

УДК 621.757

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ НА КОМПЛЕКТОВАНИЕ ПРИ СБОРКЕ ДВУХЭЛЕМЕНТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А. В. Куприянов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра интегрированных технологий и сварочного
производства
Украинская инженерно-педагогическая академия
ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003
Контактный тел.: 733-78-28
E-mail: a_kupriyanov@uipa.kharkov.ua

Проведено порівняння імовірності комплектування у залежності від параметрів розподілу посадкових розмірів для двохелементного з'єднання. Доведено, що імовірність методу комплектування з ранжуванням розмірів у усіх випадках значно більше імовірності селективного комплектування

Ключові слова: комплектування, складання, селективне комплектування, комплектування з ранжуванням розмірів

Проведено сравнение вероятности комплектования в зависимости от параметров распределения посадочных размеров для двухэлементного соединения. Доказано, что вероятность метода комплектования с ранжированием размеров во всех случаях значительно больше вероятности селективного комплектования

Ключевые слова: комплектование, сборка, селективное комплектование, комплектование с ранжированием размеров

Comparison of kitting-up probability is made in dependence on the parameters of dispensing of fitting sizes for two-element joint. It is proved that kitting-up probability of ranking sizes method in all cases considerably more than probabilities of the selective kitting-up

Key words: kitting-up, assembly, selective kitting-up, ranking kitting-up method

1. Введение

Комплектование под сборку состоит в том, что необходимо подобрать детали в сборочные комплекты с целью обеспечения требуемого допуска замыкающего звена размерной цепи для возможно большего числа комплектов. Алгоритм комплектования оказывает существенное влияние на его эффективность, которая оценивается долей комплектов с замыкающим звеном в заданных пределах, так называемой вероятностью комплектования P . Известно несколько методов комплектования, самым простым из которых есть сборка с полной взаимозаменяемостью. К другим, более эффективным методам комплектования, относится сборка с групповой взаимозаменяемостью, называемая также селективной сборкой. Автором предложен метод комплектования на основе их подбора [1, 2], который при сравнимой с селективной сборкой точностью менее подвержен ее недостаткам: необходимости в большей серийности и низкой вероятности комплектования P .

Сущность этого метода комплектования состоит в ранжировании деталей перед сборкой. Партии деталей каждого типа, входящие в комплект, ранжируются отдельно. Рангом детали в партии будем называть номер, который она получает при упорядочении сборочных размеров всей партии в порядке возрастания. После ранжирования в комплект выбираются детали каждого типа с одинаковым рангом. Поскольку распределения размеров деталей непрерывны, то совпадения размеров теоретически имеют нулевую вероятность. На практике, однако, измерения проводятся с определенной точностью, и совпадения возможны. В этом случае в пределах группы деталей с совпадающими размерами ранги назначаются произвольным образом.

2. Выбор исходных данных

Вероятность комплектования P традиционно определяется для генеральной совокупности деталей, т.е. бесконечно большой партии. На практике, даже при

массовом производстве, детали комплектуются партиями. Партия представляет собой выборку из генеральной совокупности, параметры закона распределения деталей каждого типа в партии могут существенно варьироваться.

Для нормального распределения размеров деталей параметрами закона распределения являются среднеарифметическое значение размеров a и среднеквадратическое отклонение σ . В статье исследовано влияние изменения параметров закона нормального распределения на вероятность комплектования годного соединения для полной взаимозаменяемости, селективной сборки и сборки с ранжированием. Исследование проведено методом статистического моделирования на примере двухэлементного соединения вал-отверстие для посадки с зазором $\varnothing 90 F8(+0,09 / +0,036) / h6(0 / -0,022)$. Допуск вала $T_B = 0,054$ мм, допуск отверстия $T_O = 0,022$ мм.

Выбор этой посадки обусловлен тем, что на практике технологическая точность изготовления деталей соединения может отличаться значительно, особенно для охватываемых и охватывающих деталей. Несовпадение и нестабильность параметров распределения оказывает значительное влияние на вероятность комплектования соединения.

