

Фролова И.Н., канд. техн. наук, доц.
 Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

СВЯЗИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

fririnik@mail.ru

Практика современного производства показывает, что, не смотря на активное развитие систем автоматизированного проектирования технологических процессов, повышение эффективности использования средств технологического оснащения по-прежнему остается актуальной задачей. Применение не только российских, но и импортных средств технологического оснащения требует автоматизации установления связей между элементами средств технологического оснащения в базе данных систем автоматизированного проектирования технологических процессов на основе единого информационного описания инструмента, приспособлений и модели станка. Это позволит существенно сократить номенклатуру применяемых средств технологического оснащения при проектировании ТП.

Ключевые слова: конкретные связи, общие связи, ориентирующие связи, формообразующие связи, несущий и несомый объект сборки, первичное и вторичное автоматическое ориентирование, глобальная и собственная система координат.

Введение. Отсутствие единой системы формализованного описания средств технологического оснащения (СТО) в системах автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) приводит к тому, что информация, обеспечивающая автоматическое наложение связей при сборке технологической системы (ТС) из заготовки и отдельных элементов СТО, в базу данных (БД) САПР ТП заносится частично и нецеленаправленно. Неполнота информации об СТО приводит как к информационным, так и к материальным конфликтам, большим неэффективным финансовым затратам предприятия [1], затрудняет автоматическое по-

строение структуры ТС, осуществление виртуальной сборки элементов ТС между собой, возможности проверки заданного формообразования.

Структура технологической системы операции механической обработки. Технологическая система отдельной технологической операции механической обработки в материальном виде состоит из собранных между собой элементов, выполняющих формообразование заданных поверхностей.

Все элементы ТС (рис. 1) – заготовка, приспособление, станок, инструментальная оснастка, инструмент – взаимосвязаны между собой.

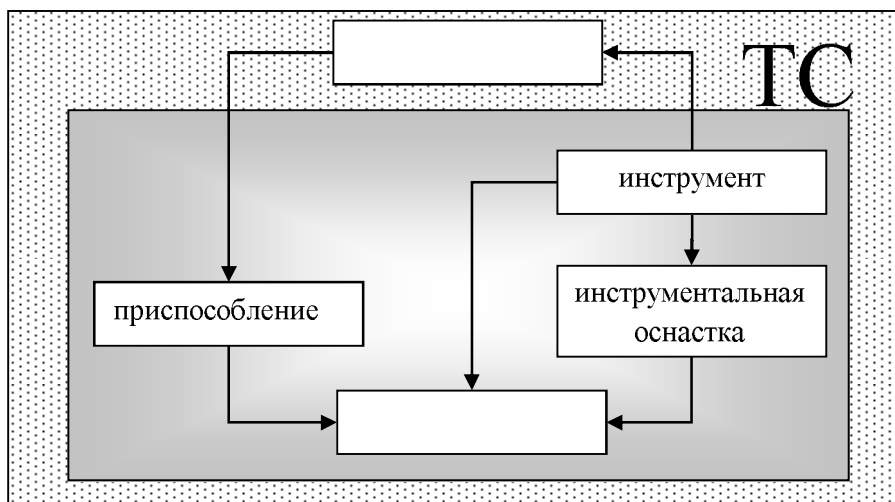


Рис. 1. Взаимосвязи между элементами технологической системы

Взаимосвязи на элементы ТС накладываются либо в процессе сборки, либо в процессе формообразования. Исходя из этого можно разделить конструкцию любого элемента ТС на блоки или модули:

- базовые поверхности – для сборки;
- исполнительные поверхности – для формообразования.

Классификация связей в ТС. Все связи между элементами ТС можно классифицировать по следующим критериям.

По постоянству структуры элемента ТС связи делятся на (рис. 2):

- общие связи (ОС) – связи между элементами ТС с постоянной структурой (к этим элементам относятся все СТО);

– конкретные связи (КС) – связи между элементами ТС с переменной структурой (элементом с переменной структурой является заготовка) [1].

