

последнего. Кроме вышеприведенных параметров затяжки (для первого режима работы) за счет использования электросекундомера регистрируется и временная взаимосвязь между всеми контролируемыми параметрами. При необходимости производится регулировка мощности (развиваемого крутящего момента) гайковерта.

Если есть необходимость измерений фактической частоты вращения шпинделя испытываемого гайковерта, тогда включается индукционный датчик 30 (рисунок 2), связанный с тахометром.

3. Режим имитации эксплуатационных нагрузок.

Для оценки степени ослабления резьбового стыка за какой-либо промежуток времени после завершения затяжки болта на резьбовой узел «накладывают» возможную эксплуатационную нагрузку. Для этого включают пневмомолоток 32, создающий вибрационные колебания, и в результате воздействия ударника молотка на втулку 18 происходит передача колебаний на резьбовой стык. Через некоторое время происходит самотвинчивание гайки 15, о величине которого судят по изменению угла поворота указателя 42 относительно шкалы 43, проградуированной в градусах (рисунок 2).

Таким образом, применение подобных диагностических стендов позволяет повысить качество выполнения операций сборки резьбовых соединений за счет более тщательного выполнения стадии подготовки производства, а также «просмотра» поведения резьбового узла в начальной стадии эксплуатации.

Стенд пригоден для использования в диапазоне метрических резьб М6-М42 для гайковертов статического действия любой мощности.

Литература

1. Сборка и монтаж изделий машиностроения: Справочник в 2-х т. /Под ред. В.С. Корсакова и В.К. Замятина.- М.: Машиностроение, 1983.- 480 с.
2. Затяжка и стопорение резьбовых соединений: Справочник / Г.Б. Иосилевич, Г.Б. Строганов, Ю.В. Шарловский.- М.: Машиностроение, 1985.- 224 с.
3. Ланщиков А.В., Моисеев В.Б. Технология и оборудование автоматизированной сборки резьбовых соединений: (Монография) – Пенза, Пенз. гос. ун-т, 1999.– 260 с.
4. Положительное решение ФИПС от 20.03.08 г. о выдаче патента РФ по заявке № 2006139224/28 (042770) «Контрольно-диагностический стенд» (МКП – G 01 L5/24, G 01 M 7/04/), авторы: Ланщиков А.В., Моисеев В.Б., Волков В.В., Селиверстов А.А.

Определение эффективности автоматизированной системы сборки шаговых электродвигателей в серийном производстве

к.т.н., доц. Малышев Е.Н., Бысов С.А.

Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана

При существующем производстве шаговых электродвигателей (ШД) до 80...85% трудозатрат приходится на сборочные операции*, поэтому в первую очередь именно здесь следует искать резервы для повышения производительности их изготовления.

Одним из направлений повышения эффективности сборки является автоматизация. Применение средств автоматизации и прогрессивных методов сборки на промышленных предприятиях обеспечивает нередко увеличение производительности труда на 70...80% по сравнению с механизированной сборкой и в 4...10 раз по сравнению с ручной.

К автоматизированной системе сборки шаговых электродвигателей предъявляются следующие требования:

- гибкость по номенклатуре изделий;
- обеспечение заданной производительности;
- обеспечение заданного уровня качества;

* По данным ФГУП «Калужский завод телеграфной аппаратуры»

- высокая надежность сборочной системы;
- эргономичность рабочих мест сборщиков;
- простота внедрения автоматизированного оборудования в действующее производство;
- экономическая эффективность системы в целом.

Чтобы уменьшить затраты на сборочную систему, конструкция соединяемых деталей должна отвечать требованиям технологичности, специфичным для автоматической сборки изделий. Технологичность конструкции ШД в этом смысле ухудшает:

- наличие гибких деталей (электропроводов), чьи формы связей с устанавливаемыми деталями и узлами отличаются неопределенностью;
- не всегда возможно эффективно автоматизировать все технологические переходы, например коммутацию обмоток и проводов;
- высокие требования к точности относительного положения деталей и узлов (до 0,01 мм), что ведет к усложнению и удорожанию автоматического сборочного оборудования.

