

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СБОРКИ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ КАК ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА ПО ISO 9001:2008

Анатолий Мартынов

Донбасская государственная машиностроительная академия,

Украина, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Елена Горбенко, Геннадий Иванов, Наталия Горбенко

Николаевский национальный аграрный университет

Украина, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Anatoly Martynov

Donbas State Machine-building Academy,

Shkadinov Str., 72, Kramatorsk, Ukraine

Elena Gorbenko, Gennadiy Ivanov, Nataliy Gorbenko

Nikolaev National Agrarian University

Paris Commune Str., 9, Nikolaev, Ukraine

Аннотация. С учетом общей модели системы менеджмента качества по ISO 9001:2008, основанной на процессном подходе, исследована модель на детальном уровне применительно к соединениям поверхностей при производстве и исследованы факторы, влияющие на их геометрическую взаимозаменяемость.

Ключевые слова: геометрическая взаимозаменяемость, собираемость, процессный подход, технологическая наследственность, нормирование точности, геометрические параметры, стандарты GPS.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Управление качеством для изготовителей машиностроительной продукции связано, прежде всего, с рациональным нормированием точностных параметров деталей, на основе учета технологических возможностей металлообрабатывающего оборудования предприятия, и обеспечением при изготовлении деталей параметров, которые обеспечивают геометрическую взаимозаменяемость изделий [1].

В процессе изготовления любого изделия всех типов производства в конечном счете возникает проблема его собираемости с обеспечением взаимозаменяемости.

В машиностроении важнейшей является геометрическая взаимозаменяемость, то есть, точности сборочных единиц.

В настоящее время обеспечение качества невозможно без реализации на предприятии

системы управления на основе международных стандартов серии ISO 9000. В соответствии со стандартом ISO 9001:2008, устанавливающим требования к системе менеджмента качества, при разработке, внедрении и улучшении результативности этой системы любой организации надлежит использовать так называемый процессный подход, то есть, применение в пределах организации системы процессов вместе с их идентификацией и взаимодействием, а также управления ими для получения желаемого результата.

Для повышения качества сборки продукции требуется научно обоснованная методика анализа состояния производственных процессов и выявления резервов снижения трудоемкости и повышения конкурентоспособности, что позволило бы на основе изучения комплекса взаимосвязанных факторов применить системный подход к решению проблемы обеспечения собираемости изделия [2, 3].

Правомерность такого подхода обусловлена тем, что сборка является завершающей стадией изготовления продукции, на которой реализуются расчетные показатели качества сборочных единиц, принятые при проектировании изделий, и, вместе с тем, проявляются все погрешности, возникающие на предыдущих стадиях жизненного цикла продукции [3].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В последние годы для решения проблемы обеспечения собираемости современных высокотехнологичных соединений сборочных единиц на основе подбора соединяемых деталей разработаны различные методы сборки: виртуальная [4], мехатронная, [5], по действительным размерам [6], по принципу равножесткости [7], использования индивидуального подбора деталей [8] и др.

Указанные методы сборки соединений с различным характером посадок по физической сущности едины и основаны на ис-

пользовании технологических воздействий для компенсации разнообразных отклонений качества соединений [9].

Поскольку при проектировании важным этапом является размерная обработка технологичности на основе расчетов размерных цепей, здесь следует упомянуть работы [10, 11], в которых представлены методы оценки собираемости объекта, позволяющие оптимизировать технологический процесс сборки на основе разработанных моделей сложности и стоимости сборки.

Описанные методы обеспечения собираемости рассматривают соединения на конечной стадии, вне связи с предшествующими процессами.

В последние годы широко известна методика проектирования изделий DFMA (Design for Manufacture and Assembly), которая базируется на 3 методиках оценки технологичности изделия при проектировании с помощью 3 модулей [1]:

- с точки зрения сборки – DFA,
- с точки зрения механической обработки – DFM,
- с точки зрения конкурентоспособности – DFC (Design for Competitiveness).

Однако, как и предыдущие работы, эти методики не рассматривают проблему управления качеством с учетом процессного подхода.