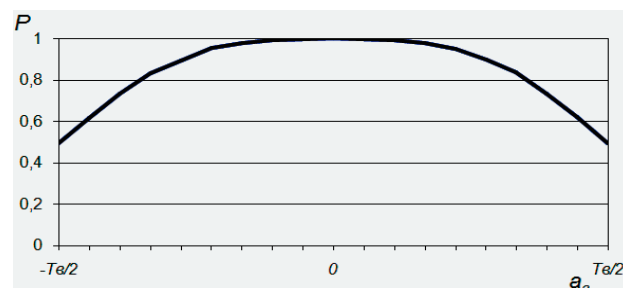
При селективной сборке допуски сопрягаемых деталей стараются назначить одинаковыми. На практике технологическую точность не удается выровнять, что сказывается на эффективности комплектования. Поэтому в качестве исходных данных для селективного комплектования при сравнении была принята та же, что и для полной взаимозаменяемости посадка, поле допуска вала и отверстия было разбито на 4 равные группы селекции. Благодаря применению селективного комплектования поле допуска посадки уменьшилось с 0,076 мм до 0,043 мм. С целью получения сравнимых результатов для разных методов комплектования при ранжировании была принята та же точность комплектования, что и при селективной сборке.

При моделировании среднеарифметическое значение размеров вала a_B (для одномерных графиков) или обеих деталей a_B и a_O (для двумерных графиков) варьировались от нижней $-T/2$ до верхней $+T/2$ границы поля допуска соответствующей детали. Среднеквадратичное отклонение размеров отверстия σ_O (для одномерных графиков) или обеих деталей σ_B и σ_O (для двумерных графиков) варьировались от $1/9T$ до T поля допуска соответствующей детали. Вероятность комплектования P определялась как доля скомплектованных в пределах допуска посадок соединений от всей партии, т.е. выход размера одной из деталей за поле допуска считался браком и уменьшал P . Результаты усреднялись по результатам многократных статистических экспериментов. Погрешности измерения не принимались во внимание, они подробно исследованы в работе [3].

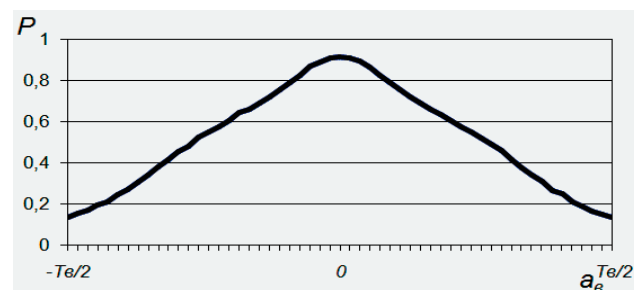
3. Изменение среднеарифметического значения размеров

Зависимости вероятности комплектования годного соединения P при $\sigma_B = 1/6 T_B$, $\sigma_O = 1/6 T_O$, a_O совпадающим с серединой поля допуска отверстия и a_B , изменяющемся от нижней до верхней границы поля

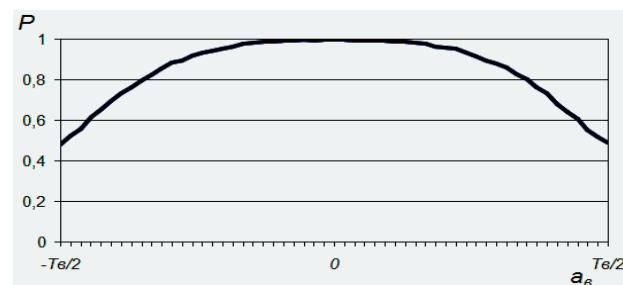
допуска вала T_B приведены на рис. 1. При таких исходных данных не обеспечивается технологический запас точности. При отклонении a_B от середины поля допуска, часть валов уходит в брак, что снижает P .



а)



б)



в)

Рис. 1. Вероятность комплектования годного соединения при изменении центра рассеивания размеров вала: а) полная взаимозаменяемость, б) селективное комплектование, в) ранжирование

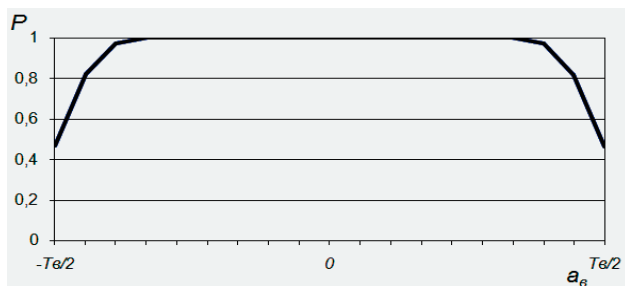
Для полной взаимозаменяемости в случае $a_B = \pm 1/2 T_B$ половина валов уходит в брак, что снижает вероятность комплектования годного соединения до 0,5.

