

## МЕНЕДЖМЕНТ И ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мартынов А. П., Дячкин Б. А.

С учетом требований стандартов ДСТУ ISO 9000:2007 и ДСТУ ISO 9001:2009 предложена модель и система показателей организационно-технического уровня сборочных процессов в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также карты качества, позволяющей реализовать требуемый стандартами мониторинг, измерение, анализ и улучшение системы с учетом процессного подхода.

Обоснован комплекс мероприятий по повышению собираемости машиностроительных изделий единичного и мелкосерийного производства в системе менеджмента TQM.

З урахуванням вимог стандартів ДСТУ ISO 9000:2007 та ДСТУ ISO 9001:2009 запропонована модель і система показників організаційно-технічного рівня складальних процесів в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва, а також карти якості, що дозволяє реалізувати необхідний стандартами моніторинг, вимірювання, аналіз та поліпшення системи з урахуванням процесного підходу.

Обґрунтовано комплекс заходів щодо підвищення складаності машинобудівних виробів одиничного і дрібносерійного виробництва в системі менеджменту TQM.

Taking into account the requirements of the standards ДСТУ ISO 9000:2007 and ДСТУ ISO 9001:2009, a model and a system of indicators of organizational and technical level assembly processes in single and small batch production as well as quality cards, allowing to realize the required standards of monitoring, measurement, analysis and improvement of the system based on the process approach.

Substantiated a set of measures to improve the collection of engineering products for single and small batch production management system in TQM.

Мартынов А. П.

Дячкин Б. А.

канд. техн. наук, доц. ДГМА,

[tm@dgma.donetsk.ua](mailto:tm@dgma.donetsk.ua)

студент ДГМА

УДК 621.753.1/2(035)

**Мартынов А. П., Дячкин Б. А.**

## **МЕНЕДЖМЕНТ TQM И ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Украина завершила многолетний путь во Всемирную торговую организацию (ВТО), что позволяет в принципе улучшить современное экономическое состояние отношений страны с торговыми партнерами, в частности, структуру экспорта в пользу высокотехнологичной машиностроительной продукции с высоким уровнем обработки.

Создание и разработка конкурентоспособной продукции в настоящее время требует эффективной организации машиностроительного производства в соответствии с требованиями менеджмента TQM (Total Quality Management), согласно которому вся работа предприятия, его структура, управление и планирование устанавливаются, исходя из необходимости обеспечения требуемого качества изделия.

Несмотря на то, что качество изделия окончательно формируется на сборке, а трудоемкость ее при разных типах производства составляет 20–30 % и более всех трудозатрат на изготовление продукции, сборочные процессы являются тем не менее отстающим участком производства [1, 2].

В последние годы для решения проблемы обеспечения собираемости современных высокотехнологичных соединений сборочных единиц на основе подбора соединяемых деталей разработаны различные методы сборки: виртуальная, мехатронная, по действительным размерам, по принципу равножесткости, с использованием индивидуального подбора деталей и др., которые по физической сущности едины и основаны на использовании технологических воздействий для компенсации разнообразных отклонений качества соединений [3]. Перечисленные подходы к решению проблемы собираемости и обеспечения качества относятся к машиностроительным изделиям с серийным и массовым типом производства.

Что касается изделий единичного и мелкосерийного производства, объем которого из-за тенденции постоянного повышения запросов потребителей непрерывно возрастает, то, к сожалению, проблема собираемости изделий здесь значительно менее изучена, особенно применительно к крупным машинам [4].

Общая методология технологического обеспечения качества изделий машиностроения и основные задачи, решаемые, например, на стадии технической подготовки сборочных процессов, предложены в [5].

Поскольку в условиях жесткой конкуренции необходимо, чтобы любое решение в области качества продукции имело свое технико-экономическое обоснование, в [2] предложена методика оценки эффективности вложения средств в совершенствование сборочных процессов для использования в инновационном менеджменте, а в [6] – процесс-функциональная модель системы менеджмента качества, которая является специфической реализацией управленческого учета на машиностроительном предприятии и базируется на модели затрат на процесс по Британскому стандарту BS 6143:1992 [7].

Изложенные методы рассматривают проблемы сборочного производства изделия на определенной стадии, в том числе экономического обоснования вложения средств в повышение качества без учета взаимосвязи отдельных процессов производства.

Одним из важнейших положений ДСТУ ISO 9000:2007, регламентирующего требования к менеджменту качества, является требование обязательного планирования и внедрения процессов мониторинга, измерения, анализа и улучшения системы.

