. За схемою *б)* гайка захоплюється із касети головою [5,6], що закріплена на шпинделі ручного гайкокрута. При цьому всі рухи, і технологічні і взаємоорієнтування, здійснює гайка, що має податливе базування в головці [5], або за рахунок системи „рука – гайкокрут” в головці [6].

За схемами *в)* і *д)* наприклад, виконується операція загвинчування гвинта регульовального в гайку пружини і контргайку в автоматі для складання вузла гайки пружини форсунок ФД-22 [8].



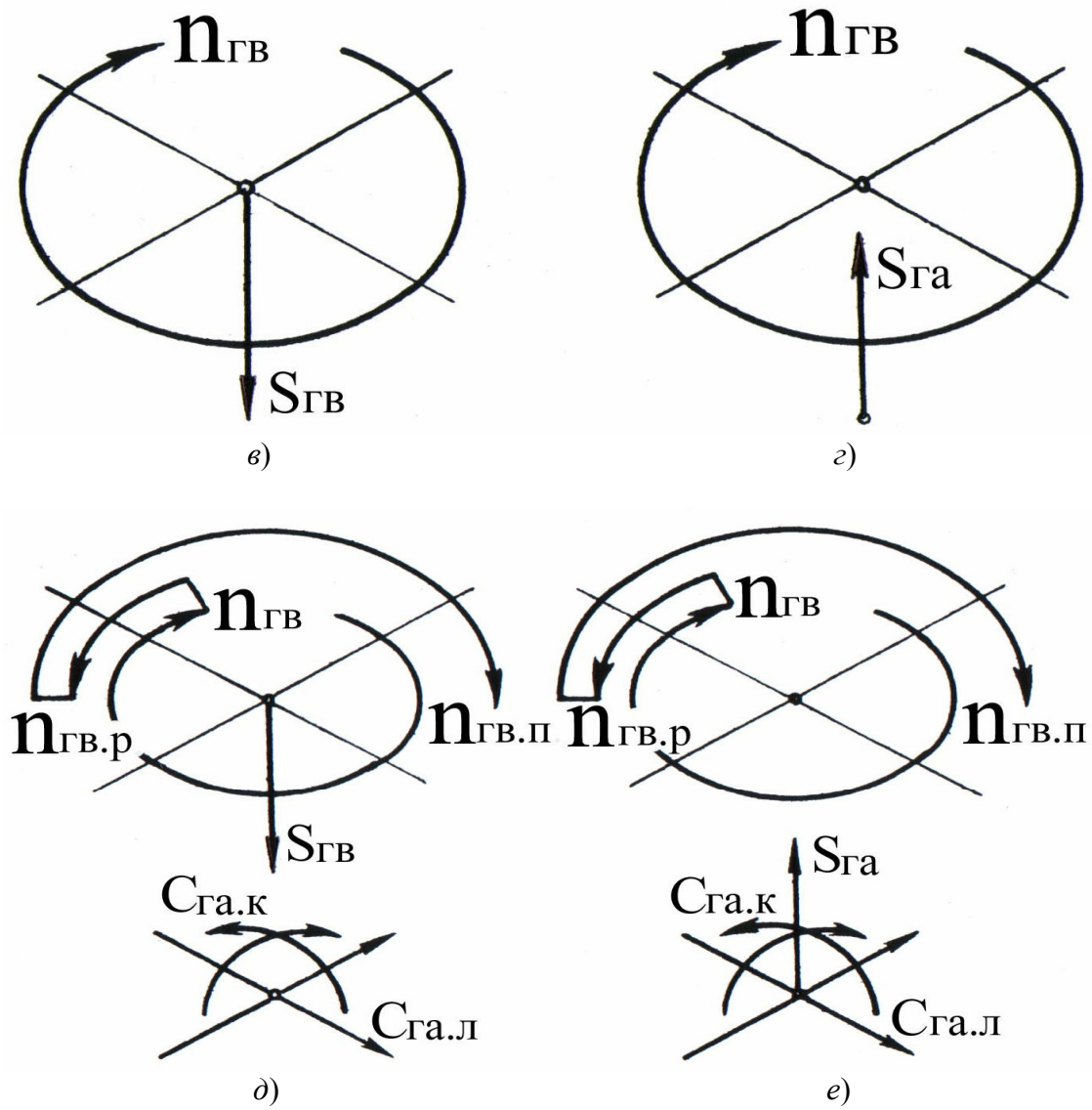


Рисунок 1 – Кінематичні схеми операцій загвинчування: а, в, г – типових; б, д, е – адаптивних; технологічні рухи: $n_{га}$, $n_{гв}$ – обертання гайки і гвинта; $n_{га.п}$, $n_{гв.п}$ – обертання гайки і гвинта повторне; $S_{га}$, $S_{гв}$ – подача гайки і гвинта; рухи взаємного орієнтування: $S_{га.л}$, $S_{га.к}$ – лінійне і кутове сканування гайки; $n_{га.р}$, $n_{гв.р}$ – реверс гайки і гвинта після заклинювання різьби

