

Следует отметить, несмотря на хорошую точность размеров деталей, обеспечиваемых SLS-технологией, ее применение ограничено некоторым снижением механических и триботехнических свойств [9], ограничивающим применение деталей.

Дальнейшее развитие технологии идет по пути внедрения новых материалов, улучшению физико-механических свойств изделий, повышения качества и точности формируемых изделий.

Литература.

1. Багров, В. В. Программно-аппаратный комплекс по селективному лазерному спеканию / В. В. Багров, Н. А. Климов, С. В. Нефедов, А. Л. Петров, В. И. Щербаков, И. В. Шишковский // Известия Самарского научного центра РАН. – 2003. – Т.5. – № 1. – С. 55-64.
2. Бирбраер, Р. Быстрое прототипирование из ABS в современном литейном производстве точных изделий / Р. Бирбраер, А. Колмаков, В. Столповски // САПР и графика, №3, 2004. – <http://sapr.ru>.
3. Болдырев, В. В. Механохимия и механическая активация твердых веществ / В. В. Болдырев // Успехи химии. – 2006. – Т.75. – №3. – С.203-216.
4. Болдырев, В.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ / В. В. Болдырев. – Новосибирск: Наука, 1983. – 65 с.
5. Витязь, П. А. Лазерная термообработка порошковых железуграфитовых композиций / П. А. Витязь, В. С. Ивашко // Порошковая металлургия. – 1994. – № 8. – С. 54– 60.
6. Григорянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А. Г. Григорянц. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
7. Гуреев, Д. М. Селективное лазерное спекание биметаллических порошковых композиций / Д. М. Гуреев, А. Л. Петров, И. В. Шишковский // Физика и химия обработки материалов. – 1997. – № 6. – С. 92-97.
8. Гутман, Э. М. Механохимия металлов и защита от коррозии / Э. М. Гутман. – М.: Металлургия, 1981. – 271 с.
9. Ермаков, С. М. Математическая теория оптимального эксперимента: учебное пособие / С. М. Ермаков, А. А. Жиглявский. – М.: Наука, 1987. – 320 с.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

*Е.А. Иванько, студентка группы 10390,  
научный руководитель: Зайцев К.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Технический контроль является важнейшей частью системы управления качеством продукции на машиностроительном предприятии. Система технического контроля (объекты технического контроля, контрольные операции и их последовательность, техническое оснащение, режимы, методы, средства механизации и автоматизации контрольных операций) является неотъемлемой частью производственного процесса. Отдельные элементы системы разрабатываются одновременно с разработкой технологии производства и в обязательном порядке фиксируются в технологической документации [1].

В системе технологической подготовки производства технический контроль является неотъемлемой составной частью технологического процесса изготовления и ремонта изделия и разрабатывается в виде процесса технического контроля или операции технического контроля. Затраты на контроль в некоторых отраслях превышают 50% от себестоимости продукции. В металлообрабатывающей промышленности они составляют 8-15% затрат производства, причем 90-95 % этих затрат относятся к контролю линейных и угловых размеров. Затраты времени на разработку технологии контроля одной детали составляют в зависимости от ее сложности от 5-6 часов до нескольких недель. Затраты времени на контроль этой детали составляют от 40 мин до нескольких часов. Например, при изготовлении поршневого авиационного двигателя выполняют 130 тысяч операций, из них 50 тысяч операций контрольно-измерительные. Трудоемкость контроля деталей двигателя составляет до 35 % трудоемкости их механической обработки. На каждую тысячу наименований деталей и сборочных единиц приходится в среднем не менее 3-х тысяч операций контроля [1].

Технический контроль должен охватывать весь технологический процесс для предупреждения с заданной вероятностью пропуска дефектов заготовок, деталей и сборочных единиц при последую-

щем изготовлении изделий. Кроме того, операции технического контроля должны предусматривать получение информации для регулирования технологического процесса.

Контрольно-измерительные приспособления являются специальными производственными средствами измерения и контроля, представляющие собой конструктивное сочетание базирующих, зажимных и измерительных устройств. Основными требованиями, предъявляемыми к контрольно-измерительным приспособлениям являются следующие: обеспечение оптимальной точности и производительности контрольных операций, удобство в эксплуатации, технологичность в изготовлении, износоустойчивость, экономическая целесообразность.

Контрольно-измерительные приспособления классифицируются следующим образом:

1. По принципу работы и характеру используемых измерительных устройств: отсчётные со шкальными измерителями (индикаторами часового типа, пневматическими измерителями), с помощью которых определяют численные значения измеряемых величин; предельные с бесшкальными измерителями (жесткими калибрами, щупами и т. п.), используемые для сортировки деталей на годные и брак; с комбинированными измерителями (электроконтактные датчики с отсчетными шкалами) позволяют сортировать детали по предельным размерам и оценивать действительные значения контролируемых параметров.
2. По габаритам, условиям работы и числу контролируемых параметров: стационарные, переносные, одномерные, многомерные.
3. По технологическому назначению: приспособления операционного контроля, приемочные (для приемки заготовок, готовых деталей и сборочных единиц), активного контроля, приспособления для контроля правильности наладки и протекания техпроцесса, приспособления для механизации и автоматизации статистического контроля.

На начальном этапе проектирования технологии контроля рекомендуется изучить опыт контроля деталей аналогов в близких условиях производства. Анализ действующих единичных, типовых и групповых процессов технического контроля необходимо производить с указанием схем и средств контроля, оценкой точности, производительности и экономической эффективности.

При разработке маршрута контроля необходимо иметь в виду, что технический контроль должен охватывать весь технологический процесс, а его результаты обеспечить своевременное выявление и устранение попадания дефектных заготовок, деталей и сборочных единиц на последующие этапы изготовления.