За счет неравномерности попадания деталей в группы, селективное комплектование имеет тот недостаток, что не все детали могут быть собраны, причем даже при идеальном совпадении законов распределения деталей. Даже в случае, когда a_B совпадает с серединой поля допуска, для принятых исходных данных вероятность комплектования $P = 0,92$. При отклонении a_B от середины поля допуска она уменьшается, быстро достигая неприемлемых для практики величин.

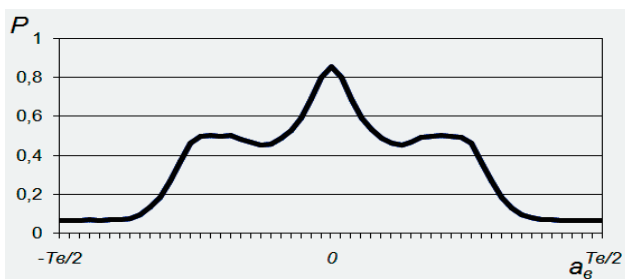
Проведя сравнение ранжирования с другими методами организации комплектования, можно сделать вывод, что при принятых для рис. 1 идеализированных исходных данных, вероятность комплектования

с ранжированием совпадает с таковой при полной взаимозаменяемости, и существенно выше селективного комплектования. Следует сделать акцент на выпуклости графиков 1_а) и 1_в), что свидетельствует о достаточной устойчивости полной взаимозаменяемости и ранжирования к изменению среднеарифметического размера деталей в пределах $\pm\sigma$.

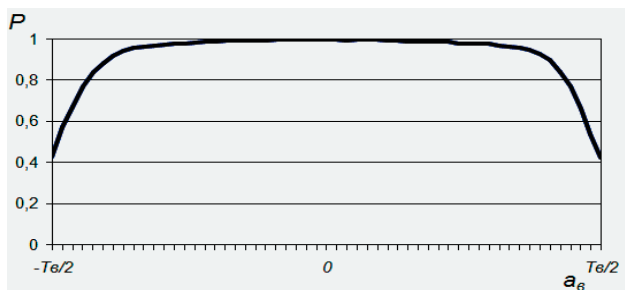
Аналогичные зависимости, при уменьшенном в три раза $\sigma_b = 1/18 T_b$ изображены на рис. 2. Эти исходные данные характерны для случая достаточного технологического запаса точности.



а)



б)



в)

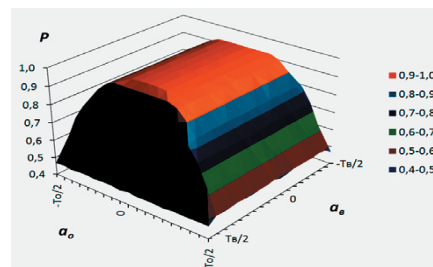
Рис. 2. Вероятность комплектования годного соединения при изменении центра рассеивания размеров вала и уменьшенном σ_b : а) полная взаимозаменяемость, б) селективное комплектование, в) ранжирование

Сравнивая данные, приведенные на рис. 1 и 2, видно, что для селективного комплектования увеличение точности изготовления одного звена размерной цепи не приводит к увеличению вероятности комплектования. Для селективного комплектования с целью уменьшения незавершенного производства необходимо добиваться максимального подобия параметров законов распределения деталей. Впервые открытой особенностью селективного комплектования при несовпадении

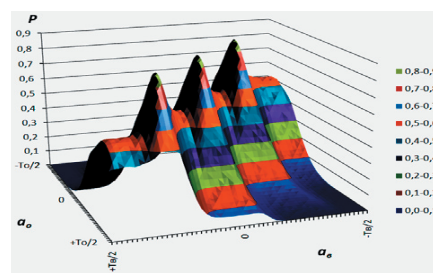
параметров законов распределения есть наличие нескольких максимумов P . Более наглядно этот эффект можно наблюдать на поверхности на рис. 3.

Вероятность комплектования при ранжировании незначительно ниже полной взаимозаменяемости, при допуске замыкающего звена как у селективного комплектования.

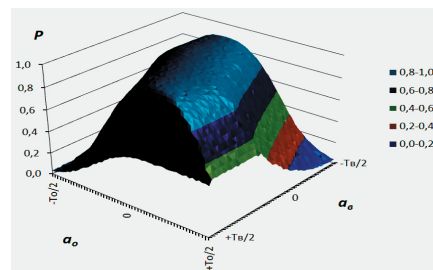
Поверхности, иллюстрирующие зависимость вероятности комплектования годного соединения P при $\sigma_b = 1/18 T_b$, $\sigma_o = 1/6 T_o$, a_b и a_o изменяются от нижней до верхней границы поля допуска вала T_b и отверстия T_o соответственно приведены на рис. 3. Некоторая неровность и угловатость графиков связана с дискретностью моделирования.