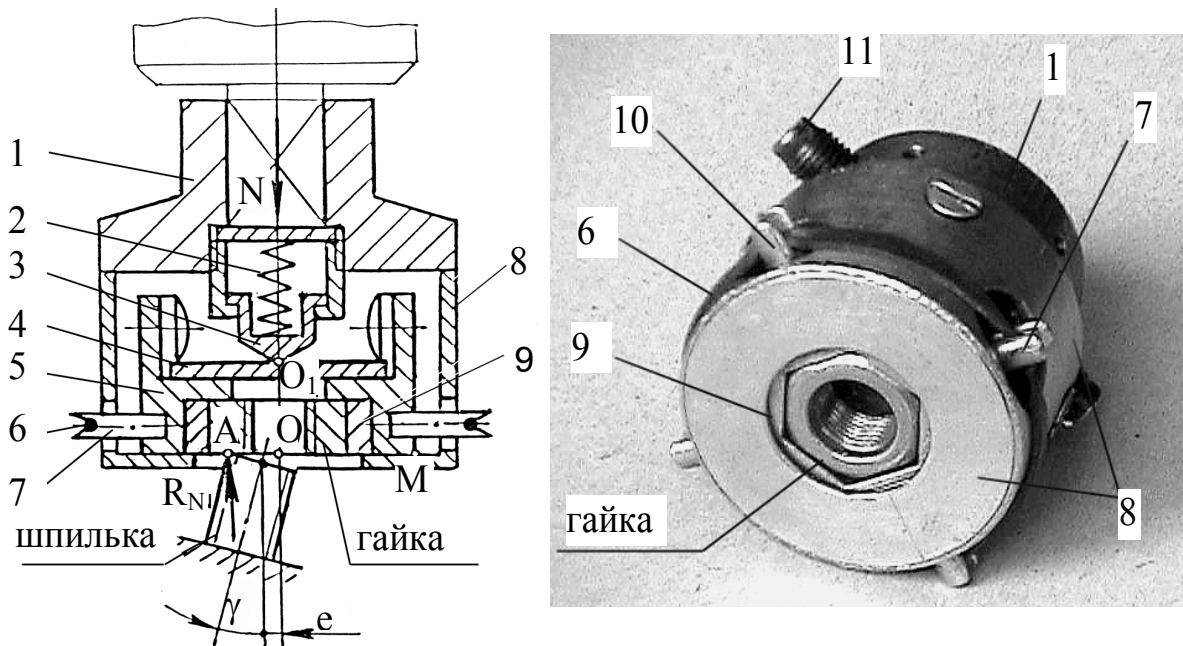


Рисунок 2 – Головка з податливою базою гайки: а) схема; б) зовнішній вигляд:
 1 – корпус; 2 – осьова пружина; 3- втулка; 4 – шайба проміжна; 5 – напрямна бази гайки;
 6 – кільце пружинне; 7, 10 – штифти; 8 – обмежувальна втулка;
 9 – база гайки; 11 – гвинт фіксації головки на шпинделі гайкокрута

Процес загвинчування з використанням адаптивного гайкокрута оснащеного спеціальною головкою виконується з наступними рухами з'єднаних різьбових деталей: технологічні рухи – обертання і осьова подача, рухи взаємоорієнтування – лінійне і кутове сканування, короткочасний реверс за умови заклинюванні різьби і повторна спроба загвинчування. Отже, запропонована технологія і обладнання для її реалізації дають змогу вилучити з технологічного процесу операцію ручного встановлення шайб та наживлення гайок.

