

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ

Иванов Е.И., канд. техн. наук, доц.

(Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь)

В работе рассмотрены проблемы обработки отверстий большого диаметра в крупногабаритных корпусных деталях на тяжелых горизонтально-расточных станках

Введение и постановка задачи. При изготовлении крупногабаритных корпусных деталей обработка отверстий представляет собой самую трудоемкую и ответственную часть технологического процесса. Анализ литературных данных [1] и производственный опыт показывают, что основные параметры качества отверстий (точность диаметральных размеров и геометрической формы отверстий в продольном и поперечном направлениях), полученных при консольном растачивании на тяжелых горизонтально-расточных станках, не выдерживаются. Поэтому изыскания путей повышения эффективности данного технологического процесса является актуальной задачей. Цель работы – обоснование условий повышения точности и производительности обработки отверстий большого диаметра в крупногабаритных корпусных деталях на тяжелых горизонтально-расточных станках.

Результаты исследований. При изготовлении корпусных деталей тяжелых машин наибольший удельный вес в общей трудоемкости составляют операции, связанные с обработкой основных отверстий, т.е. отверстий весьма большого диаметра. В качестве заготовок корпусных деталей обычно используют стальные либо чугунные отливки. В ряде случаев применяют сварные стальные заготовки, которые при прочих равных условиях отличаются значительно меньшим весом по сравнению с литыми заготовками. Для сварных заготовок используется прокат, либо они выполняются как сварно-литые или сварно-кованные конструкции.

Обобщая статистические данные о размерах и точности выполнения основных отверстий в корпусных деталях тяжелого машиностроения, можно сделать вывод, что наиболее часто встречающиеся диаметры отверстий находятся в диапазоне 280-550 мм. Точность выполнения этих диаметров – в пределах 6-8 квалитета, овальность и конусность – от половины до целого поля допуска в зависимости от типа подшипника, допуски расположения поверхностей 6-8 степени точности, шероховатость поверхности отверстий в корпусных деталях соответствует $R_z=10-20$ мкм. Данные о характеристике рассеивания размеров при изготовлении отверстий, полученные по ряду заводов тяжелого машиностроения, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Статистические характеристики рассеивания размеров и формы отверстий

Параметры качества	Коэффициенты	
	k	α
Распределение погрешностей размеров отверстий	1,9	0,10
Овальность, конусообразность	1,56	0,34

Данные таблицы получены при использовании методики статистических исследований НИИПТМАШ. В табл. 1

$$k = \frac{\Delta_{\delta}}{\Delta_{\zeta}},$$

где k – приведенный коэффициент отклонения; Δ_{δ} – фактическое отклонение параметра качества; Δ_{ζ} – заданное отклонение по чертежу; α – коэффициент относительной асимметрии.

При $0 < k \leq 1$ параметры качества считаются выполненными. Если $k > 1$ ($\Delta_{\delta} > \Delta_{\zeta}$) – параметры качества не выдерживаются.

Из табл. 1 следует, что основные параметры качества изготовления отверстий, как правило, не выдерживаются. Об этом же говорят и кривые распределения (рис. 1), приведенные в работе [1]. Примерно такие же результаты были получены и нами при проведении аналогичных исследований на ОАО “Азовмаш”.

