

Заключение

Результаты проведенных в ОАО «НИИТавтопром» теоретических и экспериментальных исследований в области технологий быстрого прототипирования показывают их существенные преимущества для создания систем КИПр-Литье, что позволяет:

- а) снизить расходы при организации производства новой техники;
- б) значительно ускорить сроки разработки техники по отдельным заказам;
- в) сократить время разработки, тестирования и организации производства;
- г) уменьшить производственные площади.

Выявлены литейные технологии, наиболее оптимальные с точки зрения применимости к задачам методов быстрого прототипирования (RP) и определены соответствующие RP-методы для каждой из этих технологий.

Создание Web –сайта для управления системой КИПр-литье на основе предложенных технических требований будет способствовать объединению и упорядочению информационных ресурсов, обеспечивать доступ к системной информации по использованию технологий быстрого прототипирования для ускоренного изготовления образцов и малых серий литых деталей.

Деформация деталей при изготовлении

д.т.н. Зинченко В.М, к.т.н. Гладков В.И., Круглов С.М.
МГТУ «МАМИ», ОАО «НИИТавтопром»

Проблема повышения надежности и долговечности автотракторной техники выдвигает на первый план задачу обеспечения стабильности на предельно высоком уровне всех требуемых свойств деталей, механизмов, узлов.

Основная причина значительных колебаний прочности и долговечности различных деталей при их эксплуатации связана с отклонениями в ходе процессов формирования свойств деталей при изготовлении и упрочнении, а возможности влияния на эти процессы ещё недостаточно разработаны. При этом нестабильность свойств деталей как раз и есть важная задача исследований действительного существования процессов, происходящих в деталях при их производстве.

Для устранения отрицательных явлений, касающихся эксплуатационных свойств деталей, необходимо стремиться к полноте знаний о прозрачности технологических процессов, то есть выявить все факторы, действующие во время их осуществления, даже в течение самого непродолжительного времени, и сделать их контролируемыми и управляемыми.

Усложнение условий эксплуатации (повышение нагрузок, скорости, экономичности, экологичности и др.) требует повышения точности деталей, что позволит резко увеличить долговечность механизмов, узлов и продукции в целом. Об этом свидетельствуют многочисленные примеры. Здесь приведем только два из них: снижение погрешности поверхностей подшипников с 2,5 до 1,0 мкм повышает их контактную выносливость в 3 раза; повышение точности формы шеек коленчатого вала с 10 до 6 мкм повышает долговечность вкладышей подшипников в 2,5 – 4 раза [1].

В настоящее время принято считать, что основные отклонения размеров и формы деталей от номинальных, прежде всего, обусловлены неточностью изготовления при механической обработке и деформацией деталей в процессе их окончательной термической и химико-термической обработки. Эти отклонения можно фиксировать только после появления детали, поэтому её размеры и формы контролируются после осуществления указанных этапов процесса изготовления.

На рис. 1 приведены экспериментальные результаты определения изменения размеров посадочного отверстия цилиндрических косозубых зубчатых колес, изготовленных из стали 18 ХГТ после механической и химико-термической обработки (цементация, закалка и отпуск). Видно, что на этапе химико-термической обработки проявляется большая часть общей деформации деталей и их нестабильность. Такой принятый на практике принцип определения и оценки точности различных готовых деталей только по результатам механической и

термической обработок акцентирует основные усилия разработчиков на совершенствовании указанных процессов. В том числе предпринимаются меры:

- в механической обработке – по повышению точности и жесткости оборудования, режущего инструмента, приспособлений, совершенствование режимов резания;
- в термической обработке - по разработке нового оборудования, позволяющего автоматизировано управлять параметрами обработки, такими как температура, скорости нагрева и охлаждения, среда в печном пространстве.

