

тичного моделювання теплових потоків при сборці шлицевих з'єдинень з базированим по ширині шлицев для всього спектра типорозмірів. Благодаря запропонованій моделі, можливо достатньо точно визначити температуру нагріву охоплюючої втулки, що забезпечує ймовірність збирання близько 100 відсотків.

Остається проблемою збирання шлицевих з'єдинень з посадкою по ширині шлицев P10/k7, для рішення поставленої мети були проаналізовані теплові потоки, які мають місце при термічній збірці шлицевих з'єдинень. Для рішення проблеми з нагрівом охоплюючої шлицевої втулки, так як її перегрів втягує за собою різку втрату часу, людських ресурсів і електричної енергії, а недостатній нагрів викликає преждевременне схватывание втулки, яка ще не зайняла необхідного положення відносно охоплюваної поверхні.

Ключові слова: прямобочні шлицеві з'єдинення, натяження по ширині шлицев.

Bondarev S., Ryasna O. Mathematical modeling of process flows when compiling sided splines in automatic mode

Summary. When performing mathematical calculations heat transfer method was used mathematical modeling of heat flow in the Assembly splines based on the width of the slots for the full range of sizes. Thanks to the proposed model, it is possible to accurately determine the temperature of the heating of the covering sleeve, which provides the probability of an Assembly of about 100 percent.

Remains the problem of Assembly splined connections with landing the width of the slots P10/K7, to address this goal were analyzed heat fluxes that occur during heat Assembly splines. To solve the heating covering splined bushings, since overheating leads to an abrupt loss of time, human resources and electric power, and insufficient heating causes premature adhesion of the sleeve, which is not yet at the desired position relative to the covered surface.

Keywords: sided, slip-joint, the tension across the width of the slots.

Стаття надійшла в редакцію: 03.03.2015р.

Рецензент: д.т.н., проф. Павлюченко А.М.

УДК 621.9

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ СКЛАДАННЯ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ
МЕТАЛООБРОБКИ РІЗАННЯМ ПРИ РЕІНЖІНІРИНЗІ**

М. М. Захаров, к.т.н., доцент

О. І. Захарова

Сумський національний аграрний університет

Робота присвячена дослідженню точності складання багатопозиційних технологічних систем металообробки різанням при їх реінжиніринзі. На основі виконаних розробок забезпечена можливість прогнозування кінцевого результату при проектуванні і виготовленні багатопозиційних агрегатних верстатів, що дозволило підвищити точність обробки деталей на цьому устаткуванні.

Ключові слова: багатопозиційний, складання, технологія, системи, пристосування.

Постановка проблеми в загальному вигляді

Багатопозиційні технологічні системи металообробки різанням, як правило, проектуються в одноваріантному виконанні, складаються по методу індивідуальної підгонки вузлів і деталей, що значною мірою відбивається на можливості реінжиніринга такого устаткування. Після проектування в процесі складання проводяться багаторазові установки і зняття вузлів, підгонка, дообробка, розмітка і так далі. Усе це призводить до підвищення трудомісткості складання багатопозиційних технологічних систем металообробки різанням при їх реінжиніринзі, а також до теоретичної і практичної непередбачуваності кінцевого результату. Процес проектування і виготовлення такого технологічного устаткування не контролюється "скрізною" системою критеріїв оцінки якості

і узгодження отриманих результатів на кожному етапі. Таким чином, нині виникло питання розробки науково обгрунтованої методології проектування і виготовлення багатопозиційних технологічних систем металообробки різанням при їх реінжиніринзі, яка дозволить досягти необхідну точність устаткування при найменшій собівартості, за рахунок узгодження результатів на всіх етапах проектування і виготовлення, а отже, забезпечить передбачуваність кінцевих характеристик при мінімальній собівартості. В цьому випадку можна говорити про керованість процесом проектування і складання при реінжиніринзі складних унікальних технологічних систем, що дозволяє значно підвищити їх конкурентоспроможність, що є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Виконаний аналіз літератури показав, що

процес створення унікального металоріжучого устаткування недостатньо вивчений на різних стадіях його виготовлення. Досяжні точнісні параметри, в більшості випадків, не задовольняють постійно зростаючі вимоги до металообробки. Нині складання багатопозиційних технологічних систем металообробки різанням здійснюється по методу індивідуальної підгонки вузлів і деталей з використанням монтажного шаблону. При цьому виконується багатократна установка і зняття вузлів, розмітка, свердління по розмітці, нарізування різьб в кріпильних отворах, що призводить до безпосереднього впливу кваліфікації збирачів на точність складального процесу.

