

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Б.М. Базров



БАЗРОВ
Борис Мухтарбекович

Профессор, доктор технических наук, академик Академии проблем качества, заведующий лабораторией «Теория модульной технологии» Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. Специалист в области технологии машиностроения, автор нового научного направления – модульной технологии в машиностроении. Лауреат Ленинской премии. Автор более 180 научных трудов, в том числе 30 авторских свидетельств и 5 монографий.

Проблемы машиностроительного производства следует разделить на проблемы, связанные непосредственно с повышением качества и производительности изготовления изделий путем создания новых методов изготовления, технологических процессов и средств технологического оснащения, и проблемы, направленные на повышение эффективности самого машиностроительного производства как самостоятельной развивающейся системы.

К последним проблемам, которые рассматриваются в статье, относятся, в том числе, задачи совершенствования организации технологической подготовки производства, технологических и производственных процессов.

Чтобы сформулировать пути решения этих проблем, важно понять характерные недостатки машиностроительного производства, к которым в масштабе всей отрасли относятся:

- 1) дублирование разработок средств технологического обеспечения (технологических процессов, оборудования, оснастки);
- 2) избыточное разнообразие средств технологического обеспечения;
- 3) утрата технологического знания;
- 4) недостаточное использование возможностей средств технологического обеспечения (технологического оборудования и оснастки);
- 5) наступление морального износа средств технологического оснащения раньше сроков их физического износа.

Дублирование разработок средств технологического обеспечения заключается в

следующем. Практически любое машиностроительное изделие состоит, примерно, на 50–70% из деталей общего назначения, таких, как валы, оси, втулки, фланцы, шестерни, крышки, рычаги, планки, корпуса и т.п. Изделия также содержат много однотипных механизмов и устройств, таких, как шпиндельные узлы, подшипники, редукторы, типовые соединения деталей. Отсюда, в среднем, на каждом машиностроительном предприятии в масштабе машиностроительного комплекса из общего числа номенклатуры изготавливаемых деталей и сборочных единиц более 50% являются очень близкими, а нередко и одинаковыми по своему конструктивному оформлению и техническим требованиям. В результате для их изготовления на каждом предприятии дублируются разработки большинства средств технологического обеспечения. В конечном счете практически на всех машиностроительных предприятиях подавляющее большинство инженерно-технических специалистов ежегодно выполняют одни и те же работы, решают одни и те же задачи.

Избыточное разнообразие средств технологического обеспечения, которое непрерывно растет, заключается в том, что на разных предприятиях и даже в разных цехах одного предприятия для изготовления близких или одинаковых изделий разрабатывается разное технологическое обеспечение. Это объясняется тем, что предприятия различаются составом технологического оборудования, в разработках участвуют разные специалисты с разным уровнем квалификации и отсутствует информация об этих разработках.

В результате для изготовления каждого такого изделия (детали, сборочной единицы) могут быть разработаны сотни технологических процессов и видов оснастки, а нередко – и разное технологическое оборудование.

В итоге огромная армия инженерно-технических и научных работников на разных предприятиях совершенствует производство одних и тех же деталей, изделий, улучшает или создает под их изготовление новые станки, приспособления, инструментальную оснастку. Внешне создается впечатление большой и нужной работы, поскольку увеличивается количе-

ство новых технологических процессов, оборудования, инструмента, большинство из которых представляют уже известные решения. Их сопоставление по технико-экономическим характеристикам показывает, что они мало отличаются друг от друга по своей эффективности. Среди этого множества попадаются и принципиально новые решения, которые могут дать большой эффект, но их внедрение вызывает большие трудности.

Итак, вместо концентрации усилий высококвалифицированных кадров на создание принципиально новых технологий и техники, наблюдается распыление сил, бесконечное дублирование работ, что влечет за собой создание необоснованного разнообразия средств технологического обеспечения.

Утрата технологического знания состоит в том, что в силу несовершенства организации информации о разработках, многие решения оказываются неопубликованными, а среди огромного потока публикаций трудно, а подчас и невозможно найти нужную информацию для решения конкретных задач.

Особенно недостаток информации сказывается при изготовлении специальных изделий, требующих оригинальных технологий.