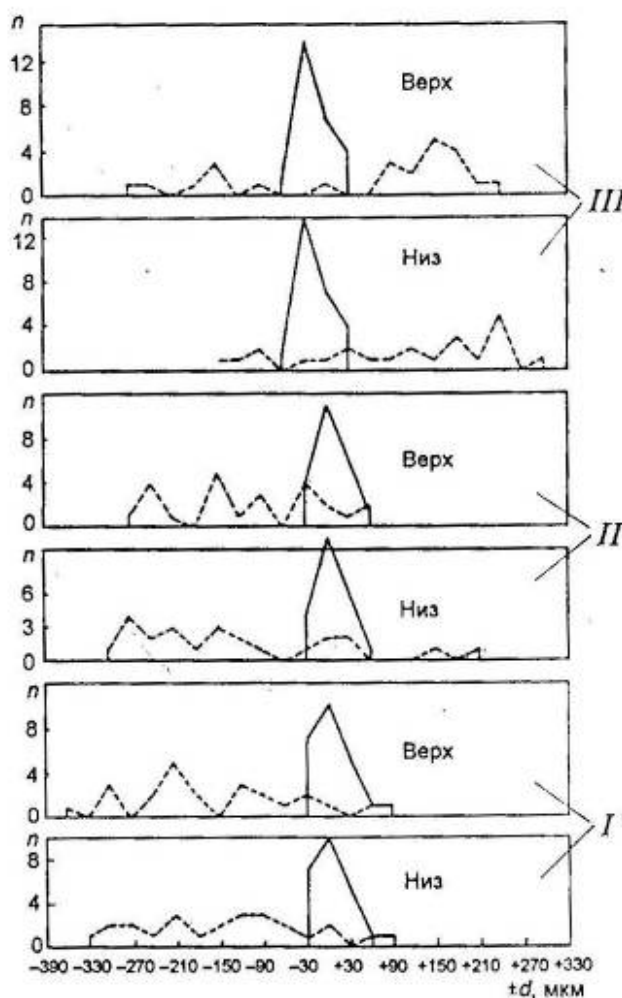


Рис. 1. Колебания диаметра посадочного отверстия цилиндрического косозубого колеса из стали 18ХГТ в верхнем и нижнем сечениях на стадии изготовления (сплошные линии) и после ХТО (штриховые линии) для трех (I - III) партий деталей.

Однако следует обратить внимание, что окончательная величина деформации и коробления деталей зависит не только от вышеуказанных технологий, но и от многих факторов, действующих в течение всех этапов изготовления, включая химический состав материалов, производство заготовок ковкой и штамповкой, их термическую обработку перед металлорежущими процессами. Поэтому при определении требований к окончательным свойствам готовых деталей следует учитывать, что именно на этих этапах производства в значительной степени формируется склонность будущей детали к деформации. Так, неточность поковок для цилиндрического зубчатого колеса редуктора ведущего моста грузового автомобиля (сталь 18 ХГТ, модуль 6 мм) увеличивает биение торцов в 4 раза, непараллельность торцов - в 1,5 раза, эллипсность отверстия - в 1,4 раза [2].

Выполненная ранее [2] количественная оценка вклада в общую деформацию готовых деталей отдельных факторов, действующих в течение всего цикла изготовления, показала, что доля деформации, обусловленная механической обработкой составляет примерно 30%, и

ещё $\approx 30\%$ приходится на окончательную термическую и химико-термическую обработку. Остальные 40% общей деформации связаны с природой металла, поплавочным колебанием его химического состава, изменениями размера наследственного зерна, условиями штамповки (в том числе нагрева и охлаждения) и условиями термической обработки поковок перед механической обработкой (тип печи, вид обработки, условия нагрева и охлаждения деталей).

Приведенные данные показывают, что значительный резерв снижения и стабилизации деформации готовых деталей связан не только с технологиями изготовления при механической обработке и упрочнении при термической обработке, но также и с материалами, условиями производства поковок и их термической обработки для улучшения обрабатываемости резанием.

Склонность к деформациям деталей, обусловленная этими факторами, проявляется на последних стадиях производства вплоть до изготовления готовых деталей.

Процесс накопления деформации деталей во время их изготовления на основе учета общих закономерностей зависимости точности деталей от предыдущих состояний материала в связи с его обработкой на всех этапах производства можно представить схемой на рис. 2.

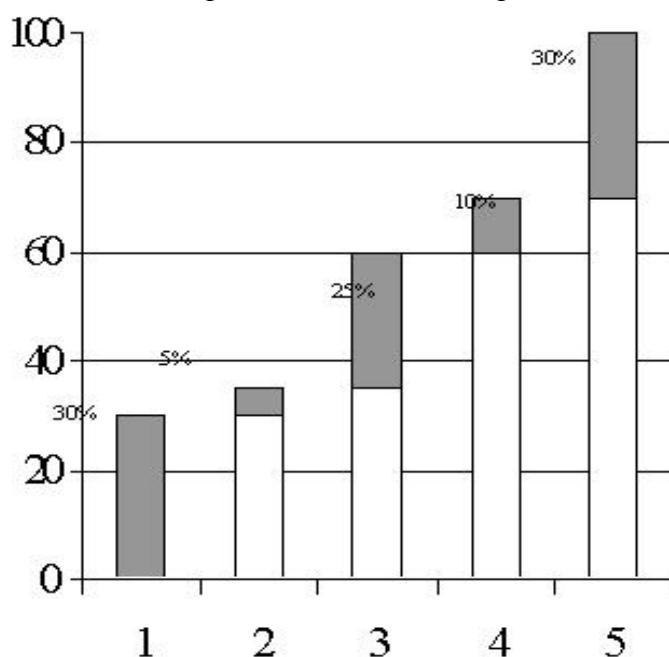


Рис. 2 Накопление деформации деталей в процессе их изготовления после: 1 - механической обработки; 2 - хранения и транспортировки; 3 - нагрева до температуры термической обработки; 4 - выдержки при термической (химико-термической) обработке; 5 – закалки.