В соответствии с ДСТУ ISO 9001:2009, 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.

По мере прохождения продукции по стадиям своего жизненного цикла происходит последовательное накопление погрешностей поверхностей деталей, определяющих, в конечном счете, собираемость изделия, то есть обеспечение при сборке геометрической взаимозаменяемости при оптимальных трудовых затратах [1, 4].

С точки зрения процессного подхода организация рассматривается как совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых элементов (подразделений, уровней руководства, документации, менеджеров и линейных сотрудников, зданий и сооружений, инженерных систем обеспечения и т. д.) системы менеджмента, включающей подсистему всеобщего менеджмента качества (ТОМ) и определяющей связи между элементами как процессы, преобразующие поступившие от других элементов системы ресурсы [8].

Для комплексного подхода к решению проблемы собираемости соединений необходима методика оценки организационно-технического уровня сборочных процессов, которая позволит на основе тщательного анализа соответствующих компонентов и процессов выявлять резервы снижения трудоемкости и повышения качества сборки.

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 предшествующих сборке стадиях производства.

Целью работы является разработка методологии оценки организационно-технического уровня сборки машиностроительной продукции в условиях единичного и мелкосерийного производства, позволяющей в рамках менеджмента качества TQM определять основные факторы совершенствования производственных процессов изготовления вместе с их идентификацией и взаимодействием, а также управления ими для получения желаемого результата, то есть, обеспечения собираемости изделий.

Для этого необходимо моделирование организационно-технического уровня сборочного производства, компоненты которого могли бы на основе определения количественных показателей и изучения их составляющих стать инструментом для решения указанные выше задач с учетом процессного подхода, регламентируемого ДСТУ ISO 9001:2009.

Под организационно-техническим уровнем сборочного производства будем понимать его состояние, характеризуемое уровнем технологического процесса сборки, уровнем организации производства и уровнем технологической подготовки сборочного производства. Его оценку можно произвести количественно посредством системы показателей, которые позволят произвести сравнительный анализ процессов сборки различных изделий и определить пути их совершенствования.

Моделирование организационно-технического уровня сборочного производства должно являться инструментом его анализа и совершенствования, позволять вскрывать резервы повышения эффективности технологических процессов сборки на основе определения количественных показателей и изучения их составляющих.

Система оценки на основе количественных показателей как неотъемлемая часть системы управления качеством реализуется благодаря весомому вкладу квалиметрия в развитие нетрадиционных для метрологии экспертных методов оценки комплексных и интегрированных показателей качества объектов [8].

Коэффициенты значимости (весомости), как правило, на практике определяют экспертным методом одним из следующих способов: предпочтения, ранга, попарного сопоставления, последовательных сопоставлений и др. Методика обработки результатов экспертных оценок для получения коэффициентов весомости каждого из показателей с формулами для различных вариантов приведена, например, в [10].

Таким образом, составляющие элементы организационно-технического уровня сборочного производства можно оценить системой частных показателей, определяемых в виде приведенных коэффициентов. Общие показатели элементов уровня определяются путем суммирования значений его частных показателей с учетом соответствующих коэффициентов их значимости, т. е. степени влияния на показатель в целом.

Для обобщенной сравнительной оценки состояния процессов сборки должен определяться интегрированный (результатирующий) показатель организационно-технического уровня сборочного производства, рассчитываемый путем суммирования значений составляющих его частных показателей с учетом их значимости, то есть, степени влияния на состояние сборочного процесса.

Наиболее важным и трудным является определение уровня технологического процесса сборки, под которым будем понимать совокупность его свойств, характеризующих прогрессивность и экономичность принятых технологических методов и средств, обеспечивающих заданные технические требования на сборку изделий. К числу таких свойств могут быть отнесены: структура сборочного процесса, прогрессивность оборудования, степень механизации и экономичность сборки.

Опыт тяжелого машиностроения свидетельствует о том, что для определения структурных показателей в условиях единичного и мелкосерийного производства, выполняемые в процессе сборки слесарно-сборочные операции целесообразно сгруппировать следующим образом [4]:

1. Слесарно-доделочные операции (зачистка заусенцев, опилование, сверление отверстий, нарезание резьбы и проч.).
2. Пригоночные операции.
3. Вспомогательные слесарные операции (изготовление прокладок, шайб, пружин и других деталей в процессе сборки).
4. Статическая и динамическая балансировка деталей и сборочных единиц.
5. Собственно сборочные операции.
6. Испытания и обкатка сборочных единиц и изделия.
7. Демонтаж изделия.
8. Консервация и упаковка.