В [12] в порядке развития положений ISO 9001:2008 изложены соображения по поводу особенностей реализации системы управления качеством в наиболее сложном виде производства – механосборочном, однако

это также нельзя считать указанной деталью системы менеджмента качества на основе процессного подхода.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью работы является построение модели системы управления качеством соединения деталей машиностроительного изделия как продукции на основе процессного подхода по ISO 9001:2008 и определение основных факторов, обеспечивающих его собираемость.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В последней редакции стандарта ISO впервые термин «продукция» распространяется не только на предназначенную для потребителя или затребованную им продукцию, но также на любой заданный этап процесса её изготовления. Это расширяет сферу действия системы и включает, например, продукцию на промежуточных этапах изготовления взаимозаменяемой детали, одной из которых является процесс получения соединений деталей. В то же время, как указано в стандарте, привязывая модель системы менеджмента качества к конкретной производственной деятельности, рассматривает процессы на детальном уровне.

Широко внедряемая на предприятиях идеология TGM делает акцент на процессный подход в соответствии со стандартом ISO 9001, согласно общей модели деятельности любого предприятия представляется в виде системы непрерывных взаимосвязанных процессов.

Одними из таких звеньев являются процессы соединения двух деталей изделия.

В любом механизме или машине, будь они не были простыми или сложными, всегда имеются соединения, представляющие собой пару сопряженных поверхностей деталей. Эти поверхности деталей, входящие в сборочные единицы машин и агрегатов, должны занимать относительно друг друга то или иное вполне определенное положение, позволяющее им или осуществляющим перемещения, или обеспечивающим полную неподвижность с опреде-

прочностью их соединения. От качества процессов изготовления и сборки этих соединений в огромной степени зависит уровень выполнения машиной своего функционального назначения в эксплуатации.

В конечном счете эти процессы должны обеспечить собираемость соединения с соблюдением геометрической взаимозаменяемости.

В специальной технической литературе широко используется термин «обрабатываемость» детали, под которой понимают комплекс её свойств, обеспечивающих при обработке резанием достижение оптимальных значений основных технологических показате-

телей (скорость и силы резания, качество поверхности и т.д.) [13].

Аналогично под собираемостью изделия в широком смысле следует понимать свойство конструкции машины и технологических процессов изготовления и сборки обеспечивать необходимые показатели точности сборочных единиц при оптимальных затратах.

При построении на детальном уровне модели системы управления качеством соединения необходимо учитывать основные факторы согласно ДСТУ ISO 9001:2009, обеспечивающих взаимозаменяемость соединения (рис. 1).



Рис. 1. Графическое изображение общей модели системы управления качеством на детальном уровне

Fig. 1. Graphical representation of the general model of quality management system at a detailed level

Согласно техническим требованиям к геометрии изделия по ISO 14660:1999 геометрические параметры изделий (GPS) должны рассматриваться в трёх «мирах»:

- мир технических требований, где с помощью нескольких изображений конструктор представляет будущее изделие;

- мир изделия, физический мир;

- мир приёмки, где проверяется уровень реализации изображения данного изделия посредством измерений его образцов с помощью контрольно-измерительных средств. С учетом этого ниже (рис.2) представлены структурные связи системы обеспечения геометрической взаимозаменяемости, где первой задачей является оптимальная компоновка многозвенных размерных цепей с расчётом геометрических параметров деталей.

При этом с помощью автоматизированной системы определяют наиболее рациональный вид сборки по методу достижения требуемой точности (полная взаимозаменя-

емость или неполная - с пригонкой или регулированием) на базе решения сборочных размерных цепей с помощью компьютера [1, 10, 11].

Если проследить, как того требует ISO 9001:2008, процессы, связанные с управлением, изготовлением продукции и измерением, анализом и улучшением, то модель системы управления качеством соединений как продукции в понимании стандарта может быть представлена как показано на рис.3 (модель условно иллюстрируется цепочкой процессов получения соединения с натягом)

Как видно из модели, здесь процессом следует считать работу или совокупность работ, для которой используют ресурсы и которыми руководят для преобразования входов на выходы, то есть, выход одного процесса образует непосредственно вход следующего.

Рассмотрим роль и взаимодействие этих процессов.



Рис.2. Структурные связи системы обеспечения геометрических параметров изделия
Fig. 2. Structural connection system for geometrical parameters of the product

Формирование предполагаемого уровня взаимозаменяемости осуществляется на основе стандартов, регламентирующих геометрическую точность поверхностей.

Стандартизация направлена на достижение оптимального степени упорядоченности, поскольку положения объективно основаны на многочисленных расчетах, многолетних исследованиях и отражают, если можно так выразиться, «философию» и диалектику единства и борьбы противоположностей, каковыми в определенной степени являются этапы проектирования машин, с одной стороны, и технологии обработки, сборки и контроля изготовления изделий, с другой стороны.

