УДК 621.757

А.В.Куприянов
Украинская инженерно-педагогическая академия, Украина
Тел.: +38 (057) 733-78-28; E-mail: a_kupriyanov@bk.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЛЕКТОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РАНЖИРОВАНИЯ ДЛЯ МНОГОЗВЕННОЙ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ

Предложены методы комплектования соединений на основе ранжирования размеров: дискретный и непрерывный. Дискретный найдет применение для серийного производства, непрерывный – для массового. Новые методы комплектования проверены на примере многозвенной размерной цепи. Показана эффективность предлагаемых методов в зависимости от количества комплектов деталей.
Ключевые слова: *сборка, эффективность комплектования, многоэлементная размерная цепь, комплектование с ранжированием.*

1. Введение

Для повышения эксплуатационных характеристик машин необходимо обеспечить узкий допуск замыкающего звена размерной цепи. Этого можно добиться как на этапе обработки, уменьшая допуски на составляющие звенья, так и на этапе сборки.

Селективная сборка эффективно уменьшает допуск замыкающего звена, однако она подвержена существенным недостаткам, которые ограничивают ее применение массовым производством. При селективной сборке для обеспечения процесса на позиции комплектования должно находиться деталей намного больше, чем будет скомплектовано, и доля годных комплектов нестабильна. Для значительного числа деталей не находится комплектных, они образуют незавершенное производство.

Автором предложены методы комплектования на основе индивидуального подбора [1, 2], которые, при сравнимой с селективной сборкой точностью, менее подвержены ее недостаткам: необходимости в большой серийности производства и низкой вероятности комплектования P. Предложенные методы комплектования проверены на примере трехзвенных размерных цепей и показали свою эффективность. Применительно к многозвенным размерным цепям новые методы комплектования не исследовались.

Цель работы состоит в исследовании методов комплектования на основе ранжирования применительно к многозвенной размерной цепи.

2. Основное содержание и результаты работы

2.1. Методы комплектования на основе ранжирования

Сущность предлагаемых методов комплектования состоит в ранжировании деталей перед сборкой и выборе в комплект детали каждого типа с одинаковым рангом. На позиции комплектования должно находиться одинаковое число n деталей каждого типа, входящих в сборочную единицу. Детали каждого типа ранжируются отдельно. Рангом детали в партии будем называть номер i, который она получает при упорядочении сборочных размеров x_i всей партии в порядке возрастания:

$$x_1 \le x_2 \le \ldots \le x_i \le \ldots \le x_n \,. \qquad (1)$$

После ранжирования производится комплектование и сборка деталей. Здесь возможны два метода организации комплектования, которые назовем дискретным и непрерывным процессами.

При дискретном процессе все детали из ранжированных партий комплектуются и затем отправляются на сборку. Таким образом, все детали, поступившие на позицию комплектования, будут собраны, и качество подбора, определяемое отклонением размера замыкающего звена размерной цепи от наилучшего значения, определяется самым худшим из получившихся комплектов.

При непрерывном процессе на сборку уходит только наилучший в смысле размера замыкающего звена размерной цепи комплект. Затем партии деталей на позиции комплектования дополняются новым комплектом деталей, и опять производится ранжирование. Снова выбирается лучший из получившихся комплектов, и такой цикл повторяется. В этом случае качество подбора будет определяться самым лучшим после ранжирования комплектом и существенно выше дискретного комплектования.

Дискретное комплектование с ранжированием найдет применение для производства с невысокой серийностью, можно применять даже для двух комплектов. Информации о размерах деталей используется для подбора их в комплекты, уменьшая допуск замыкающего звена. В отличие от селективной сборки, при дискретном комплектовании отсутствует незавершенное производство.

При непрерывном процессе на позиции комплектования всегда должно находиться постоянное количество деталей, которые являются аналогом незавершенного производства при селективной сборке. Однако, в отличие от селективной сборки, при которой незавершенное производство формируется случайным образом и есть переменной величиной, при непрерывном комплектовании количество деталей постоянно. Это положительно сказывается на производстве, поскольку участок комплектования не загромождается тарой с некомплектными деталями. Особенно это существенно для крупногабаритных деталей. Вместе с тем, остаток деталей на позиции комплектования не может быть собран с узким допуском на замыкающее звено размерной цепи. Этот метод комплектования найдет применение в массовом производстве.