Здесь сгруппированы операции, однородные по технологическим методам, приемам и средствам их осуществления, основные виды технологических работ, выполняемых на сборке (например, доводочных, сверлильных, регулировочных и т. п.). Наличие указанных видов работ и операций в структуре сборочного процесса, а также фактическая их трудоемкость обусловлены влиянием комплекса объективных взаимосвязанных конструктивных, технологических и организационно-технических факторов, характерных для условий единичного и мелкосерийного производства машин. Изучение взаимосвязи этих факторов и степени влияния их на структуру сборочного процесса позволяет определять резервы совершенствования сборочных процессов.

В число структурных показателей сборочного процесса включен коэффициент собираемости изделия, являющийся одной из важнейших обобщающих характеристик уровня сборочного производства. Под собираемостью изделия понимают совокупность свойств конструкции, технологического процесса изготовления и организации сборочного производства, обеспечивающих достижение заданного качества сборки изделия при наименьших материальных и трудовых затратах.

Уровень собираемости изделия:

$$k_{\text{соб}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{сси}} / \sum_{i=1}^n (T_{\text{сси}} + T_{\text{при}} + T_{\text{дод}} + T_{\text{всп}}), \quad (1)$$

где  $T_{\text{сси}}$  – трудоемкость собственно сборочных операций;  $T_{\text{при}}$ ,  $T_{\text{дод}}$ ,  $T_{\text{всп}}$  – трудоемкости соответственно пригоночных, слесарно-доделочных и вспомогательных операций;  $n$  – число сборочных единиц, входящих в изделие.

Коэффициент  $k_{\text{соб}}$  характеризует уровень конструктивных, технологических и организационно-производственных решений, направленных на обеспечение требуемой точности сборки изделия без лишних (нетехнологических) слесарных операций с наименьшими затратами труда слесаря-сборщика.

Поскольку при разработке технологических процессов сборки изделий в единичном и мелкосерийном производстве нормируются, как правило, не отдельные операции или переходы, а весь объем работ, связанных с проведением какой-либо сборки, для анализа качества технологического процесса сборки необходимо разбить нормируемые объемы работ и трудоемкость на группы операций (переходов) с учетом рассмотренной выше структуры сборки.

Наибольшие затруднения вызывает расчет значений уровня техники, который должен характеризовать степень использования прогрессивного оборудования и оснастки.

Этот показатель можно определить по формуле:

$$k_T = \sum_{j=1}^m k_{\text{при}i} k_{z_i} \rho_i, \quad (2)$$

где  $k_{\text{при}i}$  – коэффициент прогрессивности  $i$ -й группы оборудования;  $k_{z_i}$  – коэффициент загрузки  $i$ -й группы оборудования;  $\rho_i$  – коэффициент, учитывающий удельный вес  $i$ -й группы оборудования в выпуске продукции, участка в целом;  $m$  – количество групп оборудования (рабочих мест) на участке.

Значения коэффициентов  $k_{\text{при}i}$ , выбирают в соответствии с разрабатываемой в каждой отрасли классификацией сборочного и испытательного оборудования по степени его совершенства, которая учитывает: прогрессивность технологического метода, степень механизации и рост производительности труда, прогрессивность применяемой оснастки и инструмента. В соответствии с этим данный коэффициент принимает различные значения, например: для ручного механизированного инструмента  $k_{\text{при}i} = 0,1$ , для простейших станков с подачей деталей вручную или универсальными общецеховыми подъемно-транспортными средствами  $k_{\text{при}i} = 0,2$ , для оборудования с автоматизацией отдельных параметров процессов  $k_{\text{при}i} = 0,6$ , для автоматизированного сборочного оборудования  $k_{\text{при}i} = 0,8$ , для сборочных автоматов  $k_{\text{при}i} = 1$  и т. д. [4].

Коэффициент загрузки:

$$k_{z_i} = T_{\text{ф}i} / F_{\text{д}} N, \quad (3)$$

где  $T_{\text{ф}i}$  – годовая фактическая трудоемкость для данной группы основного технологического оборудования или рабочего места;  $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд работы единицы оборудования или рабочих мест;  $N$  – количество единиц оборудования или рабочих мест.