В практике принято, что первые сведения об отклонениях размеров и формы деталей от номинальных, заданных конструктором, поступают при контроле после изготовления деталей механической обработкой заготовок (поковок, отливок). Зафиксированная на этой стадии изготовления деформация составляет, как уже отмечалось выше, примерно 30% от общей, окончательной деформации готовых деталей. Несмотря на то, что указанная часть деформации выявляется в результате механической обработки резанием, несовершенство этой технологии нельзя полностью считать причиной появления отклонений в размерах и форме изготовленных деталей. Следует учитывать, что на деформацию будущих деталей также оказывают заметное влияние многочисленные факторы, которые не связаны непосредственно с механической обработкой.

В качестве первой составляющей деформации отметим некоторые основные из них: изменения в структуре металла заготовок, вызванные колебаниями химического состава металла, прокаливаемость; нестабильность технологических параметровковки и штамповки (скорость нагрева заготовок и охлаждения поковок); неточность поковок, приводящая к из-

менению припуска на обработку; неоднородность и неравномерность микроструктуры поковок после их термической обработки. Все эти факторы влияют также на наклеп поверхностного слоя деталей в результате обработки резанием.

Вторая составляющая деформации появляется во время транспортирования деталей на последующие операции в результате релаксации остаточных напряжений, возникших при резании (особенно это может быть заметно при изготовлении прецизионных нежестких деталей).

Третья составляющая деформации (ее измерить в производстве невозможно) появляется во время нагрева деталей при термической обработке из-за изменений фазового состава и структуры деталей (рекристаллизация, образование новых фаз и структурных составляющих, снятие остаточных напряжений). Причины, приводящие к возникновению деформации деталей на этой операции нельзя полностью отнести к термической обработке, так как кроме отклонений, вызванных термическим расширением, влияют также и факторы предыдущих стадий обработки, такие как изменения химического состава и прокаливаемости материала, неточность поковок, изменение припуска, величина и распределение остаточных напряжений.

Четвертая составляющая деформации появляется в процессе выдержки при нагреве в ходе термообработки деталей, когда они прогреваются по всему объему. Эта деформация связана с фазовыми и структурными превращениями, а при химико-термической обработке также и диффузионным насыщением различными элементами (углеродом, азотом, бором, хромом и др.), которое сопровождается образованием новых структур и фаз.

Пятая составляющая деформации – самая значительная для термической обработки – появляется в результате резкого охлаждения при закалке и образования при этом новых структур, отличающихся удельным объемом от исходных.

Кроме того, на окончательное значение деформации деталей влияют релаксация остаточных напряжений в процессе транспортировки и хранения деталей до сборки, а также технологические напряжения при сборке деталей в узлы и агрегаты.

Заключение

Изложенное в статье показывает, что в общем технологическом процессе изготовления деталей нет исключительного этапа, качественное выполнение которого всегда обеспечит, независимо от предыдущих и последующих этапов, высокую и стабильную точность деталей. Для достижения этой цели необходимо совершенствовать все этапы производства продукции, на которых происходит накопление деформации.

При этом величина и характер деформации готовых деталей являются мерой оптимальности и стабильности всего технологического процесса изготовления деталей, то есть мерой отрицательности технологической наследственности и мерой реализации условий эксплуатации, заданных конструкторами.

Литература:

1. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве / А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др./ под ред. А.М. Дальского / М.: Изд-во МАИ, 2003-364 с. илл.
2. Зинченко В.М. «Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 – 303 с. илл.

Проектирование и моделирование многоскоростного зубчатого привода станков

к.т.н., проф. Михайлов В.А., Кузьминский Д.Л.
МГТУ «МАМИ»

Решение задачи автоматизации проектирования оптимальной конструкции МЗПС с использованием современных подходов является достаточно сложной задачей, требующей разработки программно-ориентированных средств и специальных алгоритмов.

Программное обеспечение включает следующие блоки: блок автоматизации построения и расчета кинематической структуры коробки скоростей; блок преобразования разрабо-