Специализированные и гибкие автоматизированные сборочные системы имеют стоимость одного порядка [1, 2, 3], поэтому выбор того или иного вида сборочной системы должен определяться, в первую очередь, показателями их гибкости и производительности.

Производительность сборочной системы зависит от быстродействия и точности рабочего органа, качества изготовления соединяемых деталей и узлов, содержания выполняемых сборочных операций, эффективности работы периферийного оборудования: питателей, транспортных устройств, подсистем очувствления и средств технического контроля.

Важными характеристиками производительности сборочной системы является время, затрачиваемое на запуск, перезапуск, остановку и восстановление после сбоев работы системы, вызванных авариями, отключениями энергии, обнаружением брака и т.д., и время на переналадку системы при изменении номенклатуры собираемых изделий.

Длительность сборочных рабочих циклов, например, в электротехнической промышленности [1] в подавляющем большинстве случаев не превышает 3 минут (рис. 1), поэтому время на переналадку сборочного оборудования при переходе на сборку нового изделия должно быть значительно меньше времени, необходимого на сборку серии изделий N_i , запускаемых в производство, или:

$$N_i > N_1, \quad (1)$$

где: N_1 - количество изделий, которое может быть собрано вручную за время, затрачиваемое на переналадку автоматизированной сборочной системы.

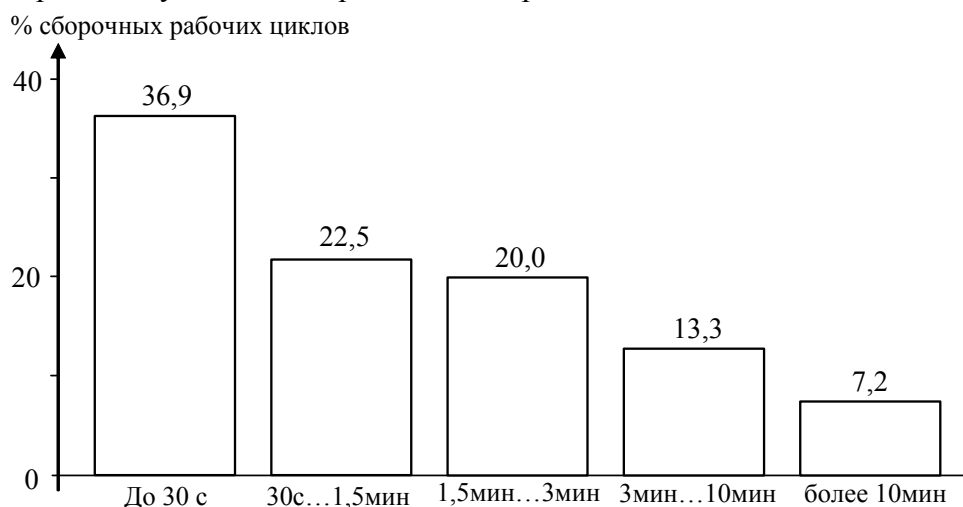


Рис. 1. Длительность сборочных рабочих циклов в электротехнической промышленности.

Такт выпуска, являющийся характеристикой производительности сборочной системы, состоящей из K сборочных позиций, изолированной от остального производства буферными накопителями, можно определить [1] по формуле:

$$T = (NK_s T_C + NKK_s P_q T_d + T_{St}) / N, \quad (2)$$

где: N – программа выпуска изделий за заданный период времени (например, годовая программа выпуска);

K_s – количество переходов, выполняемых на одной сборочной позиции;

T_C – синхронизированное время выполнения одного сборочного перехода;

P_q – коэффициент, характеризующий частоту переключения состояния системы по причине сбоев в ее работе;

T_d – средняя продолжительность устранения сбоя;

T_{St} – время на переналадку системы.