Разработка и внедрение таких технологий, как правило, связаны с большими трудозатратами, требуют высокой квалификации разработчиков и длительного времени для их отработки. После прекращения выпуска изделий информация об этой технологии становится зачастую недоступной вследствие ее неопубликования. Если даже информация и была опубликована, то найти ее чрезвычайно сложно. В результате, полезный опыт, приобретенный с такими затратами, оказывается утерянным и не может быть использован другими предприятиями.

Недостаточное использование возможностей средств технологического оснащения является широко распространенным явлением, когда все технологическое оборудование, за исключением оборудования, применяемого в массовом производстве, обладает в той или иной степени избыточными технологическими и техническими возможностями. И чем ближе

тип производства к единичному, тем выше эта избыточность.

Избыточность возможностей оборудования состоит в том, что в каждый момент работы оборудования его возможности используются лишь частично.

Так, например, по результатам известных исследований, у универсальных токарных станков в течение 87% срока их службы используются только 20% установленной мощности главного привода, в течение 19% срока службы – до 75% и лишь в течение 1% срока службы – 100% установленной мощности. И чем выше универсальность оборудования, тем больше доля неиспользованных возможностей.

В то же время наличие избыточных возможностей приводит к росту стоимости оборудования и затрат на его обслуживание. Так, к примеру, стоимость обрабатывающего центра составляет сотни тысяч долларов США.

Наступление морального износа средств технологического оснащения раньше сроков их физического износа тоже является широко распространенным явлением.

Действительно, в современных условиях, быстрое изменение ассортимента выпускаемых изделий касается и самих средств технологического оснащения, моральный износ которых наступает значительно быстрее их физического износа.

В связи с этим возникает противоречие, когда, с одной стороны, надо заменять морально устаревшее оборудование, а с другой – физическое состояние этого оборудования позволяет еще долгое время его эксплуатировать.

Сложнее отказаться от дорогостоящего оборудования, тем более, что создание нового связано с большими трудовыми и материальными затратами.

Перечисленные выше недостатки носят общий, масштабный характер и справедливы как для всего машиностроительного производства, так и для каждого машиностроительного предприятия в отдельности. Это приводит к огромному непродуктивному расходованию трудовых, материальных и энергетических ресурсов и, если не принимать эффективных мер

по устранению указанных недостатков, то в недалеком будущем машиностроение превратится в убыточную отрасль. При этом важно понять причины этих недостатков, к которым можно отнести:

1) отсутствие единой элементной базы средств технологического обеспечения;

2) отсутствие централизованного управления развитием средств технологического обеспечения;

3) низкий уровень типизации и унификации средств технологического обеспечения.

Отсутствие единой элементной базы средств технологического обеспечения можно объяснить, несмотря на достаточно длительный исторический период развития машиностроения, во-первых, тем, что изготавливаемые изделия отличаются колоссальным разнообразием, которое продолжает расти, что порождает большое разнообразие средств технологического обеспечения. Во-вторых, каждое изделие, как правило, описывается достаточно большим числом характеристик, влияющих на технологию изготовления изделий. Поэтому даже очень близкие по конструкции изделия отличаются некоторыми характеристиками друг от друга, что приводит к различию в их технологическом обеспечении.

Все это и препятствует организации единой элементной базы.

Отсутствие централизованного управления развитием средств технологического обеспечения объясняется, в первую очередь, отсутствием единой элементной базы технологического обеспечения, многочисленностью машиностроительных предприятий, самостоятельностью их функционирования, особенно в условиях рыночной экономики, разнообразием решаемых задач и недостатком информации о фактическом наличии средств технологического обеспечения.

В итоге развитие технологических процессов, усовершенствование оборудования и оснастки в масштабе всей отрасли происходят практически независимо друг от друга, что приводит к избыточному разнообразию средств технологического обеспечения и дублированию их разработок.

Низкий уровень типизации и унификации средств технологического обеспечения объясняется фрагментарностью решения задач типизации и унификации, отсутствием системного подхода, когда унификация изделий, технологических процессов, оборудования и оснастки осуществляется независимо друг от друга.

В итоге влияние типизации и унификации на снижение разнообразия средств технологического обеспечения оказывается незначительным по сравнению с заложенными в них возможностями.