Коэффициент  $\rho_i$ , учитывающий удельный вес  $i$ -й группы оборудования (рабочих мест) в общем количестве оборудования (рабочих мест):

$$\rho_i = N_i / N, \quad (4)$$

где  $N_i$  и  $N$  – количество единиц  $i$ -й группы оборудования и общее количество единиц оборудования (рабочих мест) рассматриваемого подразделения, участвующего в выпуске продукции.

Основной показатель состояния механизации технологического процесса сборки:

$$k_M = \sum T_{\text{маш}} / \sum T_{\text{шт}} , \quad (5)$$

где  $\sum T_{\text{маш}}$  – сумма всего машинного времени, включая время работы ручными машинами (механизированными инструментами);  $\sum T_{\text{шт}}$  – сумма всего штучного времени (сумма основного, т. е. технологического времени  $T_o$ , вспомогательного (неперекрываемого) времени  $T_b$ , организационно-технического обслуживания рабочего места  $T_{об}$ , времени перерывов на отдых и личные (естественные) надобности  $T_n$ ).

Время  $T_0$  и  $T_B$  технологических процесса сборки обычно не разделяют, и нормирование производят по оперативному времени  $T_{оп} = T_0 + T_B$ , в соответствии с которым в процентах установлены нормы времени  $T_{обс}$  и  $T_{пер}$  (соответственно  $C_1$  и  $C_2$ ). В среднем принимают  $C_1 = C_2 = 6\%$ , и, таким образом:

$$T_{шт} = 1,12 T_{оп}. \quad (6)$$

На заводах единичного и мелкосерийного производства нормирование сборочных процессов осуществляют без разделения  $T_{шт}$  на машинное и ручное. Поэтому принимаем в числителе  $\sum T_{машмех}$  вместо  $T_{шт}$ , и тогда показатель степени механизации слесарно-сборочных операций:

$$k_M = \sum T_{машмех} / 1,12 \sum T_{оп}, \quad (7)$$

где  $\sum T_{машмех}$  – сумма штучных времен слесарно-сборочных операций, выполняемых механизированным способом, в том числе ручными механизированными инструментами.

Экономичность технологического процесса сборки может быть оценена с помощью относительной себестоимости одного часа сборки:

$$K_{себ} = C_{сб1} / C_1, \quad (8)$$

где  $C_1$  – себестоимость одного часа изготовления изделия;  $C_{сб1}$  – технологическая себестоимость одного часа сборки:

$$C_{сб1} = C_3 + C_{об} + C_{ос} + C_{пр} + C_{бр} + C_M + C_H, \quad (9)$$

где  $C_3$  – общая среднечасовая заработная плата основных и вспомогательных рабочих (с начислениями);  $C_{об}$ ,  $C_{ос}$ ,  $C_{пр}$  – затраты на эксплуатацию оборудования, оснастки и производственного здания, отнесенные к одному часу работы;  $C_{бр}$  – среднечасовая стоимость брака по вине сборщиков;  $C_M$  – затраты на материалы;  $C_H$  – прочие цеховые расходы, отнесенные к одному часу работы.

Задача определения показателя – установить соотношение одного часа сборки изделия и одного часа изготовления. Это важно, поскольку, как показали многочисленные исследования, трудозатраты на сборку имеют тенденцию к относительному возрастанию. Поэтому для адекватного сравнения в знаменателе вышеприведенной формулы в качестве величины  $C_1$  принимать цеховую себестоимость без учета затрат на материалы, в том числе покупные изделия, полуфабрикаты, услуги сторонних организаций.

Общий показатель уровня технологического процесса сборки:

$$V_{тех} = \zeta_{сб} \cdot k_{сб} + \zeta_{мех} \cdot k_{мех} + \zeta_{себ} \cdot k_{себ}, \quad (10)$$

где  $\zeta_{сб}$ ,  $\zeta_{мех}$  и  $\zeta_{себ}$  – коэффициенты значимости соответствующих частных показателей уровня процесса сборки.

Уровень организации сборочного производства определяют расчлененность сборочного процесса, специализация рабочих мест слесарей-сборщиков и ритмичность сборки изделия.

Коэффициент расчлененности сборочного процесса:

$$\sum_{i=1}^n T_{узи} / T_{сб}, \quad (11)$$

где  $T_{узи}$  – трудоемкость сборки  $i$ -той сборочной единицы.