В общем виде маршрут технического контроля должен содержать: входной контроль материалов, полуфабрикатов и заготовок (марки материала, геометрических и физико-химических параметров, внешних и внутренних дефектов, клейм и др.); операционный контроль деталей или сборочных единиц; специальный контроль деталей и сборочных единиц в специализированных пунктах (геометрических, физико-химических или функциональных параметров, внутренних дефектов объектов контроля); приемочный контроль партий деталей или сборочных единиц по геометрическим и функциональным параметрам, внешнему виду, наличию клейм и документации.

В целях уменьшения объема контрольных работ и повышения надежности контроля рекомендуется следующая последовательность контрольных операций при проверке деталей: наружный осмотр на предмет проверки законченности всех предшествующих операций и переходов технологического процесса и отсутствия заусенцев или загрязненности; проверка качества поверхностей (шероховатости) визуальным сравнением с установленными образцами или образцовыми деталями; выявление возможных видимых дефектов или механических повреждений (трещин, пористости, раковин, шлаковых включений, забоин, вмятин, рисок); проверка качества материала специальными методами; проверка наиболее ответственных геометрических размеров; проверка отклонений формы и расположения поверхностей с помощью специальных контрольных приспособлений или приборов; проверка неотчетливых элементов деталей, имеющих сравнительно большие допуски. В первую очередь следует выполнять менее трудоемкие контрольные операции с тем, чтобы не затрачивать лишнего времени на дальнейшую проверку заведомо дефектных деталей по другим параметрам. Отклонения от технических условий по неотчетливым параметрам качества деталей часто не являются причиной их окончательного забраковывания и поэтому их контроль может осуществляться в последнюю очередь.

На этом этапе проектирования определяют номенклатуру геометрических или функциональных параметров заготовки, детали или сборочной единицы, для которых будут разрабатываться опе-

рации технического контроля. Для этого анализируют маршрут технического контроля и параметры качества продукции устанавливаемые техническими условиями. Следует отдавать предпочтение проверке наиболее ответственных параметров качества деталей и сборочных единиц (размерам, отклонениям формы и расположения поверхностей) с жесткими допусками на изготовление и сборку, так как при обнаружении отклонений от допусков деталь или сборочная единица дорабатывается или окончательно бракуется.

Целесообразность сплошного или выборочного контроля должна быть экономически обоснована отдельно для каждого признака или группы признаков.

Наиболее часто используемые схемы контроля параметров качества продукции приведены в справочной литературе [2-4]. Выбор средств контроля основывается на обеспечении заданных показателей процесса технического контроля при условии минимальных затрат на его реализацию. К обязательным показателям процесса контроля относят точность измерения, достоверность, трудоемкость и стоимость контроля. Кроме того, учитывают объем, полноту, периодичность, продолжительность и другие показатели контроля [5].

Применение специальных средств контроля (приспособлений и оборудования) целесообразно при отсутствии стандартизованных и универсальных средств контроля и в случаях, если оправдано экономически, а также из-за преимуществ в точности, надежности и производительности. Точность средств контроля должна быть примерно на порядок выше точности контролируемого параметра изделия.

Точность показаний контрольно-измерительных приспособлений определяется суммарной погрешностью измерений, состоящей из систематических и случайных составляющих. Суммарная погрешность может составлять 8-30 % допуска контролируемого параметра. Ее величина зависит от назначения изделий и может быть равна: для ответственных изделий (авиационная техника) - 8 %, для менее ответственных - 12,5 %, для остальных 25-30 % [1].

В настоящее время существует ряд методик расчета суммарной погрешности измерений [1, 3], которые в подавляющем большинстве случаев отличаются лишь степенью детализации определения отдельных составляющих погрешности. Причем эти составляющие могут быть получены экспериментальным путем, по справочным данным или расчетом. Для наиболее ответственных контролируемых параметров детали приводится расчет суммарной погрешности измерений, которая сравнивается с допуском (допускаемая погрешность измерения) на контролируемый параметр и на основании этого делается заключение о целесообразности использования выбранного или спроектированного средства контроля.

Расчеты эффективности технического контроля проводятся по соответствующим методикам, рекомендованным к использованию на базовых предприятиях, а также в [1, 6].

По данным [6] расчетную оценку экономической эффективности проводят редко, например, при создании системы контроля для автоматизированного производства. Для нее необходимо получить данные о технической эффективности, то есть о величине доли неправильно принятых и неправильно забракованных деталей, о стоимости брака как исправимого, так и окончательного, и о стоимости возмещения при рекламации, а затем подсчитать общий объем потерь. После этого подлежит минимизации сумма этих потерь и затрат на систему контроля.

Литература.

1. Технический контроль в машиностроении: Справочник проектировщика / Под общ. ред. В.Н. Чупырина, А.Д. Никифорова. М.: Машиностроение 1987. 512 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. - М.: Машиностроение. Измерения, контроль, испытания и диагностика. Т.1 В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, В.Н. Филинов и др. 1996. -464 с.
3. Металлорежущие системы машиностроительных производств: Учеб. пособие / О.В. Таратынов, Г.Г. Земсков, И. М. Баранчукова и др.; Под ред. Г.Г. Земскова, О.В. Таратынова. - Высшая школа, 1988. - 464 с.
4. Справочник металлиста. В 5 т. Т. 4. / Под ред. М.П. Новикова и П.Н. Орлова. М.: Машиностроение, 1977. - 720 с.
5. Тайц Б.А., Марков Н. Н. Точность и контроль зубчатых передач. Л.: Машиностроение, 1978. 136 с.
6. Чудов В.А., Цидулко Ф.В., Фридгейм Н.И., Размерный контроль в машиностроении. М.: Машиностроение, 1982. 328 с.