Итак, можно отметить, что современное машиностроительное производство характеризуется изготовлением на разных предприятиях большого процента одних и тех же или очень близких друг к другу деталей, механизмов, устройств, входящих в разные изделия, значительным дублированием технологической подготовки производства, неоправданно огромным разнообразием технологических процессов, оборудования и оснастки, большим объемом ежегодного обновления физически изношенных технологических средств, низким уровнем востребованности технологических и технических возможностей оборудования.

Из приведенного анализа состояния машиностроительного производства следует, что для сведения к минимуму указанных недостатков необходима его коренная перестройка.

Решаться эта задача должна, во-первых, комплексно с позиций системного подхода, а, во-вторых, так, чтобы одновременно учитывались требования как машиностроительного комплекса в целом, так и интересы каждого предприятия в отдельности.

Для этого надо ввести организационное начало в построение машиностроительного производства. Решение этой задачи не может быть административным, а должно базироваться на глубинных закономерностях развития машиностроения.

В качестве такого организационного начала в построении машиностроительного производства предлагается воспользоваться **модульным принципом**.

Модульный принцип широко и успешно применяется, например, в строительной индустрии,

где здания строятся из стандартных изделий, в судостроении и других отраслях промышленности.

Применение модульного принципа в машиностроении отличается фрагментарностью в виде отдельных не связанных органично друг с другом решений, иными словами, отсутствием системного подхода.

Реализация системного подхода в применении модульного принципа должна заключаться в модульном построении звеньев производственной цепочки: **изделие – технологический процесс – технологическая система – рабочее место**.

Внедрение модульного принципа необходимо начинать с модульного построения изделий. При этом в качестве модулей должны выступать такие неизменные элементы, из которых состоят любые изделия. В этом случае применение модульного принципа приобретает общий характер и будет эффективно как для всей отрасли машиностроения, так и для любого предприятия.

Поэтому в реализации модульного принципа в машиностроительном производстве поиск модулей приобретает первостепенное значение.

К такому модулю изделия предъявляются следующие требования: он должен характеризоваться однозначностью, высокой устойчивостью, описываться минимальным набором характеристик и отличаться небольшой номенклатурой.

Однозначность модуля обеспечивает единое описание любых изделий независимо от их назначения, высокая устойчивость во времени гарантирует их длительное использование, а малый набор характеристик и узкая номенклатура способствует типизации и унификации модулей.

При выборе модулей изделий надо учитывать, что изделие может рассматриваться как объект эксплуатации, так и как объект производства. В первом случае, изделие представляется совокупностью функциональных элементов, состав которых определяется служебным назначением изделия. При этом одни и те же функциональные элементы могут иметь разные

конструкции. Во втором – изделие представляет собой совокупность конструктивных элементов, абстрагированных от их функционального назначения.

В нашем случае модули изделий надо искать, рассматривая последние как объект эксплуатации, что ограничивает их разнообразие и придает им однозначность.

Поскольку у изделия наименьшим элементом является деталь, то логично ее принять в качестве такого модуля. Однако это не представляется возможным из-за огромного конструктивного разнообразия деталей. Поэтому искать его надо на более низком уровне.

В связи с этим необходимо вернуться к изделию как объекту эксплуатации и там попытаться найти такие «элементарные частицы», из которых можно построить любую конструкцию изделия.

Анализ выполнения деталями их служебных функций позволяет сделать важный вывод о том, что деталь выполняет свое служебное назначение, в основном, сочетаниями поверхностей и только в ряде случаев отдельными поверхностями. Поэтому деталь можно представить как совокупность сочетаний поверхностей (реже, отдельных поверхностей) соответствующего служебного назначения.

В связи с этим было введено понятие *модуля поверхностей (МП) детали*, под которым понимается сочетание поверхностей (или отдельная поверхность), предназначенных совместно выполнять соответствующую служебную функцию детали и придавать последней конструктивную форму, обусловленную требованиями эксплуатации и изготовления [1].

Такой модуль отвечает всем требованиям, отличаясь однозначностью, высокой устойчивостью и описанием малым числом характеристик.

Все разнообразие МП можно разделить по служебному признаку на три класса: базирующие (МПБ), рабочие (МПР) и связующие (МПС), что придает ему однозначность.