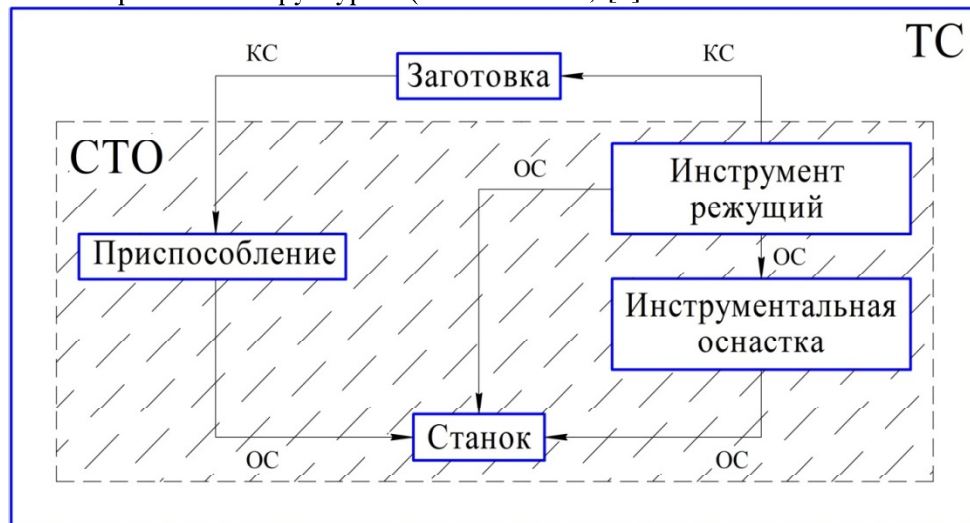


Рис. 2. Общие и конкретные связи между элементами ТС

По характеру проявления связи делятся на (рис. 3):

– статические, возникающие при сборке ТС,

– динамические, возникающие при формообразовании поверхностей.