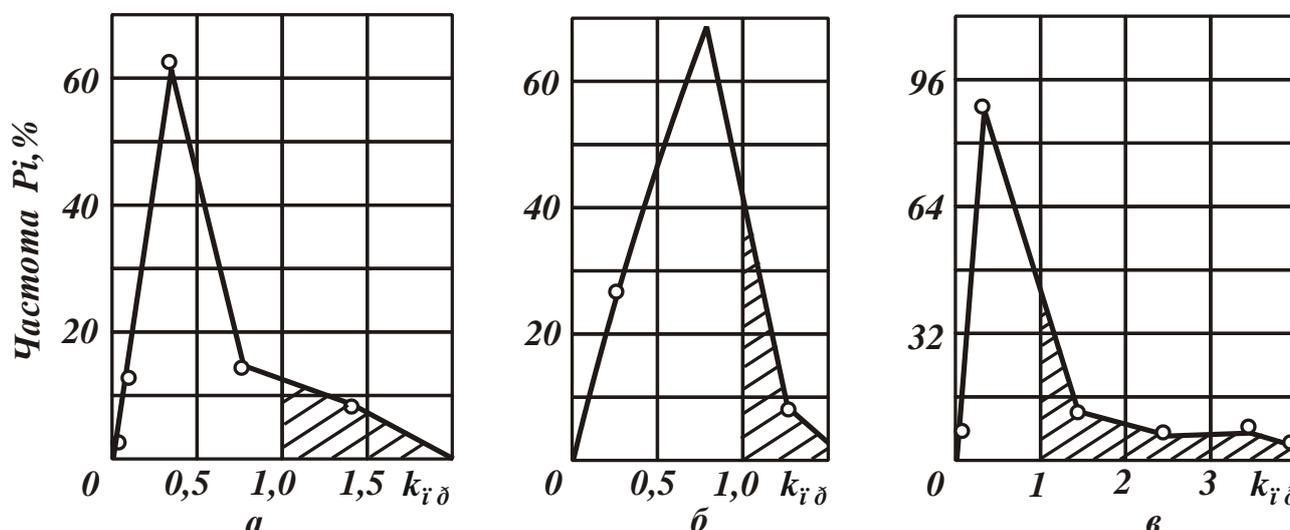


Рис. 1. Распределение погрешностей формы и размеров отверстий в корпусных деталях: а – размеров; б – овальности; в – конусообразности.

Несоблюдение основных параметров точности при обработке отверстий под опоры валов приводит к снижению качества собранных редукторов и к значительному повышению трудоемкости сборочных работ. Для этого, чтобы произвести установку опор при наличии таких погрешностей как конусообразность, овальность, причем выходящих за установленные пределы, приходится прибегать к расшлифовке поверхностей ручными машинками, что не способствует повышению точности редуктора, а лишь делает возможным осуществле-

ние его сборки. Таким образом, задача повышения качества тяжелых редукторов должна, прежде всего, решаться за счет повышения точности обработки основных отверстий.

На основании изложенного можно считать, что в первую очередь должны быть решены проблемы повышения точности диаметральных размеров и точности геометрической формы отверстий в продольном и поперечном направлениях.

Основные положения точности обработки, весьма детально разработанные для условий общего машиностроения, в принципе могут быть использованы и в условиях тяжелого машиностроения с учетом тех специфических особенностей, которые характерны именно для этой отрасли машиностроения.

Обеспечение высокой точности при обработке крупных отверстий в значительной мере осложняется тем, что изменение размеров, связанных с тепловыми деформациями деталей в процессе резания, становятся соизмеримыми с допуском на размер. Большой съём металла в процессе обработки, отсутствие СОЖ и концентрация операций обуславливают повышение температуры детали до 6^0 и более.

С целью учета температурных деформаций технологическая лаборатория УЗТМ рекомендует смещать настроечный размер. Величина смещения определяется по таблицам для условий обработки некоторых групп технологически подобных деталей. Применение этих рекомендаций позволяет в большинстве случаев исключить трудоемкую операцию по расшамровке отверстий [2].

В последнее время появились работы [3], в которых делается попытка определить погрешности растачиваемых отверстий вследствие температурных деформаций заготовок расчетно-аналитическим путем. Результаты расчетов по разработанным методикам имеют вполне удовлетворительную сходимость с фактическими значениями измеренных погрешностей.

В результате большого съема металла в процессе механической обработки происходит перераспределение остаточных напряжений в материале деталей, вследствие чего обработанные поверхности деформируются, нарушая точность обработки. Установлено [4], что в процессе пролеживания форма отверстий изменяется: в горизонтальной плоскости размеры уменьшаются, а в вертикальной – увеличиваются. Наиболее интенсивное коробление отверстий наблюдается у сварно-литых корпусов (0,03 – 0,05 мм), наименьшее – у чугуновых (0,01-0,015 мм).

На первых проходах наибольшая часть погрешностей растачивания вызвана нестабильностью величины припуска и твердости заготовки. Изменение величины припуска при обработке отверстий диаметром 300-500 мм в крупногабаритных корпусах составляет 20 – 25 мм на сторону и изменение твердости заготовки до 60 – 80% не только от изделия к изделию, но и в пределах длины обработки одного отверстия.

Погрешность формы отверстия в продольном сечении из-за нестабильности величины припуска, твердости и изменения податливости шпинделя по мере его выдвижения составляет 80 – 90% общей погрешности обработки. Это приводит к необходимости увеличения количества предварительных проходов.

Колебания припуска и твердости в процессе обработки снижают точность обработки, долговечность, надежность технологической системы и заставляют производить черновое растачивание на значительно заниженных режимах, выбранных исходя из худших условий обработки, что приводит к снижению производительности.