2.2. Размерная цепь для исследования

Для исследования эффективности комплектования с ранжированием была выбрана рама задняя трактора Т-151К. Рама трактора представляет собой комплексную конструкцию. Задняя ее часть состоит из следующих основных деталей (рис. 1): 1 – труба, 2 – два полукольца, 3 – сборная опора шарнира задняя, 4 – кольцо проставочное, 5 и 7 – втулки горизонтального шарнира, 6 – корпус шарнира. Втулки горизонтального шарнира установлены в корпус шарнира по посадке с натягом, остальные сопряжения - с зазором.

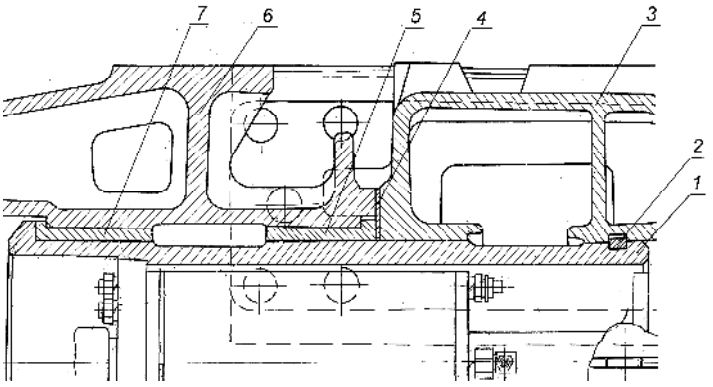
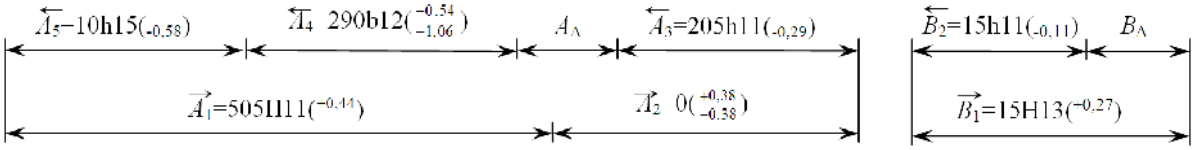


Рис. 1. Часть задней рамы трактора Т-151К

Рама задняя трактора Т-151К содержит несколько осевых размерных цепей, которые взаимосвязаны. Размерная цепь A рамы трактора в осевом направлении изображена на рис. 2 а). Звенья A_1 и A_2 являются увеличивающими, A_3, A_4 и A_5 – уменьшающими. Замыкающим звеном A_Δ является зазор между опорой шарнира задней и корпусом шарнира. Этот зазор дает осевой люфт между

передней и задней частью рамы. Полукольца, опора шарнира задняя и труба образуют размерную цепь B (рис. 2 б) с итоговым зазором B_Δ. Допуск зазора, рассчитанный способом максимум-минимум, равен $B_\Delta = 0^{+0,38}$. Этот зазор может создаваться при перемещении опоры шарнира как в одну, так и в другую сторону. Поэтому он входит в общую размерную цепь A удвоенной величиной, $A_2 = 2B_\Delta = 0(^{+0,38}_{-0,38})$.



а) б)

Рис. 2. Осевые размерные цепи рамы трактора

При традиционном расчете методом максимум-минимум обратной (проверочной) задачи замыкающее звено $A_\Delta = 0(^{+2,75}_{+0,16})$. При традиционном расчете вероятностным способом замыкающее звено $A_\Delta = 0(^{+2,06}_{+0,85})$. Согласно принятой на ХТЗ технологии сборки при величине замыкающего звена больше 2 мм для компенсации зазора устанавливается кольцо проставочное, для чего осуществляется частичная разборка узла, что нетехнологично.