а)



б)



в)

Рис. 3. Вероятность комплектования годного соединения при изменении центров рассеивания размеров вала и отверстия и уменьшенном σ_b : а) полная взаимозаменяемость, б) селективное комплектование, в) ранжирование

При комплектовании с полной взаимозаменяемостью, влияние изменения a_b и a_o на вероятность комплектования осуществляется независимо, т.е. результирующая вероятность для соединения определяется простым перемножением вероятностей годности для вала и отверстия.

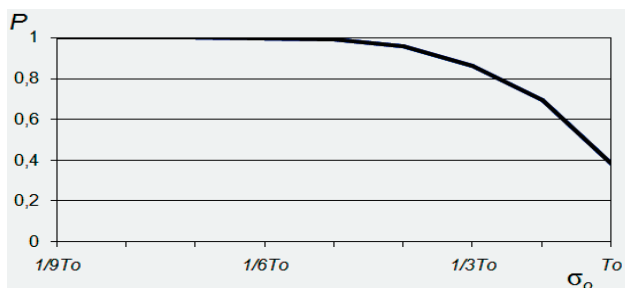
При селективном комплектовании, наоборот, прослеживается существенная зависимость вероятности

комплектования от взаимного расположения центров распределения вала a_v и отверстия a_o , вплоть до наличия локальных максимумов. Моделирование при других исходных данных показало, что максимумы есть всегда, а их количество на 1-2 меньше количества групп селекции. Их выраженность зависит от количества групп селекции и параметров кривых распределения деталей. Факт наличия локальных максимумов и минимумов вероятности комплектования следует учитывать при назначении настроечных размеров оборудования на финишных операциях.

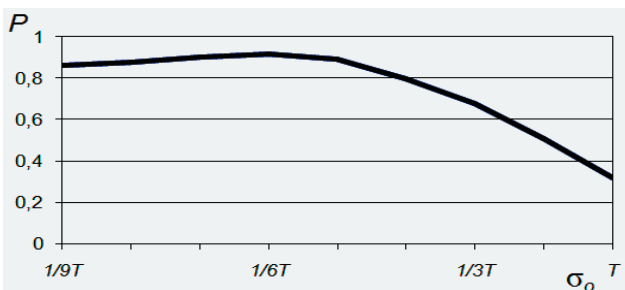
Другим важным для технологии машиностроения фактом есть зависимость вероятности селективного комплектования от направления смещения центров распределения «хребта» максимумов вероятности комплектования по диагонали, из нижних границ поля допуска вала и отверстия к верхним. Это говорит о том, что если невозможно стабилизировать центры кривых распределения в партиях деталей, то одностороннее их смещение в меньшей мере снижает вероятность селективного комплектования, чем разностороннее. Эта же особенность характерна и для комплектования с ранжированием, но в гораздо меньшей мере.

4. Изменение среднеквадратичного отклонения размеров

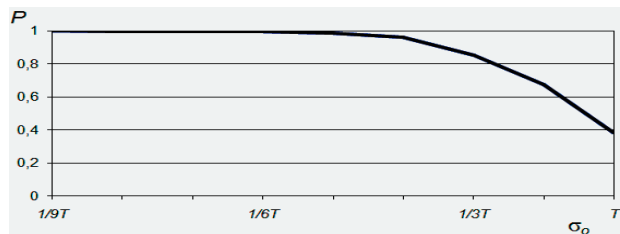
Зависимости вероятности комплектования годного соединения P при a_v и a_o , совпадающих с середины полей допусков вала и отверстия, $\sigma_v = 1/6 T_v$, σ_o изменяется от $1/9 T_o$ до T_o , приведены на рис. 4. Для трех методов комплектования результат ожидаем: как только рассеивание увеличивается настолько, что края кривой распределения выходят за границы поля допуска, детали отверстия уходят в брак, и вероятность комплектования годного соединения снижается.