При складанні багатопозиційних технологічних систем металообробки різанням використовують монтажний шаблон, що йде в комплекті із новим устаткуванням і дозволяє виконати складання кожної позиції багатопозиційного обладнання з необхідною точністю. При такому способі складання не враховується взаємозв'язок точностних параметрів між позиціями багатопозиційного верстата, що при обробці поверхні в декілька переходів на різних позиціях призводить до значної погрішності кінцевого результату.

При дослідженні геометричної точності багатопозиційного металоріжучого устаткування було виявлено, що плоско-проекційні розмірні ланцюги, що визначають точність взаємного розташування інструменту і оброблюваної поверхні, імітованої при складанні монтажним шаблоном, не можуть забезпечити уявлення про технологічну спадковість унікального металоріжучого устаткування. А повторне використання монтажного шаблону при реінжиніринзі багатопозиційних технологічних систем металообробки різанням стає неможливим. Тому необхідно досліджувати і оптимізувати розмірні взаємозв'язки агрегатів, що комплектують позиції обробки багатопозиційного верстата, а також виявити взаємозв'язки цих позицій, що дозволить провести складання унікального обладнання без використання монтажного шаблону та створити методи управління якістю виготовлення багатопозиційного устаткування залежно від вимог забезпечення технологічної спадковості і його цільового призначення.

Таким чином **метою роботи** є підвищення економічної ефективності багатопозиційного металоріжучого устаткування за рахунок зниження трудомісткості виготовлення і, особливо, складання, підвищення надійності, забезпечення необхідної точності обробки при створенні нових і реінжиніринзі діючих верстатів в умовах автоматизованого розрахунку розмірних і координатних взаємозв'язків позицій обробки з урахуванням технологічної спадковості і принципової зміни на цій основі технологічного процесу складання складноструктурного верстатного устаткування з

використанням, так званих, монтажних шаблонів - додаткових пристосувань для забезпечення складального процесу.

Викладення основного матеріалу досліджень. Для комплексного вирішення завдань геометричної точності багатопозиційних технологічних систем пропонується використання моделі, створеної на основі суцільних геометричних конструктивів (рис. 1). Така постановка завдання дозволить конструктору вдосконалювати свої рішення і реалізувати їх у вигляді віртуального прототипу. Для аналізу в просторі точності виготовлення і складання, окремих складальних одиниць і устаткування в цілому, побудовані просторові розмірні ланцюги, специфіка яких полягає в тому, що побудувати їх можна тільки за допомогою тривимірного моделювання. Отримані тривимірні моделі розмірних взаємозв'язків дозволили: наочно представити точнісні параметри агрегатних верстатів; аналізувати в просторі точність виготовлення і складання окремих складальних одиниць і верстата в цілому; піти від технології складання багатопозиційного металоріжучого устаткування з використанням монтажного шаблону, координатно пов'язавши всі елементи і ввівши компенсатори в розмірні ланцюги.

Оскільки технологічна спадковість, найбільшою мірою, проявляється на взаємозв'язаних позиціях механічної обробки багатопозиційних верстатів, для досліджень використовувався чотирьохпозиційний верстат, з горизонтальним розташуванням силових агрегатів і обробкою поверхонь в декілька залежних переходів на різних позиціях.

Акцент зроблений на розмірні ланцюги, що утворюються при монтажі силового агрегату на верстаті і що істотно впливають на співвісність шпинделя силової голівки і оброблюваного отвору в заготівці, що, зрештою, визначає точність обробки цієї поверхні на наступних позиціях.

Як показав аналіз існуючого технологічного процесу складання багатопозиційних верстатів, операції обробки кріпильних отворів станини під підкладки, стійки і поворотно-ділильний стіл можна здійснювати безпосередньо в механічному цеху, де здійснюється обробка горловини і поверхні станини під монтаж вузлів. Проте необхідно визначити координати цих отворів так, щоб забезпечувалась необхідна точність взаємного розташування силових вузлів і об'єкту обробки.

Для виключення або мінімізації підгіночних робіт при монтажі позицій обробки при реалізації пропонованого методу перетворення систем координат і визначення взаємного просторового положення компонованих елементів з'являється реальна можливість попереднього розрахунку розмірів з наступною розміткою станини під монтаж силових агрегатів.