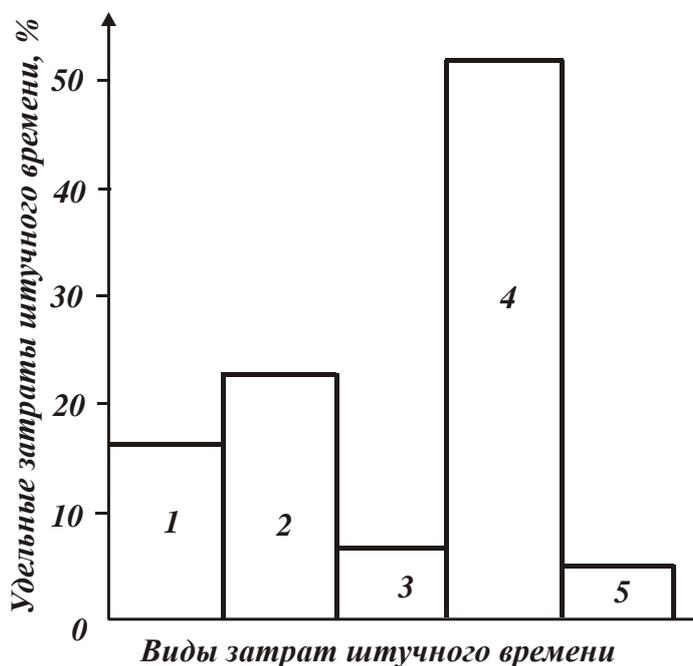


Рис. 2. Диаграмма распределения затрат штучного времени при обработке на крупных горизонтально-расточных станках: 1 – установка, выверка и закрепление детали; 2 – смена и регулировка инструмента, взятие пробных стружек и промеры; 3 – управление станком; 4 – основное время; 5 – сдача отделу технического контроля, съём детали, уборка стружки.

Как видно, наиболее существенными технологическими резервами повышения производительности обработки на крупных горизонтально-расточных станках являются: сокращение основного времени (52%) и сокращение времени на смену и регулирование режущего инструмента (22,5%). Поэтому только комплексное использование этих резервов повышения производительности обработки может привести к значительному повышению эффективности использования тяжелых горизонтально-расточных станков.

Нами установлено, что важнейшим условием повышения эффективности обработки отверстий является оснащение станков системами адаптивного управления (по мощности резания), изменяя в процессе обработки подачу. При этом необходимо учитывать ограничения по виброустойчивости системы в зависимости от вылета шпинделя. Использование системы адаптивного управления предусматривает следующий порядок назначения режимов резания. В первую очередь назначается предельно допустимая (исходя из условий вибро-

При больших габаритах и массе деталей усложняется процесс установки, выверки и закрепления их на станках. Для уменьшения доли вспомогательного времени добиваются максимальной концентрации операций технологического процесса и при одном установе выполняют наибольшее число переходов. Большие габаритные размеры и масса основных деталей соответственно отражаются и на структуре оборудования. Известно, что станки для обработки тяжелых деталей являются уникальными, дорогостоящими, и здесь особое значение приобретают вопросы рационального использования их по мощности и времени.

Для определения направления наиболее эффективного использования крупных горизонтально-расточных станков рассмотрим распределение затрат времени при обработке на данных станках, рис. 2 [5].

устойчивости системы) глубина резания, максимально допустимое значение постоянной тангенциальной составляющей силы резания (соответственно мощности резания), оптимальная скорость резания. Как установлено, использование системы адаптивного управления позволяет повысить производительность за счет автоматического установления рациональных в данных условиях режимов обработки, а также повысить точность обработки и исключить случайные поломки инструмента.

Выводы. Доказано, что важнейшим условием повышения эффективности обработки отверстий большого диаметра в крупногабаритных корпусных деталях на тяжелых горизонтально-расточных станках является оснащение станков системами адаптивного управления (по мощности резания).

Список литературы

1. Койре В.Е. Чистовая обработка крупногабаритных деталей / В.Е. Койре. – М.: Машиностроение, 1976. – 119 с.
2. Технология тяжелого машиностроения / С.И. Самойлов, В.М. Горелов, В.М. Брославский и др. – М.: Машиностроение, 1967. – 595 с.
3. Жабин А.И. Влияние тепловых деформаций на точность обработки крупных деталей / А.И. Жабин и др. // Механообработка, надежность машин. – Краматорск. – Вып. 11. – 1971. – С. 10-20.
4. Койре В.Е. Влияние внутренних напряжений на точность обработки крупногабаритных деталей / В.Е. Койре, С.П. Гинкул // Труды НИИПТМАШ. – Краматорск, 1968. – С. 15-20.
5. Некоторые вопросы технологии тяжелого машиностроения. – М.: Машгиз, 1960. – 67 с.

Анотація

Підвищення ефективності механічної обробки отворів великого діаметра у великогабаритних корпусних деталях

У роботі розглянуті проблеми обробки отворів великого діаметра у великогабаритних корпусних деталях на важких горизонтально-розточувальних верстатах

Abstract

Improving the efficiency of machining large diameter holes in a large body parts

The paper discusses the problem of processing large-diameter holes in the large body parts for heavy horizontal boring machines