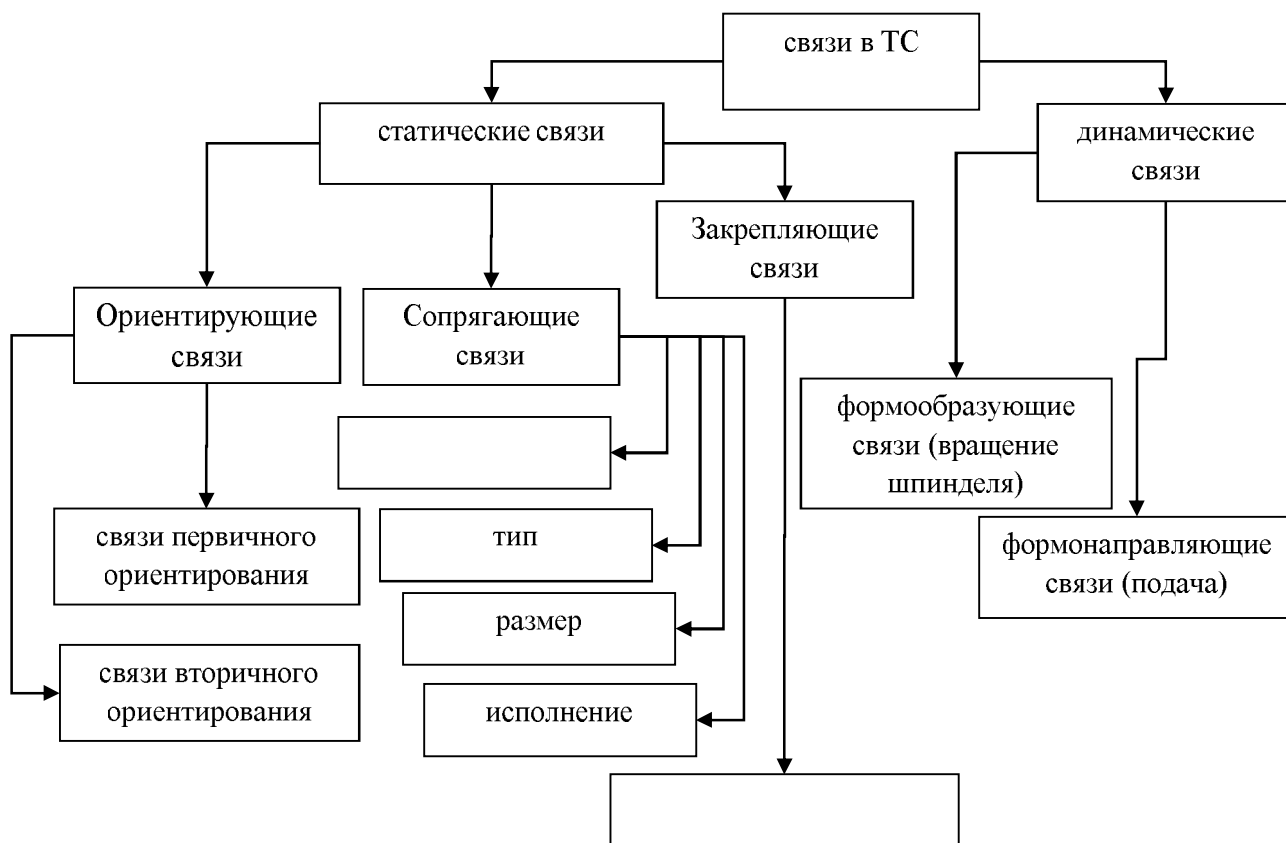


Рис. 3. Классификация связей в ТС

Все статические связи по признаку «Осуществление сборки» делятся на:

– ориентирующие связи – требуются для осуществления взаимной ориентации элементов сборки перед вводом их в соединение,

– сопрягающие связи – определяются формой, типоразмером посадочных поверхностей элементов сборки,

– закрепляющие связи – определяются системой закрепления элементов сборки.

Все динамические связи по признаку «Формообразование» делятся на:

– формообразующие связи – служат для обеспечения формообразующего главного движения резания (это всегда вращение шпинделя), которое формирует образующую обрабатываемой поверхности заготовки;

– формонаправляющие связи – служат для обеспечения формонаправляющего движения подачи, которое формирует направляющую обрабатываемой поверхности заготовки.

Рассмотрим каждый вид связи подробнее. Отметим, что сопрягающие и закрепляющие связи в данной работе подробно не рассматриваются.

Общие связи между элементами средств технологического оснащения. Структура отдельного станка, приспособления, инструментальной оснастки, инструмента, то есть отдельных СТО, известна, постоянна, и может быть описана в базе данных (БД) САПР ТП до начала проектирования техпроцесса. Связи между элементами СТО, устанавливаемые в БД САПР ТП, будем называть *общими связями*. Наложение общие связи позволяют сократить количество вариантов (уменьшить множество переборов) при выборе СТО из информационной базы САПР ТП и ускоряют выбор СТО при проектировании техпроцесса.

Общие связи существуют только в неявном (информационном) виде и только внутри СТО. В современных САПР существует специальный функционал для установления в БД односторонних и двусторонних связей между моделью станка (или группой станков) и конкретными инструментами (или групп СТО). Этот функционал позволяет администратору БД однократно вручную, или по определенным условиям, устанавливать связи между элементами СТО, которые показывают возможные применения элементов СТО. Однако установление общих связей в автоматическом режиме до сих пор не реализовано ни в одной САПР ТП.

Наложение общих связей позволяет получить *парные кортежи* СТО:

- станок – приспособление;
- станок – инструментальная оснастка;
- инструментальная оснастка – инструмент режущий,

которые могут быть собраны между собой.

Конкретные связи в технологической системе. Конкретные связи образуют ТС операции, обеспечивают привязку СТО непосредственно к определенному состоянию заготовки, а также, из отдельных элементов обеспечивают образование приспособления для установки конкретной заготовки. Таким образом, конкрет-

ные связи в ТС существуют только для данного состояния заготовки.

Конкретные связи в ТС существуют как в явном (материальном), так и в неявном (информационном) виде. Конкретные связи на элементы ТС в материальном виде накладываются при осуществлении технологической операции. После ее окончания происходит разборка ТС. Все элементы ТС становятся независимыми, конкретные связи разрушаются. На другой технологической операции образуется другая ТС.

Наложение конкретных связей позволяет получить *парные кортежи* элементов ТС:

- инструмент – заготовка;
- приспособление – заготовка;

которые могут быть собраны или сопряжены между собой на основе кинематики.

Для осуществления автоматической виртуальной (информационной) сборки на парные кортежи элементов ТС следует наложить ориентирующие, сопрягающие, закрепляющие конкретные связи.