В серийном производстве [1]:

$$T = K_s T_C + KK_s P_q T_d + \frac{T_{St}}{N_i}, \quad (3)$$

где: N_i – величина серии изделий, запускаемых в производство.

Соотношение (3) справедливо и в том случае, когда каждая сборочная позиция изолирована с помощью T_d/T_C или более буферных накопителей и $K = 1$.

Приравнявая второй и третий члены равенства (3) и разрешая относительно N_i , получаем:

$$N_i = \frac{T_{St}}{KK_s P_q T_d} \quad (4)$$

Равенство (4) определяет критический размер серии собираемых изделий, при котором время переналадки становится сопоставимым со временем на устранение сбоев сборочной системы. Далее N_i , определенное по соотношению (4), обозначим N_3 .

Приравнявая первый и третий члены равенства (3) и разрешая относительно N_i , получаем:

$$N_i = \frac{T_{St}}{K_s T_C} \quad (5)$$

Это равенство определяет критический размер серии N_2 , при котором время, необходимое на сборку этой серии, равно времени, затраченному на переналадку сборочной системы (коэффициент загрузки сборочной системы $K_3 = 0,5$).

Таким образом, чтобы применение автоматизированной системы сборки в серийном производстве было эффективным, необходимо, чтобы величина запускаемых в производство серий N_i была больше N_1 ($N_i > N_1$), и достаточно, чтобы значение N_i было близко или

больше N_2 и N_3 $\left(N_i \geq \begin{cases} N_2 \\ N_3 \end{cases} \right)$.

На рис. 2 показан гибридный четырехфазный шаговый электродвигатель с угловым шагом $1,8^\circ$. Шаговый двигатель (ШД) – это электрический двигатель, преобразующий вход-

ной электрический импульсный сигнал в дискретные угловые или линейные перемещения ротора двигателя с возможной фиксацией его в определенных положениях.

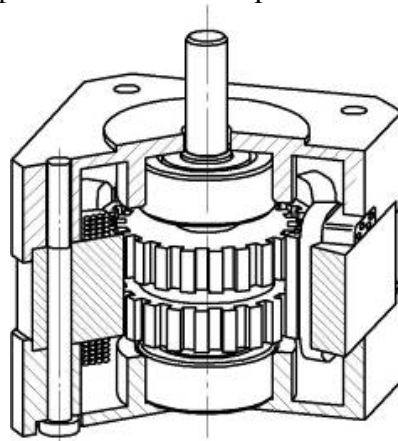


Рис. 2. Шаговый электродвигатель.

В соответствии с назначением такие двигатели выпускают с различным конструктивным и размерным оформлением выходной ступени вала (цилиндрическим или коническим, с внутренним резьбовым отверстием и без него, с коническими и цилиндрическими отверстиями, оси которых расположены соосно относительно посадочной ступени или перпендикулярно оси вала), с широким диапазоном и различным соотношением размеров деталей и габаритными размерами.

Рост потребности в электродвигателях малой мощности в отраслях машиностроения одновременно сопровождается обновлением их типоразмеров, поэтому актуальной является задача создания средств технологического оснащения, значительно снижающих сроки переналадки автоматизированных сборочных систем в условиях серийного многономенклатурного производства изделий.

Для решения этой задачи была спроектирована гибкая автоматизированная система сборки шаговых электродвигателей в условиях серийного производства (рис. 3), разработана необходимая сборочная оснастка, определены методы и средства гибкой автоматизации сборочных операций.