Учитывая важность решения проблемы экономической интеграции стран-производителей с обеспечением совместимости и взаимозаменяемости изделий, специально созданным Техническим Комитетом ISO/TK 213 «Размерные и геометрические требования к изделиям и их проверка» с конца 90 - х годов пересматривает или разрабатывает комплекс международных стандартов GPS (Geometrical product specification - геометрические требования к изделиям) в виде цепочки из 6 звеньев [14].

В соответствии с законами о стандартах и технических регламентах при изготовлении продукции осуществляется техническое регулирование, задачей которого является правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований нормативных документов, обеспечивающих безопасность продукции и процессов производства, эксплуатации, хранения, транспортирования, реализации и утилизации.

В процессе производства объективно действует принцип непрерывности формирования и изменения количественных характеристик качества изделий машиностроения в результате воздействия многочисленных факторов, приводящих к изменениям (технологическим погрешностям) поверхностей и нарушениям заданных размерных связей [15].

Эволюция свойств объектов в процессе их изготовления и эксплуатации в настоящее время наилучшим образом объясняется явлениями технологической наследственности, под которой в технологии машиностроения в настоящее время подразумевается явление переноса свойств обрабатываемого объекта от предшествующих операций и переходов к последующим [16]. Технологическая наследственность в дальнейшем сказывается на собираемости соединений изделий, прежде всего, подшипниковых [17, 18, 19].

Поэтому при обработке поверхностей и сборке соединений необходим мониторинг, измерения и анализ полученной информации. Поскольку отклонения поверхностей от номинальных при изготовлении являются случайными величинами, это чаще всего осуществляется путем статистического регулирования точности технологических процессов с учетом кривых распределения (рассеяния) отклонений [20].

При этом должен достигаться обоснованный компромисс между свойствами геометрии проектируемого изделия как средства обеспечения требуемых функциональных характеристик и его свойствами как объекта производства, способствующими его изготовлению при оптимальных затратах.