В процессе исследований методов определения и анализа технического уровня сборочного производства установлено также, что с целью упрощения для характеристики уровня организации сборочного производства целесообразно ввести уровень специализации рабочих мест слесарей-сборщиков:

$$k_{сп} = M_{сп} / M, \quad (12)$$

где  $M_{сп}$  – количество специализированных рабочих мест слесарей-сборщиков, оборудованных сборочными стендами, приспособлениями, механизированным инструментом;  $M$  – общее количество рабочих мест.

Коэффициент ритмичности можно определить как отношение количества фактически собранных единиц по декадам (в пределах не выше планового задания) к плановому количеству сборочных единиц, подлежащих изготовлению за этот период:

$$k_p = \sum_1^k A_i / \sum_1^k B_i, \quad (13)$$

где  $k$  – количество декад за период оценки (год, полугодие, квартал).

Для определения коэффициента ритмичности изготовления изделия с большим циклом сборки вместо указанных параметров возможно использование соответственно фактической и плановой трудоемкости сборки по рассматриваемым периодам работы.

Общий показатель уровня организации сборочного производства:

$$Y_{\text{орг}} = \zeta_{\text{расч}} \cdot k_{\text{расч}} + \zeta_{\text{ритм}} \cdot k_{\text{ритм}} + \zeta_{\text{сп}} \cdot k_{\text{сп}}, \quad (14)$$

где  $\zeta_{\text{расч}}$ ,  $\zeta_{\text{ритм}}$  и  $\zeta_{\text{сп}}$  – коэффициенты значимости соответствующих частных показателей уровня организации сборочного производства.

Уровень типизации технологических процессов сборки:

$$k_t = T_t / T_{\text{сб}}, \quad (15)$$

где  $T_t$  – суммарная трудоемкость слесарно-сборочных операций, выполняемых на основе типовых технологических процессов сборки,  $T_{\text{сб}}$  – общая трудоемкость сборки изделия.

Уровень технического нормирования сборочного процесса:

$$k_n = T_n / T_{\text{сб}}, \quad (16)$$

где  $T_n$  – суммарная трудоемкость слесарно-сборочных операций, выполняемых по техническим нормам.

Общий показатель уровня технологической подготовки:

$$Y_{\text{под}} = \zeta_{\text{тип}} \cdot k_{\text{тип}} + \zeta_n \cdot k_n, \quad (17)$$

где  $\zeta_{\text{тип}}$  и  $\zeta_n$  – коэффициенты значимости соответствующих частных показателей уровня технологической подготовки процесса сборки.

Для обобщенной сравнительной оценки состояния процессов сборки должен определяться интегрированный, результирующий показатель технического уровня сборочного производства, рассчитываемый путем суммирования значений составляющих его частных показателей с учетом их значимости, т. е. степени влияния на состояние сборочного производства.

Общий показатель организационно-технического уровня сборочного производства:

$$Y_{\text{сб}} = \zeta_{\text{тех}} \cdot Y_{\text{тех}} + \zeta_{\text{орг}} \cdot Y_{\text{орг}} + \zeta_{\text{под}} \cdot Y_{\text{под}}, \quad (18)$$

где  $\zeta_{\text{тех}}$ ,  $\zeta_{\text{орг}}$  и  $\zeta_{\text{под}}$  – соответственно коэффициенты значимости общих показателей уровней технологии, организации и технологической подготовки сборочного производства.

Ниже на рис. 1 в качестве примера представлена радиационная диаграмма рассмотренных показателей, построенная на основе данных процесса сборки крупных редукторов [4] (на диаграмме представлен также показатель  $k_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} / (T_{\text{мех}} + T_{\text{сб}})$ , где  $T_{\text{мех}}$  – трудоемкость механической обработки леталей изделия, характеризующий удельный вес трудоемкости сборочных работ в общем объеме трудовых затрат в механосборочном производстве).

Сопоставление этих значений структурных, технологических и экономических показателей исследуемого технологического процесса сборки, для чего целесообразно составление специальной карты качества, позволит дать объективную оценку качества этого процесса, установить причины снижения отдельных показателей и разработать мероприятия, направленные на повышение качества и снижение трудоемкости сборки изделий.

Для всех рассмотренных показателей целесообразно рассматривать три вида значений: фактические (полученные, например, на основе анализа процессов и хронометража), проектные (по проектам реконструкции предприятия или его подразделения) и нормативные, в качестве которых возможно принимать соответствующие показатели сборки родственной продукции.

Коэффициенты значимости показателей уровня могут быть установлены экспертным путем, а затем уточняться по мере накопления опытно-статистических данных.