Установление конкретных связей в ТС в информационном виде при проектировании ТП в САПР на данный момент осуществляется вручную.

При рассмотрении полной ТС (с заготовкой) как общие, так и конкретные связи должны содержать сведения, определяющие все разновидности связей в ТС, как показано на рис. 4.

Ориентирующие связи. При описании СТО и заготовки, применяемых в ТС на технологической операции, нужно выбрать такую систему отсчета, по отношению к которой все объекты одной сборки будут ориентироваться одинаковым способом и однозначно. Такая система отсчета называется глобальной.

Для дальнейшего изложения следует ввести некоторые определения.

Первичным автоматическим ориентированием объекта сборки в материальном виде называется приведение объекта от произвольного положения вначале в первое устойчивое, точно определенное, положение относительно некоторых определяющих поверхностей или заменяющих их совокупностей точек [2]. При информационном описании объекта сборки под определяющими поверхностями будем понимать основные базовые поверхности объекта. Под первичным ориентированием будем понимать приведение объекта сборки в глобальную систему координат (ГСК). Объект должен помещаться в ГСК на свои основные базовые поверхности с учетом расположения исполнительных поверхностей по определенным правилам.

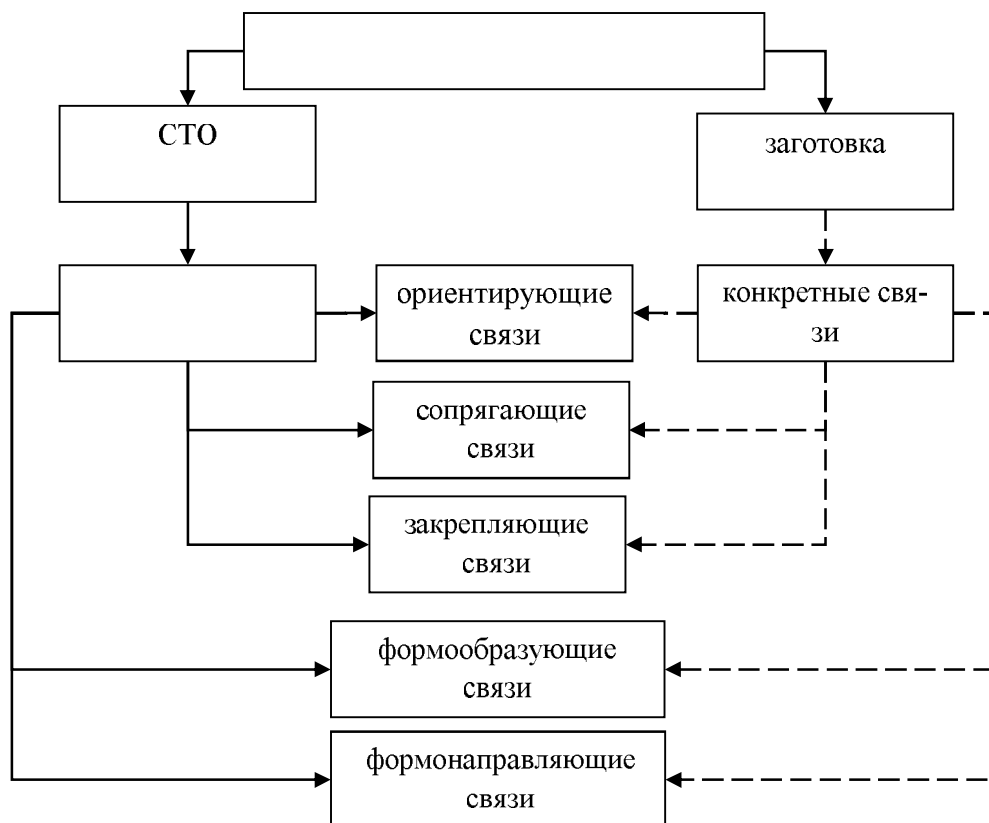


Рис. 4. Виды связей между элементами ТС

Вторичным автоматическим ориентированием объекта сборки в материальном виде называется последовательный перевод объекта сборки от одного устойчивого положения на определяющих поверхностях к другому до тех пор, пока объект не будет приведен в какое-то одно, заранее заданное положение. При информационном описании объекта сборки под вторичным ориентированием будем понимать определение тактов автоматического ориентирования объекта сборки (типовой такт автоматического ориентирования – это поворот на 90°), т. е. приведение объекта из ГСК в сборочное положение [3] для осуществления сборки несомого объекта с несущим объектом: станка с инструментальной оснасткой, инструментальной оснастки с инструментом, станка с приспособлением.