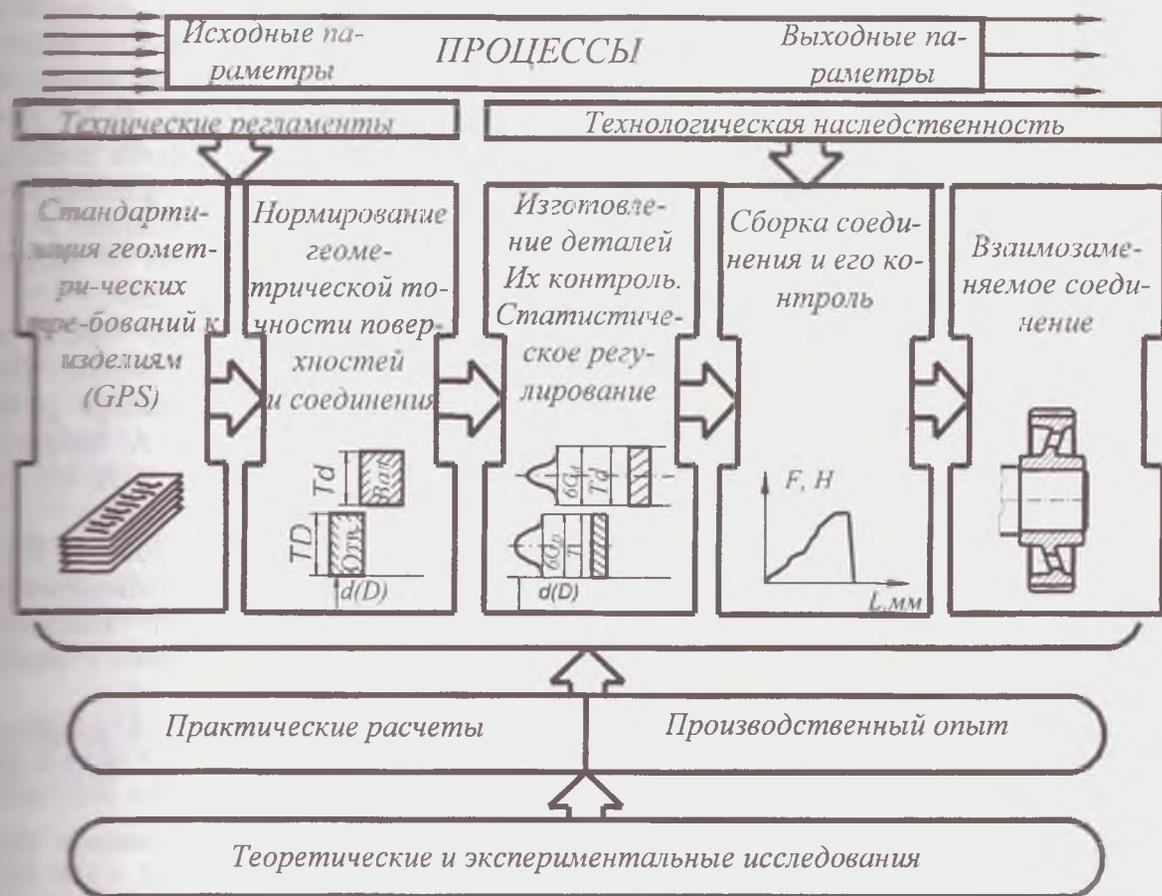


Рис. 3. Модель системы управления качеством соединения как продукции на основе процессного подхода по ДСТУ ISO 9001:2009:

$d(D)$ -номинальный диаметр соединения; T_d и T_D –допуски вала и отверстия;
 F, H - усилия запрессовки в ньютонах; L -длина соединения

Fig. 3. Model quality management system compounds As production on the basis protsessnoho Approach to DSTU ISO 9001:2009:

$d(D)$ -diameter nomyalnyu compounds; T_d and T_D -shaft tolerances and otverstyuya;
 F, H - usylye zapressovky in newtons; L -dlyna compounds

Значительные возможности управления качеством формирования соединений и обеспечения их взаимозаменяемости появляются при использовании автоматизированного выбора как конструктивно-технологических параметров самих соединений так и контрольно-измерительных средств, что в конечном итоге позволяет снизить погрешности и повысить корректность отбраковки [21].

ВЫВОДЫ

Проблема геометрической взаимозаменяемости на основе повышения собираемости включает в себя диалектическое противоре-

чие между необходимостью обеспечения высоких точностных параметров машин и технологическими возможностями их достижения. Это естественное противоречие необходимо решать во всех трёх «мирах» существования геометрических параметров изделия путем обоснованного регламентирования геометрических параметров проектируемых машин, исходя из их функционального назначения, и оптимизации (расчеты и изыскание наиболее эффективных технологических методов и средств их обеспечения в процессе производства). При этом должен достигаться обоснованный компромисс между свойствами геометрии проектируемого

изделия как средства обеспечения требуемых функциональных характеристик и его свойствами как объекта производства, способствующими его изготовлению при оптимальных трудозатратах.

2 С учетом общей модели системы менеджмента качества по ISO 9001, основанной на процессном подходе, построена модель на детальном уровне применительно к соединениям поверхностей как продукции и исследованы факторы, обеспечивающие их геометрическую взаимозаменяемость.

Показано, что обеспечение собираемости изделия с необходимым уровнем взаимозаменяемости должно рассматриваться как процесс, в котором входной потоками является чертежи, разрабатываемые с учетом современных стандартов GPS, а управляющими действиями - технические регламенты, учет технологической наследственности, статистическое регулирование точности изготовления деталей и оптимальная технология их сборки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tehnologiya avtomati4eskoj sborki / A. G. Holodkova [i dr.] – Moskva : Mawino-stroenie, 2010. – 560. – ISBN 978-5-217-03412-3.
2. Nepomiluev V.V. 2007. Issledovanie vozmojnostei povyweniya ka4estva izdelii pri sborke // Sborka v mawinostr., priborostr., Moskva. – №10. - 9-13.
3. Medar A.V. 2006. Problemy i sostoyanie obespe4eniya ka4estva izdelii mawinostroeniya v sboro4nom proizvodstve / A.V. Medar // Tehnologiya mawinostroeniya. – Moskva. – №3. – 25-28.
4. Fedorov A. A. 2003. Virtualnaya sborka kak sposob snijeniya sebestoimosti izgotovleniya aviacionnyh gazoturbinnnyh dvigatelei / A. A. Fedorov // Sborka v mawinostr., priborostr. – № 4. – 16–18.
5. Nikolaev V. A. 2005. Principy postroeniya mehatronnoi tehnologii sborki soedinenii / V. A. Nikolaev, B. L. Wtrikov // Sovremennye problemy podgotovki proizvodstva, zagotovitel'nogo proizvodstva, obrabotki i sborki v mawinostroenii i priborostroenii: Materi-aly V Mejdunarodnogo nau4.-tehn. seminaru. – Kiev : ATM Ukrainy. – 114–117.