В условиях единичного и мелкосерийного производства машин особенно важно, чтобы диалектическое противоречие между необходимостью обеспечения требуемых геометрических параметров изделий (GPS) и технологическими возможностями их достижения решалось во всех трех «мирах» их существования, как того требует ДСТУ ISO 14660-2002: мир разработки технических требований, мир изделия (физический мир), мир приёмки.

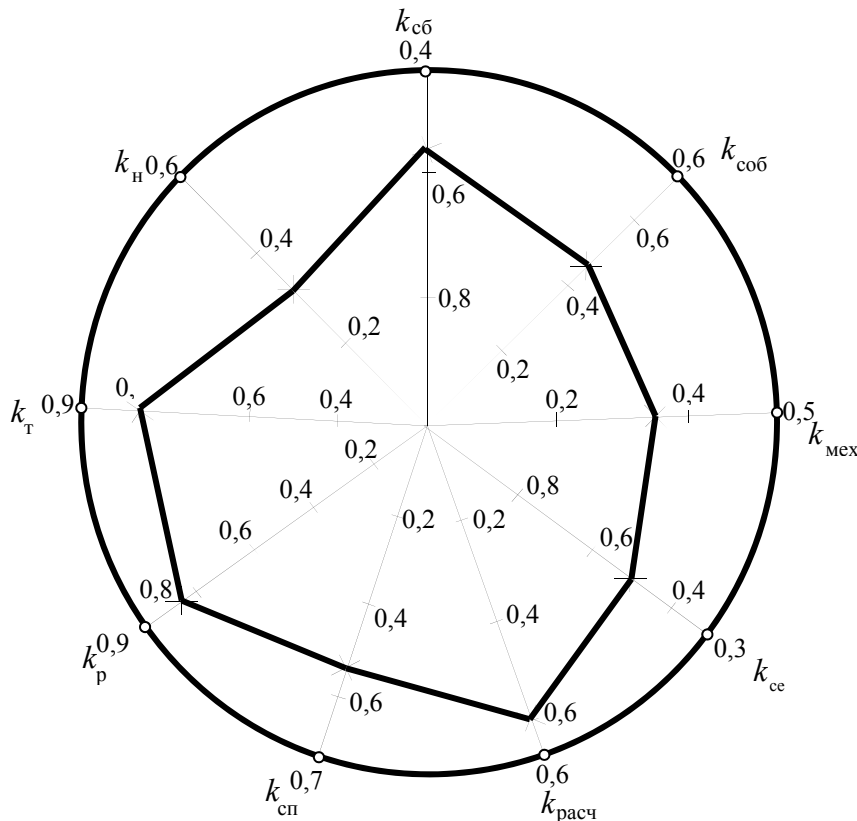


Рис. 2. Диаграмма соотношения показателей технико-организационного уровня сборочного производства при изготовлении крупных редукторов

В соответствии с этим ниже на рис. 2 представлен комплекс организационно-технических мероприятий по повышению качества и собираемости изделий единичного и мелкосерийного производства применительно к исследованной в [4] структуре процесса сборки крупных редукторов

Наиболее сложным является мир технических требований изделия, где разрабатываются рабочие чертежи деталей и сборочных единиц, проводится размерный анализ конструкции и выбирается метод достижения требуемой точности сборки на основе расчетов размерных цепей.

На схеме мероприятий это нашло отражение в том, что группа 2 представлена наибольшим в сравнении с другими количеством факторов, реализация которых к тому же наиболее сложна.

Сборка машиностроительных изделий в условиях единичного и мелкосерийного производства предъявляет свои требования к обработке на технологичность, т. е., к подготовке конструкции изделия к конкретным условиям: технологии, оборудованию, технического оснащения и организации процесса, основной из которых является размерная отработка конструкции изделия на основе расчетов сборочных и технологических размерных цепей.

Действительно, пригоночные операции возникают, главным образом, вследствие погрешностей размеров, формы и расположения поверхностей деталей, а также неувязки допусков в многозвенных сборочных цепях.