Оба элемента парного кортежа ТС должны обязательно пройти первичное ориентирование. Вторичное ориентирование в парном кортеже ТС всегда осуществляется только для несущего элемента парного кортежа ТС. Именно для него можно однозначно рассчитать такты вторичного автоматического ориентирования в зависимости от ориентации посадочного места под несомый элемент относительно ГСК несущего элемента. Этот такт вторичного ориентирования (математически представляет матрицу) является одинаковым для всех несомых элементов всех воз-

можных парных кортежей ТС, которые могут быть образованы с заданным несущим элементом.

Если собирается ТС из нескольких последовательных кортежей СТО, то такты автоматического ориентирования всех последовательных кортежей складываются (математически это можно записать как перемножение матриц). Полученный суммарный такт показывает, как будет ориентирован несомый элемент n -ного ранга относительно несущего элемента нулевого ранга.

Формообразующие и формонаправляющие связи. Оптимизационная задача выбора СТО имеет своей целью формообразование заданных поверхностей заготовки. Общая связь превращается в конкретную только после сравнения ее с поверхностями заготовки, которые можно обработать с применением рассматриваемой последовательности парных кортежей СТО.

Процесс формообразования, как и любой другой функциональный процесс объекта, удобно описывать в собственной системе координат объекта (ССК). ССК служит для обеспечения формообразования, при этом главное движение резания (это всегда вращение шпинделя) – формообразующее, обеспечивает движение по образующей, а движение подачи – формонаправляющее, обеспечивает движение по направляю-

щей. В данной работе процесс формообразования не рассматривается.

Выводы. Рассмотрев классификацию связей в технологических системах механической обработки, можно сформулировать общие требования к единому информационному описанию элемента ТС автоматизации сборки элементов технологических систем в БД САПР ТП:

– конструкция каждого элемента ТС (станка, приспособления, инструмента, заготовки) должна быть расчленена на отдельные функциональные блоки (узлы), отвечающие за осуществление сборки несомых и несущих объектов и формообразование, такие, как: ориентирующие, сопрягающие, направляющие, формонаправляющие, формообразующие;

– информация о функциональных свойствах элементов ТС должна быть представлена в виде кода, обеспечивающего привязку элементов ТС друг к другу (приспособления к станку, инструмента к приспособлению и т.д.);

– код элемента ТС должен формироваться автоматически и сохраняться в БД САПР;

– методика кодирования СТО должна обладать универсальностью и строгой, заранее

определенной иерархической структурой, определяющей кодирование основных конструктивных особенностей;

– методика кодирования должна давать возможность проведения дополнения и изменения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролова И.Н., Люлина Т.С., Ларионов И.С. Выбор глобальной системы координат для элементов средств технологического оснащения / Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева №1 (103), НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2014. С. 98.

2. Медвидь М.В., Автоматические ориентирующие загрузочные устройства и механизмы. М.: МАШГИЗ, 1963. 299 с.

3. Климчик А.С., Гомолицкий Р.И., Фурман Ф.В., Сёмкин К.И., Разработка управляющих программ промышленных роботов: Курс лекций. Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2008. 131 с.

Frolova I.N.

COMMUNICATION IN TECHNOLOGICAL SYSTEMS MACHINING

The practice of modern production shows that, despite the active development of computer-aided design processes, more efficient use of technological equipment remains an urgent task. The application not only Russian, but also the import of technological equipment to be automated linkages between elements of technological equipment in the database computer-aided design of technological processes on the basis of the description of a single information tool accessories and machine model. This will significantly reduce the range of technological equipment used in the design of TA.

Key words: concrete ties, shared communication orienting communication, shaping communications carried by the carrier and assembly facility, the primary and secondary auto-orientation, global and private coordinate system.

Фролова Ирина Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования машиностроения.

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева.

Адрес: Россия, 603950, Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24.

E-mail: friririk@mail.ru