2.3. Эффективность предлагаемых методов комплектования для многозвенной размерной цепи

Результаты статистического моделирования, которые иллюстрируют эффективность предлагаемых методов комплектования показаны на рис. 3. Моделирование проводилось для 500 последовательных комплектований, отложенных по оси абсцисс. По оси ординат отложены значения замыкающего звена - зазора посадки. Моделирование проводилось при следующих исходных данных: количество комплектов в партии равно 10, для всех звеньев среднеарифметическое значение размеров совпадает с серединой поля допуска, среднеквадратичное отклонение равно шестой части допуска.

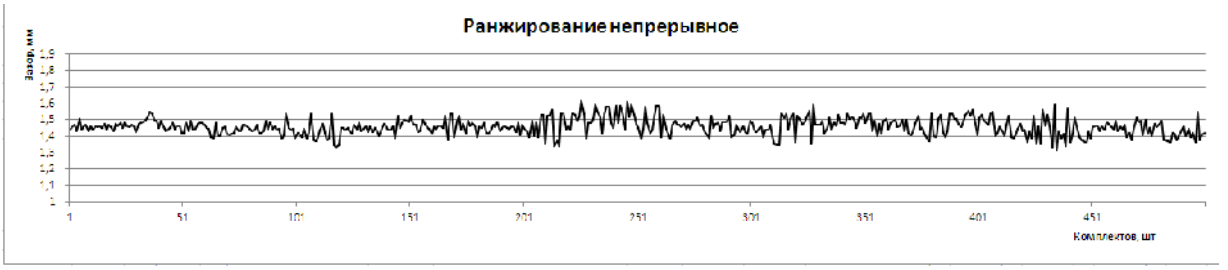
Для дискретного комплектования (рис. 3 а) зазор посадки получался для комплекта в партии, имеющего наибольшее отклонения от среднего зазора посадки, по оси абсцисс отложены номера партий. Хорошо видно, что разброс размеров замыкающего звена значительно уже полученного аналитически вероятностным расчетом $A_\Delta = 0(^{+2,06}_{+0,85})$. Следует подчеркнуть, что на графике приведены значения наибольших отклонений от среднего зазора посадки в партиях, в действительности большинство комплектов имеют намного меньшие значения.

Для непрерывного комплектования (рис. 3 б) по оси абсцисс отложены номера комплектов. На графике непрерывного комплектования видно, что первоначально размах был меньше, постепенно увеличивался, и стабилизировался после 200 комплектов. Разброс размеров замыкающего звена при непрерывном комплектовании в два раза меньше такового при дискретном.

Чем больше комплектов для сортировки, тем лучше результаты комплектования с ранжированием. Фактически при одном комплекте нет вариантов для подбора, и эффективность комплектования, определяемая как разница между наименьшим и

наибольшим получающемся зазорами соответствует таковой при полной взаимозаменяемости. Чем больше комплектов, тем разброс получающихся зазоров для обоих предлагаемых методов комплектования уже.

а)



б)

Рис. 3. Разброс размеров замыкающего звена при дискретном а) и непрерывном б) комплектовании с ранжированием, величина партий / комплектов равна 10

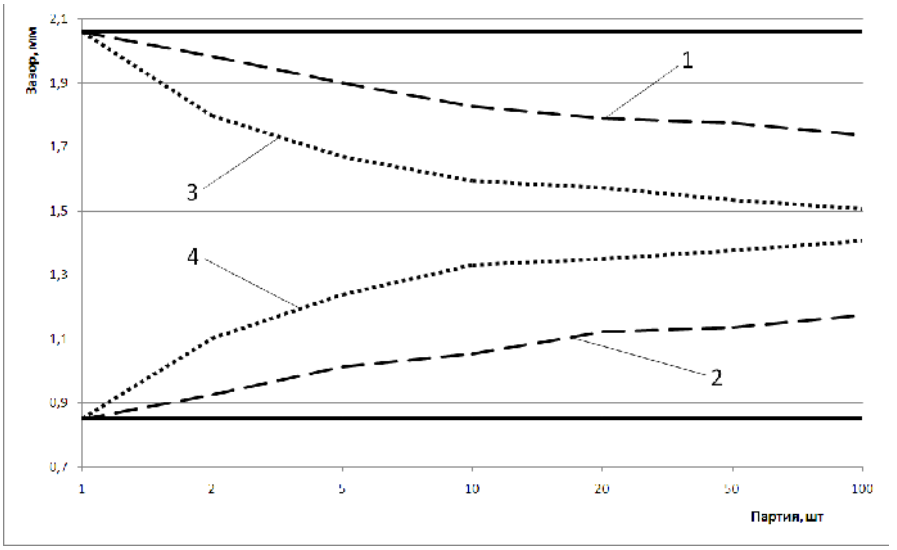


Рис. 4. Минимальный и максимальный размеры замыкающего звена в зависимости от величины партий / комплектов