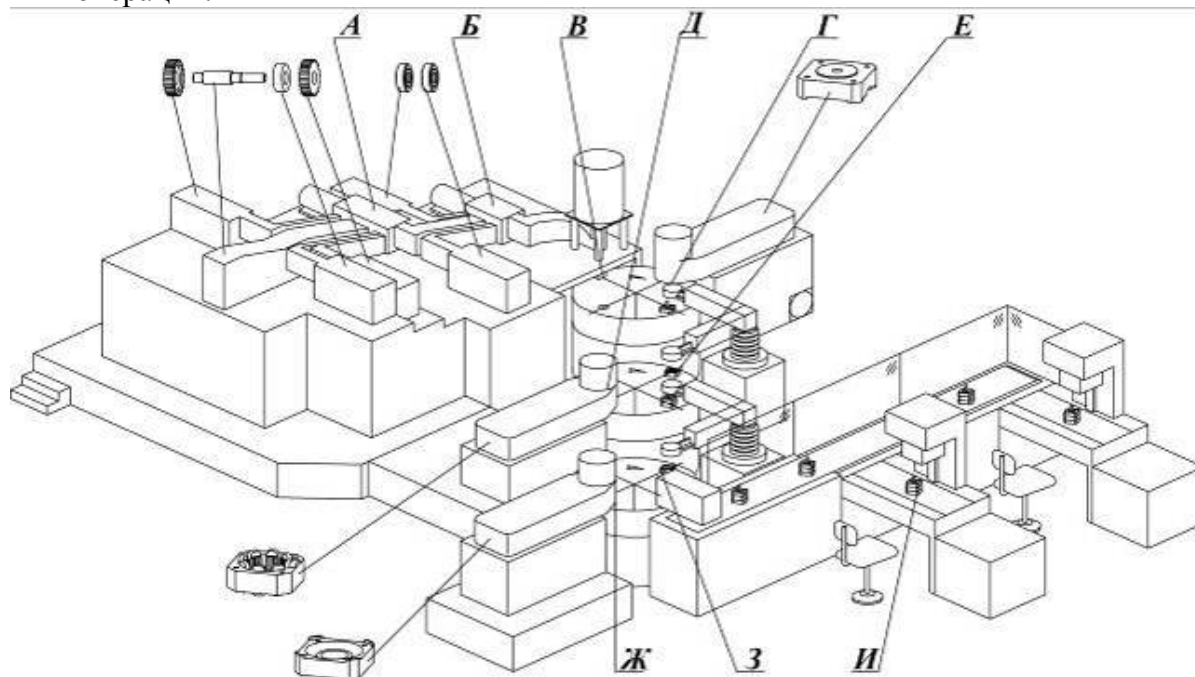


Рис. 3. Гибкая автоматизированная система сборки шаговых электродвигателей.

В табл. 1 приведены показатели спроектированной автоматизированной системы сборки шаговых двигателей. В соответствии с этими данными для расчетов приняты следующие значения показателей: $K_s = 1$; $P_q = 0,001$; $T_c = 6$ с; $T_d = 120$ с; $T_{st} = 600$ с.

Таблица 1.

Затраты времени на выполнение сборочных и транспортных операций при сборке шаговых электродвигателей на гибкой автоматизированной сборочной линии.

Позиция по рис.2	Содержание работ	Транспортно-накопительные устройства	Время выполнения сборочных работ (транспортирования), с	Время переналадки оборудования, с
		Магазины с питателями	-	170-200
А	Соединение вала ротора с магнитом и сердечниками ротора		4-5	-
		Магазины с питателями, накопители	-	150-180
Б	Установка подшипников на вал ротора		4-5	-
		Скат	2-5	200-210
В	Установка ротора в сборочное приспособление		3-5	-
		Стол поворотный	1-3	-
		Магазин с питателем	3-4	120-160
Г	Установка на ротор крышки верхней			-
		Магазин с питателем	3-5	160-200
Д	Установка статора в сборочное приспособление			0-40
		Стол поворотный	1-3	-
		ПР-Манипулятор	2-5	-
Е	Установка ротора с верхней крышкой в статор			-
		Стол поворотный	1-3	-
		Магазин с питателем	3-5	-
Ж	Установка крышки нижней в сборочное приспособление			-
		Стол поворотный	1-3	-
		ПР-Манипулятор	2-5	-
З	Установка собранного ранее узла в крышку нижнюю			-
		ПР-Манипулятор	2-3	-
		Конвейер	3-5	-
И	Установка и завинчивание крепежных винтов		7-12	-
			Синхронизирующая длительность сборочного цикла $T_c = 6$ с	Общее время на переналадку сборочной системы $T_{st} = 360 \dots 600$ с $= 6 \dots 10$ мин

На рис. 4 показано влияние величины серии собираемых шаговых двигателей N_i на время сборки одного изделия (такт выпуска) T посредством спроектированной сборочной

системы.