6. Kulewova D. A. 2003. Algoritm optimalnoi komplektacii pri sborke dvuhryadnogo koni4eskogo podwipnika s podborom detalei po deistvitelnym razmeram / D. A. Kulewova // Sborka v mawinostr., priborostr. – № 7. – 38–42.
7. Vencslavskii I. V. 2003. Sborka kontaktnykh grupp elektromehani4eskih programnykh mehanizmov po principu ravnojestkosti / I. V. Vencslavskii, L. YU. Rudneva // Sborka v mawinostr., priborostr. – № 5. – 26–27.
8. Nepomiluev V. V. 2006. Issledovanie vozmojnostei povyweniya ka4estva sborki putem is-polzovaniya individualnogo podbora detalei / V. V. Nepomiluev, E. A. Maiorova // Sborka v mawinostr., priborostr. – № 10. – 43–46.
9. Semenov A. N. 2006. Sborka vysokotehnologi4nyh izdelii mawinostroeniya s ispolzovaniem tehnologicheskikh kompensiruyutshih vozdeistvii / A. N. Semenov // Sborka v mawinostr., priborost. – № 3. – 3–7.
10. Guan Qiang Zhongguo jixie gongcheng–China Mech. Eng. – 2002. – 13. – № 2. – 111–114.
11. Rimkus Juozaa. 2005. Toleranciju skaisivimas. // Mech. technol. — № 33. – 100–103.
12. Arpentev B. M. 2005. Osoblivosti sistem upravlinnya yakisty mehanoskladalnogo virobnic-tva / Arpentev B. M., Tritsh R. M. // Standartizaciya, sertifikaciya, yakist – Kiiv: — № 1. – 68–72.
13. Spravo4nik tehnologa-mawinostroitelya. V 2 t. T.2 / pod red. A. M. Dalskogo [i dr.] – 5-e izd., ispr. – M. : Mawinostroenie, 2003. — 944 s. – ISBN 5-217-03085-2.
14. Martinov A. P. 2012. Skladanist z'cdnan v mawinobudivnih virobah z vrahuvannyam standartiv GPS / A. P. Martinov // Nadiinist instrumentu ta optimizaciya tehnologi4nih sistem: zb. nauk. pr. – Kramatorsk. – Vip. 30. – 279–285.
15. Gorbenko E., Cheban O. 2010 Analiz konstruktivnih osoblivostei mawin ta obla-dnannya dlya pererobki tomativ / Motrol, 12/1, 58-62.
16. Dalskii A. M. 2003. Tehnologiy4eskaya nasledstvennost v sboro4nom proizvodstve / A. M. Dalskii // Sborka v mawinostr., priborostr. – M.. – № 7. – 9–13.
17. Martinov A.P. Konstruktivno 2013. - tehnologi4ni faktori pidvitshennya skladanosti skla-dannih odinic z valni cyami ko4ennya / A. P. Martinov, G. O. Ivanov // Visnik agrarnoi

18. Причорномор'я. – Миколаїв. — Vip. 2. — 285-293.

19. Mamarin V. 2008. Osnovnye metody kontrolya i sposoby izgotovleniya profilirovannykh podwipnikov skoljeniya / Motrol, Volume 8B. 71-80.

20. Mamarin V., Artyukh V. 2007. Vliyanie tehnologicheskikh pogrewnostei na rabo4ie harakteristiki profilirovannykh podwipnikov / Motrol, Volume 9A. 113-118.

21. Nepomiluev V. V. 2008. Povywlenie kachestwa sborki putem obespe4eniya statisticheskoi upravlyaemosti tehnologicheskikh proizvodov izgotovleniya detalei / V. V. Nepomiluev, I. V. Dyupin // Sborka v mawinostr., priborostroyeniye. – M., – № 2. – 3-7.

22. Voroncov L. N. 2007. Vybor to4nosti izmereniya v mawinostroenii / L. N. Voroncov // Vestnik mawinostroeniya. – № 10. – 54-57.

**QUALITY CONTROL ASSEMBLY
PARTS CONNECTION AS PRODUCTION
PROCESS APPROACH BASED ON ISO
9001:2008**

Summary. Given the general model of quality management system ISO 9001: 2008, based on the process approach, a model at a detailed level is applied to surfaces such as product components and investigated the factors that ensure their geometric interchangeability.

Key words: geometric interchangeability, collection, process approach, technological heredity, regulation accuracy, geometrical parameters, standard GPS.