Для порівняльного аналізу ефективності технологій складання різьбових з'єднань було вибрано процес кріплення головки блока двигуна ЗМЗ-402210. З'єднання складається із трьох кріпильних виробів: шпильки і гайки з різьбами М11×1-6Н/6g, шайби з внутрішнім діаметром 11мм. Виконанню і порівнянню підлягали два технологічні процеси механізованого складання різьбових з'єднань, які відрізнялися ручним і механізованим виконанням елементарних операцій наживлення гайок.

Технологія механізованого складання різьбових з'єднань із ручним наживленням включала наступні елементарні операції: дефектування і ручне укладання шайб у тару; дефектування і ручне укладання гайок у тару; перенесення шайб рукою з тари і встановлення на шпильки; перенесення гайок рукою з тари і ручне наживлення на шпильки; механізоване загвинчування і затягування ручним пневматичним гайкокрутом.

Технологія складання різьбових з'єднань із повністю механізованим наживленням включала такі елементарні операції: дефектування і ручне встановлення шайб на штифти касети; дефектування і ручне встановлення гайок на ті самі штифти касети; захоплення гайки разом із шайбою із касети спеціальною головкою гайкокрута [9], перенесення до шпильки, наживлення, загвинчування і затягування ручним адаптивним пневматичним гайкокрутом.

На підставі хронометражу 150 процесів складання реалізованих за двома переліченими технологіями встановлено, що за новою технологією досягається зменшення тривалості складання на 15 – 18%. Під час досліджень операції складання виконували три робітники з різним рівнем фахової підготовки та навиками в роботі з пневматичними гайкокрутами. Слід відзначити те, що різниця в тривалості

аналогічного процесу складання для перших десяти спроб між трьома виконавцями сягала до 12%, а для останніх десяти спроб не перевищувала 3%.

В таблиці подано перелік різьбових з'єднання двигунів автомобілів для механізації розбирання і складання яких, з метою мінімізації тривалості складання, доцільно використовувати адаптивний гайкокрут.

Таблиця 1 – Перелік різьбових з'єднання двигунів автомобілів для механізації розбирання і складання яких, з метою мінімізації тривалості складання, доцільно використовувати адаптивний гайкокрут

Закріплювані деталі	Характеристика різьбових деталей		Кількість в одному роз'ємі
	Позначення	Розмір під ключ, S	
<i>Двигун ЗМЗ - 53</i>			
Кришка коромисел - головка блока	Гайка М10×1	17	4
Стійка осі коромисел - головка блока	Гайка М10×1	14	4
Головки блока - блок циліндрів	Гайка М11×1	17	36
Впускний колектор – головка блока	Гайка М8×1	13	10
Випускний колектор – головка блока	Гайка М10×1	14	10
Вентилятор – шків привода водяного насоса	Болт М8×38	12	4
Водяна помпа - кришка розподільчих шестерень	Гайка М8×1	13	4
Кришка розподільчих шестерень - блок циліндрів	Гайка М10×1	17	2
	Гайка М8×1	13	6
Масляний картер - блок циліндрів	Гайка М8×1	13	23
Маховик – колінчастий вал	Гайка М11×1	17	4
Шків колінчастого вала – маточина шківа	Болт М8×18	12	3
Кришка корінного підшипника - блок циліндрів	Гайка М12×1,25	19	10
Кришка шатунного підшипника - шатун	Гайка М10*1	15	12
<i>Двигун ЗИЛ-441510</i>			
Кришки коромисел - головка блока	Гайка М8	14	18
Стійка осі коромисел - головка блока	Болт М12×143	17	4
Головки блока - блок циліндрів	Болт М12×126	17	10
	Болт М12×70	17	8
Впускний колектор – головка блока	Гайка М10×1	17	18
Випускний колектор – головка блока	Гайка М12	19	3
	Гайка М10	17	8
Вентилятор – шків привода водяного насоса	Болт М10×25	14	4
Кришка розподільчих шестерень - блок циліндрів	Болт М10×32	14	8
Кришка картера зчеплення – картер зчеплення	Болт М10×30	14	10
Масляний картер - блок циліндрів	Болт М8×20	12	26
Маховик – колінчастий вал	Гайка М14×1,5	22	6
Кришка корінного підшипника - блок циліндрів	М14×75	19	10
Кришка шатунного підшипника - шатун	Гайка М10×1	15	16

На підставі даних таблиці можна стверджувати, що найбільш відчутною буде мінімізація процесів механізованого складання за умови використання запропонованої технології для кріплення з'єднань обох марок двигунів: головки блока - блок циліндрів; масляний картер - блок циліндрів; кришки коромисел - головка блока. Для реалізації механізованих процесів з поштучним складанням різьбових з'єднань за допомогою адаптивного гайкокрута достатньо виготовити спеціальні касети для відповідних

комплектів різьбових деталей кріплення окремих деталей машин. Для наступного етапу мінімізації тривалості процесів складання необхідно використання багатошпindelних адаптивних гайкокрутів оснащених головками з плаваючою базою.