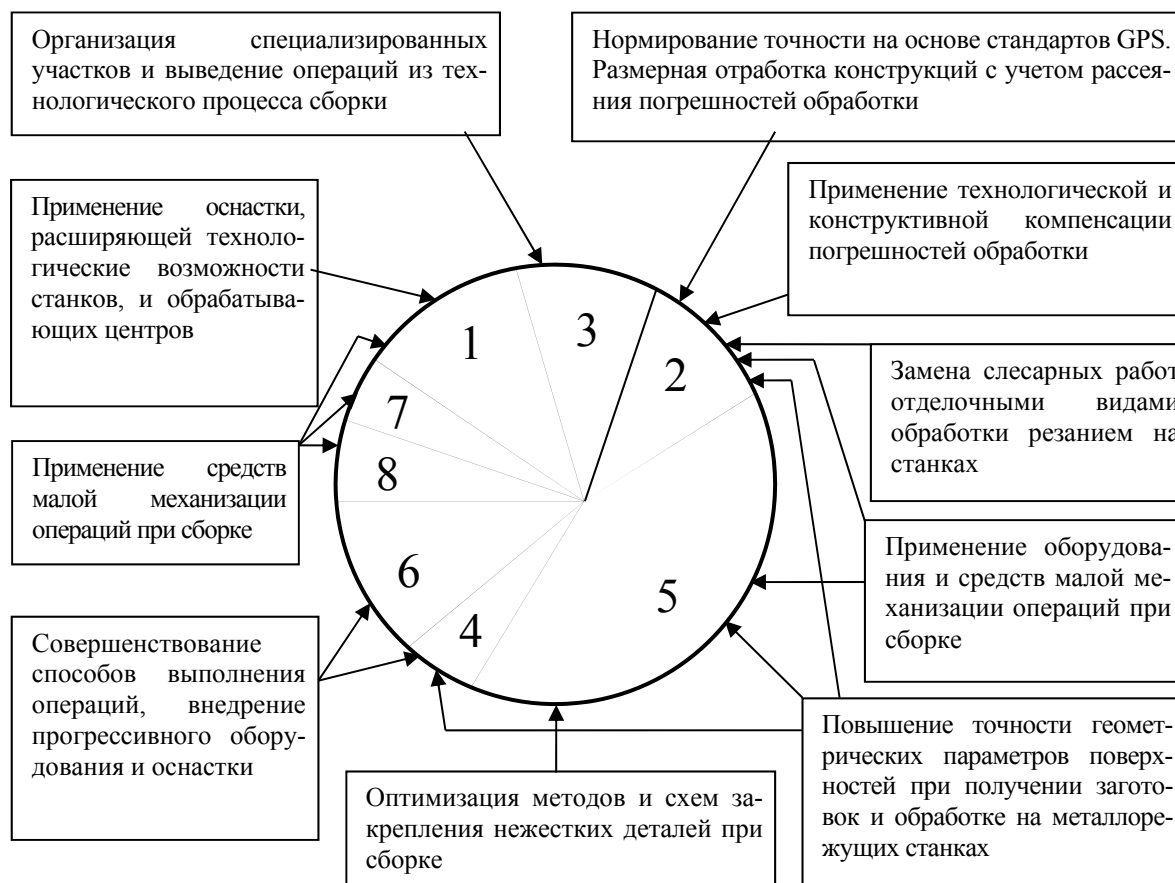


Рис. 2. Комплекс организационно-технических мероприятий по повышению качества и собираемости изделий единичного и мелкосерийного производства

Анализ технических условий и допусков на размеры деталей, а также технологических процессов механической обработки и сборки, например, изделий тяжелого машиностроения показал недостаточную размерную отработку крупных машин, что приводит к снижению собираемости и повышению трудоемкости сборочных операций [4].

Это комплексная проблема, включающая, прежде всего, вопросы правильного назначения допусков, предельных отклонений и посадок при проектировании, их контроля при изготовлении и сборке деталей (мир изделия и мир приемки).

Как видно, основным направлением повышения качества сборки и сокращения трудоемких пригоночных работ является тщательная размерная отработка собираемости машин, для чего рационально использовать автоматизированные системы выбора конструктивно-технологических параметров, оборудования и контрольно-измерительных средств [10].

Повышению качества сборки изделий способствует также обеспечения статистической управляемости технологических процессов изготовления деталей [11].

При расчете размерных цепей машин единичного и мелкосерийного производства с учетом параметров рассеяния составляющих звеньев может быть использована методика статистической оценки точности на основе приведенных отклонений [12], что позволяет в этих условиях увеличить объем статистической информации о показателях точности и обеспечить большую стабильность геометрических параметров и, в конечном счете, повысить собираемость изделий.

При этом в таких изделиях, особенно в тяжёлом машиностроении, чаще следует применять конструктивные размерные компенсаторы, позволяющие компенсировать погрешности составляющих звеньев [4].