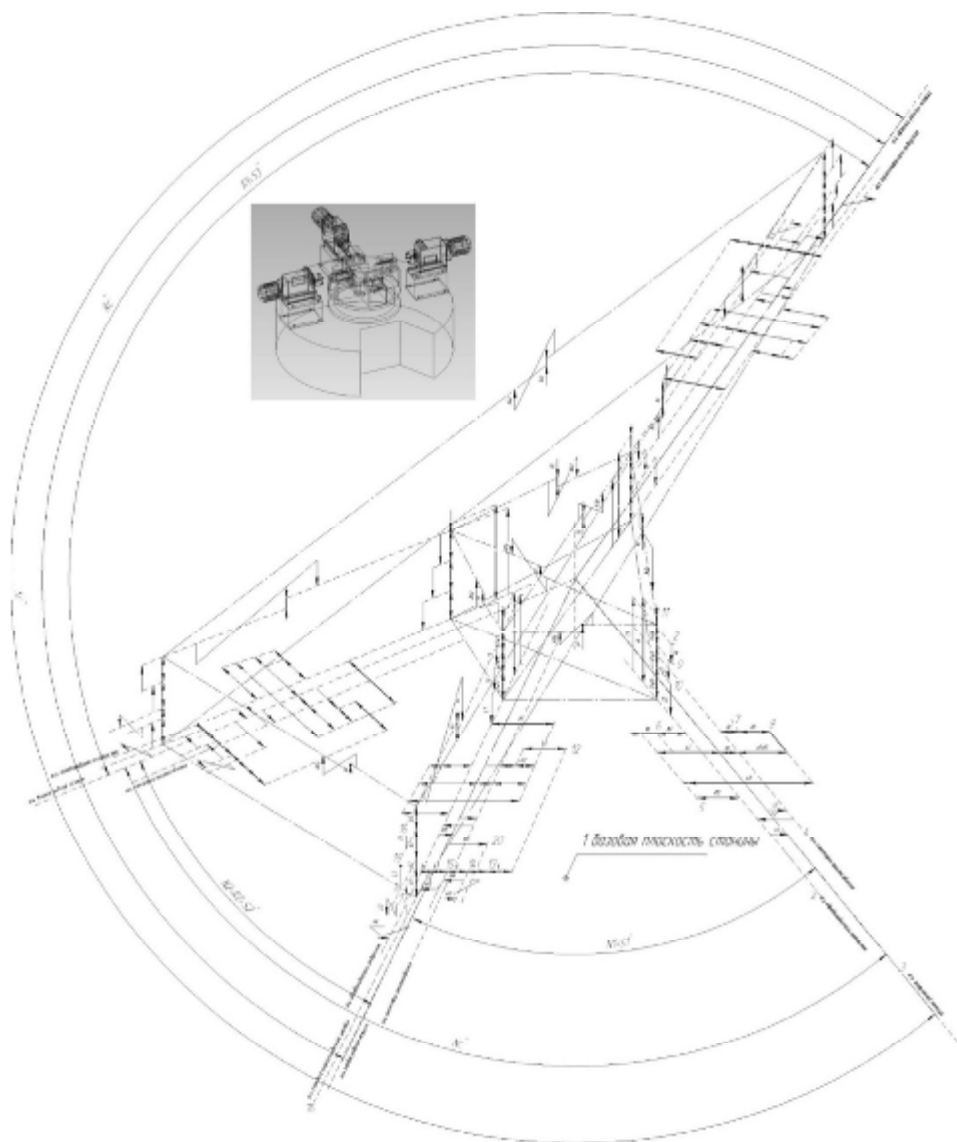


Рис. 1. Тривимірна модель багатопозиційного металоріжучого верстата і просторові розмірні ланцюги до неї.

Висновки:

1. Розроблена тривимірна модель розмірних взаємозв'язків позицій обробки в багатопозиційних технологічних системах і, зокрема, багатопозиційних верстатах з круговим транспортуванням заготовки по технологічному циклу обробки, що дозволяє моделювати координатну систему складноструктурного устаткування залежно від кількості взаємозв'язаних позицій і здійснювати оптимізацію розмірних ланцюгів складноструктурних металоріжучих верстатів з урахуванням вимог технологічної спадковості;

2. Розроблена система розрахунку координатних взаємозв'язків компонентів в багатопозиційну технологічну систему агрегатів, що базується на вперше розробленій тривимірній моделі розмірних схем позицій обробки, яка дозволяє враховувати вимоги технологічної спадковості при виконанні технологічно пов'язаних переходів і призводить до значного зниження трудомісткості складання агрегатних верстатів при їх реінжині-