Дальнейшее деление МП по конструктивно-геометрическим признакам позволило построить классификацию МП, состоящую из 26 наименований.

Пользуясь такой классификацией, любую деталь можно представить совокупностью МП, а изделие, состоящее из деталей, – структурированным множеством совокупностей МП.

Модули поверхности, являясь «кирпичиками» малой номенклатуры, с помощью которых можно строить любое изделие, открывают путь к построению единой элементной базы технологического обеспечения.

Системный подход при ее построении должен базироваться на системе взаимосвязанных классификаций изделий и средств технологического обеспечения.

К сожалению, вопросу разработки классификаций в машиностроении не уделялось должного внимания. Разработка классификаций процессов, оборудования и оснастки осуществлялась автономно.

В результате действующие классификации оказались практически не связанными друг с другом, что способствовало независимому развитию технологических процессов и средств их осуществления.

Чтобы исключить этот недостаток, в основу построения системы классификаций модулей необходимо заложить схему прямых связей между изделием и средствами технологического обеспечения.

Сделать это можно на модульном уровне, приняв в качестве изделия его МП. Тогда под изготовление МП должны быть разработаны модули технологических процессов, а под осуществление последних – модули технологического оборудования и оснастки.

Такая схема связей открывает путь к построению единой системы классификации средств технологического обеспечения, а на этой основе – единой элементной базы.

Наличие системы классификаций в машиностроительном производстве создает предпосылки взаимосвязанного развития элементов производства (технологических процессов, оборудования, оснастки) и тем самым будет способствовать сокращению их разнообразия как в пределах каждого участка, так и во всем производстве.

Следующим, не менее важным мероприятием, является широкая и глубокая *типизация* и

унификация как самих изделий и их элементов, так и средств технологического обеспечения.

Отсутствие единой системы классификаций не позволяло выработать единый подход к типизации и унификации технологических решений и конструктивных элементов деталей, устройств и механизмов. Такая работа велась разрозненно, без строгой взаимной увязки. В каждой подотрасли машиностроения и на отдельных предприятиях эта работа проводилась в значительной степени автономно, зачастую только по указаниям «сверху», где руководители понимали всю важность решения этих вопросов. Все это привело к тому, что до сих пор не вскрыты и не реализованы огромные резервы повышения эффективности машиностроения, заложенные в типизации и унификации.

Типизация и унификация, базирующаяся на объективных связях между изделиями, технологическими процессами, оборудованием и оснасткой, приведет к тому, что на каждом предприятии невыгодно будет пользоваться нетиповыми, неунифицированными решениями, и у работников появится стремление к типизации и унификации и понимание их необходимости.

Создание единой элементной базы средств технологического обеспечения позволит создать технологическое оборудование, которое можно будет быстро перестраивать посредством перекомпоновки. Таким образом, можно будет свести к минимуму избыточность его технологических и технических возможностей, а по мере наступления морального износа перестраивать оборудование, использовать его элементы до полного физического износа.

В соответствии с изложенным становится реальной идея модульного построения производства машиностроительных изделий. Реализация такой организации машиностроительного производства на всех машиностроительных

предприятиях создаст предпосылки для обеспечения оптимального сочетания централизации и индивидуализации технологической подготовки производства (ТПП).

Централизация должна заключаться в разработке типовых решений с привлечением к этой работе только высококвалифицированных специалистов. Это позволит резко поднять уровень прогрессивности технологических процессов на всех предприятиях машиностроительного комплекса, существенно сократить объём технологической подготовки и свести к минимуму разнообразие технологических средств и дублирование ТПП. Кроме того, открываются перспективы широкой унификации и стандартизации средств технологического обеспечения.

Индивидуализация технологической подготовки заключается в том, что разработка модульных технологических процессов изготовления изделий и деталей должна осуществляться на предприятиях. Это позволит учитывать конкретные условия данного предприятия и одновременно пользоваться типовыми, прогрессивными решениями.

Организация подготовки машиностроительного производства на машиностроительных предприятиях с использованием модульного принципа позволит совершить качественный скачок в повышении эффективности машиностроительного комплекса страны и выйти на передовые рубежи нетрадиционным путем, с минимальными расходами, не повторяя путь стран, имеющих машиностроение современного уровня.

Список литературы

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.