Для снижения трудоемкости слесарно-доделочных операций целесообразно применение рациональных методов обработки и средств оснащения, обеспечивающих максимальное выполнение этих работ при обработке деталей резанием, а также механизация трудоемких операций на сборке за счет использования шлифовальных, сверлильных, резьбонарезных и других механизированных инструментов и средств оснащения.

Основным направлением снижения трудоемкости и ликвидации тяжелого ручного труда при выполнении собственно сборочных, испытательных, демонтажных и консервационных операций является их механизация.

Значительная часть изложенного комплекса вопросов обеспечения качества присуща также осложненному варианту достижения собираемости крупных уникальных машиностроительных изделий единичного и мелкосерийного производства и их составных частей, окончательные операции сборки, наладки, испытания и доводки которых могут быть проведены только на месте эксплуатации в составе конкретного производственного объекта.

ГОСТ 15.005-86 устанавливает для такой продукции порядок разработки, согласования и утверждения технического задания, технической документации, а также порядок изготовления, контроля, монтажа, приемки и сдачи в эксплуатацию изделий.

### ВЫВОДЫ

1. С учетом требований стандартов ДСТУ ISO 9000:2007 и ДСТУ ISO 9001:2009 предложена модель и система показателей организационно-технического уровня сборочных процессов в условиях тяжелого машиностроения. На основе модели целесообразно составление карты качества, позволяющей реализовать требуемый стандартами мониторинг, измерение, анализ и улучшение системы с учетом процессного подхода.

2. Обоснован комплекс организационно-технических мероприятий по повышению собираемости машиностроительных изделий единичного и мелкосерийного производства в системе менеджмента TQM.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медарь А. В. Проблемы и состояние обеспечения качества изделий машиностроения в сборочном производстве / А. В. Медарь – Техн. машиностр., 2006. – № 3. – С. 25–28.
2. Быков С. Ю. Оценка эффективности вложения средств в совершенствование сборочных процессов / С. Ю. Быков, Ю. М. Быков – Сборка в машиностр., приборостр. – 2006. – № 10. – С. 37–39.
3. Семенов А. Н. Проблема информационного обеспечения в машиностроении / А. Н. Семенов – Сборка в машиностр., приборостр. – 2005. – № 2. – С. 39–43.
4. Разработка и апробация методики оценки качества технологических процессов сборки в условиях предприятий Минтяжмаши [Текст]: отчет о НИР №Х-27-80 / КИИ : рук. А. П. Мартынов; исполн. : Ю. Ф. Лисиченко [и др.]. – Краматорск, 1981. – 80 с.
5. Медарь А. В. Общая методология обеспечения качества изделий машиностроения в сборочном производстве / А. В. Медарь – Техн. машиностр., 2006. – № 2 – С. 31–35.
6. Ефимова Г. В. Управление качеством процессов машиностроительного предприятия на основе анализа затрат на качество / Г. В. Ефимова – Сборка в машиностр., приборостр. – М. : 2003. – № 11. – С. 12–19.
7. Британский стандарт BS 6143:1992. Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс (BS 6143:1990. Guide to the economics of quality. Part 1. Process cost model). – М. : НТК «Трек» . – 1999. – 28 с.
8. Новиков В. А. Измерения в системах менеджмента качества организаций / В. А. Новиков, А. Н. Яшин – Технология машиностроения. – М. : 2007. – № 9. – С. 64–68.
9. Ферантонтов А. П. Математическая модель расчета коэффициентов весомости показателей технической продукции по результатам экспертных оценок / А. П. Ферантонтов – Стандарты и качество, 1996. – № 4. – С. 34–36.
10. Manarvi I. A. Framework of an integrated tolerance synthesis model and using FE simulation as a Virtual tool for tolerance allocation in assembly design / I. A. Manarvi, Neal P. Juster // Mater. Process. Technol. 2004. – 150. – № 1–2. – P. 182–193.
11. Непомилуев В. В. Повышение качества сборки путем обеспечения статистической управляемости технологических процессов изготовления деталей / В. В. Непомилуев, И. В. Дюпин // Сборка в машиностр., приборостр. – М. : 2008. – № 2. – С. 3–7.
12. Мартынов А. П. Статистическая оценка качества изделий в мелкосерийном машиностроительном производстве / А. П. Мартынов, Р. М. Триц // Якість технологій та освіти / Зб. наук. пр. УПА : Харків, 2011. – №2. – С. 90–94.