ринзі, підвищенню надійності забезпечення необхідної точності, зниженню собівартості досягнення одиниці необхідної точності обробки;

3. Істотно (до 40%) понижена трудомісткість складання багатопозиційних агрегатних верстатів і змінена структура складального процесу складноструктурного металоріжучого устаткування, яка дозволила виконати реінжиніринг вказаних технологічних систем при необхідності зміни об'єкту обробки і тим самим розширити можливості принципу агрегування у верстатобудуванні;

4. На основі виконаних розробок забезпечена можливість прогнозування кінцевого результату при проектуванні і виготовленні багатопозиційних агрегатних верстатів, що дозволило підвищити точність обробки деталей на цьому устаткуванні, забезпечити комплексність обробки, підвищити економічну ефективність і конкурентоспроможність, понизити собівартість досягнення одиниці точності, яка "закладається" в агрегатний

верстат при проектуванні і виготовленні, за рахунок виключення надлишкової точності обробки або доведення її до розрахункового мінімуму, що

дозволяє надійно забезпечити кінцевий результат.

Список використаної літератури:

1. Гусев А.А. Проблемы автоматизации сборки изделий в серийном производстве и прогрессивные пути их решения / Гусев А.А. // Автоматизация и современные технологии. - 1993. - №5. - С.2-8.

2. Захаров Н.В. Технологичность структуры изделия в условиях автоматизации сборочного производства / Захаров Н.В., Тимофеев Ю.В. // Автоматизированные станочные системы и роботизированные производства. - Тула: ТПИ, 1992. - С.76 - 83.

Захаров М.Н., Захарова О.И. Исследование точности сборки многопозиционных технологических систем металлообработки резанием при их реинжиниринге

Работа посвящена исследованию точности сборки многопозиционных технологических систем металлообработки резанием при их реинжиниринге. На основе выполненных исследований обеспечена возможность прогнозирования конечного результата при проектировании и изготовлении многопозиционных агрегатных станков, что позволило повысить точность обработки деталей на этом оборудовании.

Ключевые слова: многопозиционный, сборка, технология, системы, приспособление.

Zaharov M., Zaharova O. Study accuracy of multiposition metal cutting technology systems in the reengineering

The work is devoted to research multiposition accuracy of metal cutting technology systems in the reengineering. Multi-process systems metal cutting, usually designed to the one option implementation, the method consists of fitting individual parts and components, which greatly affects the possibility of reengineering of the equipment. After assembly design process conducted multiple installation and removal units, fitting, finishing, layout and so on. All this leads to increasing complexity of technological systems assembly multiposition metal machining during their reengineering, as well as theoretical and practical unpredictability of the final result. The process of designing and manufacturing of the process equipment not controlled "pass-through" system of quality assessment criteria and approval of the results at each stage. So, now the question arose of development of science-based methodology design and production process systems multiposition metal machining during their reengineering that will achieve the necessary precision equipment at the least cost, through harmonization results in all phases of design and production, and thus provide a predictable end features at the lowest cost. In this case we can speak of process control engineering and assembly at reengineering unique complex technological systems that can significantly improve their competitiveness, which is relevant.

Keywords: multiposition, assembly, technology, systems, equipment.

Стаття надійшла в редакцію: 06.05.2015р.

Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.

УДК: 681.518+10.629

ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

А. М. Юнда, к.ф.-м.н, доцент

І. В. Жигулін, завідувач лабораторіями кафедри моделювання складних систем

С. О. Петров, к.т.н., ст. викладач

Р. О. Руденко, студент

Сумський державний університет

У статті проведено дослідження та адаптацію генетичного алгоритму як евристичного методу для розв'язання задачі комівояжера. Алгоритм застосовано у вигляді web-сервісу геоінформаційної системи з використанням картографічного інтерфейсу Яндекс.Карт.

Ключові слова. геоінформаційна система, евристичні алгоритми, задача комівояжера, генетичний алгоритм, web-сервіс, API, Яндекс.Карти.

Постановка проблеми. Розвиток картографічних, геолокаційних та геоінформаційних систем, а також поширення мобільних пристроїв, розкриває можливість для впровадження великої

кількості сервісів, що все частіше використовуються як звичайними користувачами так і бізнес-структурами або підприємствами у різноманітних галузях [1]. Такі сервіси дозволяють окрім базово-