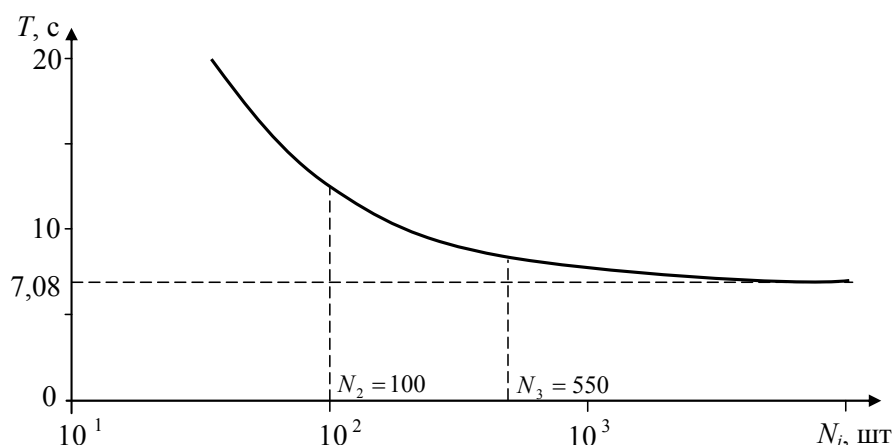


Рис. 4. Влияние величины серии собираемых шаговых двигателей N_i на такт выпуска изделий T посредством спроектированной сборочной системы.

Заключение

Рассмотренная методика позволяет определить эффективность внедрения и использования спроектированной автоматизированной сборочной системы шаговых электродвигателей с точки зрения производительности. В результате выполненных расчетов определено: $N_1 = 6$ шт – количество изделий, которое может быть собрано вручную за время, затрачиваемое на переналадку спроектированной автоматизированной сборочной системы; $N_2 = 100$ шт – величина запускаемой в производство серии изделий, при котором время переналадки спроектированной сборочной системы при переходе к новому изделию становится сопоставимым с временем, затрачиваемым на сборку всей серии; $N_3 = 550$ шт – величина запускаемой в производство серии изделий, при котором время переналадки спроектированной сборочной системы становится сопоставимым со временем на устранение сбоев в ее работе. Таким образом, сборка на спроектированной автоматизированной системе становится эффективной, если величина запускаемой в производство партии изделий одного наименования и типоразмера превышает 550 шт.

Литература

1. Гибкие сборочные системы / Под ред. У.Б. Хегинботамы. – М.: Машиностроение, 1988. – 400 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Т. III-5: Технология сборки в машиностроении / А.А. Гусев, В.В. Павлов, А.Г. Андреев и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. 2001. – 640 с.
3. Храбров А.С. Совершенствование процессов автоматизации сборочных работ. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение. 1979. – 230 с.

Технологическое обеспечение качества изделий в сборочном производстве

д.т.н., с.н.с. Медарь А.В.
ФГУП «НПО «Техномаш»

Эффективность функционирования изделия определяется эксплуатационными условиями и качеством самого изделия (рис. 1). Если эксплуатационные условия играют по отношению к изделию роль внешних возмущений в процессе его функционирования, то качество изделия целиком формируется в процессе его производства.

Технико-экономическое понятие «качество изделия» в отличие от философского понятия «качество», охватывает только те свойства изделия, которые связаны с возможностью