Результаты статистического моделирования для партий различной величины показаны на рис. 4. Сплошными линиями показаны максимальный и минимальный размеры замыкающего звена при вероятностном расчете, штриховыми линиями максимальный (1) и минимальный (2) зазоры при дискретном комплектовании, точечными линиями максимальный (3) и минимальный (4) зазоры при непрерывном комплектовании. Шкала абсцисс квазилогарифмическая.

Результаты моделирования для многозвенной размерной цепи подобны таковым для трехзвенной [1]. Комплектование с ранжирование эффективно даже при двух комплектах, при количестве комплектов 10 и больше эффективность существенна.

Для рамы задней трактора Т-151К использование комплектования с ранжированием при соответствующем пересчете номинальных размеров позволяет отказаться от кольца проставочного, что увеличивает технологичность сборки соединения.

3. Заключение

Технологически предлагаемые методы организации комплектования могут использоваться в автоматизированной системе комплектования и сборки, для чего используются устройства измерения, манипулирования и адресные накопители для хранения измеренных деталей. В функции устройства управления входит хранение информации о посадочном размере детали в ячейках накопителя и автоматическое комплектование. Дискретный метод комплектования с ранжированием применим также для единичного производства, когда манипуляции с деталями осуществляются рабочим вручную. Для мелкосерийного и ремонтного производства роль устройства управления может играть обычный персональный компьютер, в компьютерную программу которого вручную вносятся данные о размерах, она осуществляет ранжирование и выдачу на монитор информации о скомплектовавшихся деталях. Подобная программа разработана автором и может быть передана заинтересованным сторонам.

Список литературы:

1. Куприянов А.В. Методы комплектования деталей на основе ранжирования для уменьшения допуска замыкающего звена размерной цепи / А.В.Куприянов, Н.Ю.Ламнауэр // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. – Харків: Харк. університет Повітряних Сил – 2010. – №8(89). – С. 58-61.

2. Патент на корисну модель №57011 Україна, МПК(2011.01) F 16 C 43/00. Спосіб комплектування деталей для складання підшипників ковзання / Купріянов О. В., Ламнауер Н. Ю., Резніченко М. К.; власник Українська інженерно-педагогічна академія. — № заявки u 2010 06971 ; заявл. 07.06.2010 ; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3.

Надійшла до редколегії 23.05.2012 р.

О.В. Купріянов

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ КОМПЛЕКТУВАННЯ НА ОСНОВІ РАНЖУВАННЯ ДЛЯ БАГАТОЛАНКОВОГО РОЗМІРНОГО ЛАНЦЮГА

Запропоновані методи комплектування з'єднань на основі ранжирування розмірів: дискретний і неперервний. Дискретний знайде застосування для серійного виробництва, неперервний - для масового. Нові методи комплектування перевірені на прикладі багатоланкового розмірного ланцюга. Показана ефективність запропонованих методів залежно від кількості комплектів деталей.

Ключові слова: *складання, ефективність комплектування, багатоелементний розмірний ланцюг, комплектування з ранжируванням.*

A. Kupriyanov

USING OF METHODS OF KITTING-UP JOINTS ON THE BASE OF RANKING FOR MULTI-ELEMENT DIMENSIONAL CHAIN

Discrete and continuous methods of kitting-up joints with the ranking of the size are propose. Discrete suitable for series production, continuous - for high-volume. New methods of kitting-up verified on the example of dimensional multi-element chain. The effectiveness of the proposed methods of kitting-up depending on the number of sets of parts is shown.

Key words: *assembly, effectiveness kitting-up method, dimensional multi-element chain, ranking kitting-up method.*