а)



б)

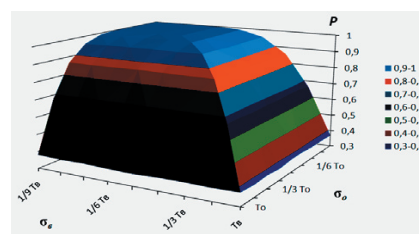


в)

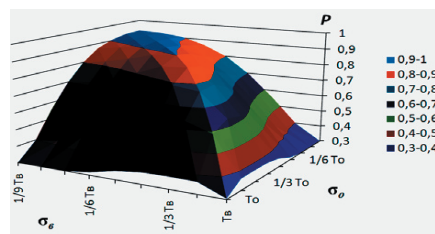
Рис. 4. Вероятность комплектования годного соединения при изменении величины рассеивания размеров отверстия: а) полная взаимозаменяемость, б) селективное комплектование, в) ранжирование

Для селективной сборки максимум вероятности комплектования наблюдается в случае, когда $\sigma_o = 1/6 T_o$, что дополнительно подтверждает то положение, что наилучшим для селективного комплектования будет случай совпадения параметров распределения посадочных размеров собираемых деталей.

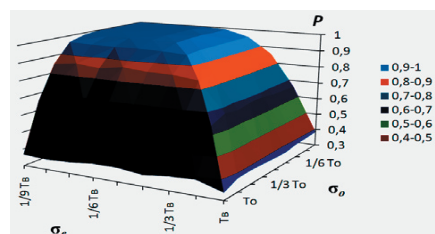
Поверхности, аналогичные рис. 4, при изменении среднеквадратических отклонений вала и отверстия от $1/9 T$ до T , приведены на рис. 5.



а)



б)



в)

Рис. 5. Вероятность комплектования годного соединения при изменении величин рассеивания размеров вала и отверстия: а) полная взаимозаменяемость, б) селективное комплектование, в) ранжирование

Совпадение σ_v и σ_o благоприятно сказывается на вероятности комплектования, но в отличие от a_v и a_o это влияние менее значительно, важнее просто уменьшать σ_v и σ_o .

5. Выводы

1. Вероятность комплектования при ранжировании значительно превышает вероятность комплектования при селективной сборке, и приближается к полной взаимозаменяемости. Следует шире применять этот метод комплектования на практике.

2. При настройке оборудования для обработки посадочных размеров под селективное комплектование следует учитывать наличие нескольких максимумов вероятности комплектования. Необходимо устанавливать настроечные размеры с целью попадания в области максимумов вероятности комплектования.

3. Вероятность селективного комплектования и комплектования с ранжированием зависит от положения центров распределения посадочных размеров в партиях деталей. Если невозможно стабилизировать центры кривых распределения в партиях, то одно-

стороннее их смещение в меньшей мере снижает вероятность комплектования, чем разностороннее. Эта особенность характерна для ранжирования в меньшей мере, чем для селективного комплектования.

Литература

1. Куприянов А.В. Комплектование при сборке с подбором деталей // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2001. - №11. – С. 8-10.
2. Куприянов А.В. Эффективность сборки с подбором деталей // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Технологии в машиностроении», выпуск №17. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – С. 81-84.
3. Логвиновский А.Г., Куприянов А.В. Влияние точности измерительного прибора на параметры процесса сборки // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2005. - №4/2(16). – С. 57-60.

УДК 622.673.8

ДИНАМІЧНІ ЗУСИЛЛЯ В КАНАТІ ПРИ БАГАТОШАРОВІЙ НАВИВЦІ

Н.М. Фідровська

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри*

І.С. Варченко

Аспірант*

*Кафедра промислового і автомобільного транспорту
Українська інженерно-педагогічна академія
вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна, 61003

У даній статті розглянуті динамічні напруги, що виникають в канаті при багат шаровій навивці на барабан. Розраховані та виведені графіки відхилення перетину каната від положення рівноваги, виникаючих напруг під час переходу каната з шару в шар і визначений вплив діаметру каната на динамічну напругу

Ключові слова: канатний барабан, напруження стиснення, деформація, натяг каната

В данной статье рассмотрены динамические усилия, возникающие в канате при многослойной навивке на барабан. Рассчитаны и выведены графики отклонения сечения каната от положения равновесия, возникающих напряжений при переходе каната из слоя в слой и определено влияние диаметра каната на динамическое напряжение

Ключевые слова: канатный барабан, напряжение сжатия, деформация, натяжение каната

In this article considered dynamic tension arising up in a rope. Expected and the graphs of declining of section of rope are shown out from position of equilibrium, nascent tensions in transition of rope from a layer in a layer and certain influence of diameter of rope on dynamic tension

Keywords: rope drum, tensions of compression, deformation, pull of rope

1. Вступ

У більшості випадків на підйомних машинах застосовуються барабани для одношарової навивки каната.

Це пояснюється тим що, одношарові барабани мають більший ресурс роботи та такі переваги як, спокійна робота підйому, стала крутного моменту (якщо зовнішнє навантаження не міняється). Але у деяких випадках