Висновки

Мінімізації тривалості процесів складання різьбових з'єднань кількість яких є більшою десяти штук в одному роз'ємні, в мажах 15 – 18%, можна досягнути використанням комплекту адаптивного різьбоскладального обладнання, яке складається з ручного адаптивного пневмогайкокрута, головок для захоплення гайок і касети для кріпильних виробів.

Запропонована технологія та обладнання для її реалізації дозволяють механізувати операції відбору, подачі, наживлення, загвинчування і затягування процесу складання різьбових з'єднань, підвищити якість і надійність їх виконання, покращити умови праці і збільшити її продуктивність.

Наступним етапом подальшої оптимальної мінімізації процесів складання і розбирання машин, їх агрегатів і вузлів у машинобудівному та ремонтному виробництві буде розробка і запровадження у виробництво багатошпindelних адаптивних гайкокрутів оснащених головками з плаваючими базами. Слід також відзначити, що актуальною проблемою наступного етапу механізації буде створення універсальних багатошпindelних гайкокрутів з можливістю їх переналагоджування залежно від геометричних параметрів кріпильних елементів та їх взаємного розташування.

Література

1. Пневмовинтоверт: А.с. 1484546 А1 СССР, МКИ В23Р19/06, В25В21/00 / И.Я.Кулинич, И.А.Нищенко, А.П.Гавриш, Ю.Г.Васюков (СССР). –№4270448/30-08; Заявлено 30.06.87; Оpubл. 07.06.89, Бюл. №21. –5 с
2. Пат. 40759А України, МПК, В25В21/00. Пневматичний гайковерт / І.Я.Кулинич, В. С. Чухрай (Україна). – №; Заявл. 06.07.1999; Оpubл. 15.08.2001, Бюл. № 7. – 6 с.
3. Пат. 67920А України, МПК, В25В21/00, В23Р19/06. Пневматичний гайковерт / І. Я.Кулинич, В. С. Чухрай (Україна). – № 2003054198; Заявл. 12.05.2003; Оpubл. 15.07.2004, Бюл. № 7. – 6 с.
4. Кулинич Іван. Складання і розбирання різьбових з'єднань пристроями із захистом від пошкодження різьби // III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna “Problemy recyklingu” (Materialy konferencyjne).- Rogow (Polska): Wydawnictwo SGGW (Warszawa).- 2003.-С.149-154.
5. Пат. 11946U України, МПК В23Р19/06, В25В21/00. Головка гайковерта / І. Я.Кулинич, В. С. Чухрай (Україна). – № u200506881; Заявл. 12.07.2005; Оpubл. 16.01.2006, Бюл. №1. – 5 с.
6. Пат. 20194U України, МПК В23Р19/06, В25В21/00. Головка гайковерта / І.Я.Кулинич, А. І. Кулинич, І. В. Паньків (Україна). – № u200607724; Заявл. 10.07.2006; Оpubл. 15.01.2007, Бюл. №1. – 4 с.
7. Чухрай В.Є., Кулинич І.Я. Адаптація обладнання до структури технологічного процесу механізованого складання різьбових з'єднань // Вісник Львівського державного аграрного університету. Серія: "Агроінженерні дослідження". №6. - Львів: Вид. центр ЛДАУ. - 2002. - С.248-258.
8. Яхимович В.А., Головащенко В.Е., Кулинич І.Я. Автоматизация сборки резьбовых соединений. – Львов: изд-во при Львовском государственном университете издательского объединения “Вища школа”. – 1982. – 158 с.
9. Кулинич І.Я., Чухрай В.Є.Ефективність адаптивного технологічного процесу складання різьбових з'єднань // Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК. Міжнародний науково-практичний форум 17-19 вересня 2008 р.- Львівський національний аграрний університет, 2008. - С. 401-405

Одержано 12.01.2009 р.