

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ОСНАСТКИ

Гармаев Зорикто Вячеславович

магистрант, Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления, РФ,
г. Улан-Удэ

Шурыгин Юрий Леонидович

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой, Восточно-Сибирский
государственный университет технологии и управления, РФ, г. Улан-Удэ

В настоящее время в цехе инструментальной оснастки изготавливается широкая номенклатура корпусных и крепежных деталей, деталей несущих конструкций, а также деталей оснастки для подготовки производства.

На участке цеха, более 85% процентов деталей оснастки переведены на высокопроизводительные многоцелевые станки с ЧПУ. Предприятие закупает новое оборудование и внедряет новые технологии, что расширяет номенклатуру применяемой оснастки.

Детали оснастки имеют множество отверстий, разных по типу конструкции и размеров, а также требованиями к точности и качеству поверхностей. В зависимости от назначения, отверстия служат под крепежные изделия (болтовое и винтовое соединение), под технологические колонки для фиксации и взаимного ориентирования деталей оснастки относительно друг друга, под штифтовое соединение, осей, штырей и так далее.

На рисунке 1 приведен пример детали оснастки «Основание», которая изготавливается в цехе на высокопроизводительных станках с ЧПУ.

реалиях, с использованием современного оборудования и инструмента, информация, касаемая точностных и качественных характеристик режущего инструмента и производительности оборудования является неактуальной.

Цель работы в повышении эффективности обработки отверстий в деталях, изготавливаемых в цехе с применением многоцелевых станков с ЧПУ.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ и разработать классификацию изготавливаемых отверстий.
2. На основании анализа возможных и применяемых методов, составить эффективные технологии изготовления типовых отверстий и определить тип отверстий с вариативностью методов окончательной обработки, в условиях цеха.
3. Определить эффективность методов (фрезерование, развертывание, растачивание) при изготовлении отверстий с вариативностью окончательной обработки в условиях цеха.

В процессе рабочей деятельности, был проведен анализ более 50 сборочных единиц приспособлений (штампы, пресс-формы, форм-блоки, приспособления для остекления и т.д.) и более 150 наименования деталей, изготовленных в цехе.

Была рассмотрена конструкция отверстий в приспособлениях и прилегающие спецификации к чертежам.

На основании описанных в литературе [1-3] типов и классификаций отверстий, а также проведенного анализа сборочных единиц изготавливаемой оснастки, была разработана классификация отверстий, изготавливаемых в цехе, см. рисунок 2.

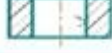
НАЗВАНИЕ ИЗГОТАВЛИВАЕМОГО ОТВЕРСТИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ЭСКИЗ	КАЧЕСТВО ТОЧНОСТИ	ШЕРОХОВАТОСТЬ R _a , мкм	ДИАПАЗОН ДИАМЕТРОВ, мм	ДИАПАЗОН ГЛУБИНЫ, мм
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	A1		H12	6,3	6,4-20	3-100
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	A2		H12	6,3	1 11-32 2 6,4-20	7-21 8-44
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	A3		H12	6,3	1 <90° 2 3,2-8,4	2,3-4,2 1-17
СКВОЗНЫЕ РЕЗЬБОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ	B1		H12	3,2-6,3	5-13,9	4-46
ГЛУХИЕ РЕЗЬБОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ ДНОМ	B2		H12	3,2-6,3	2,5-17,4	8-50
ГЛУХИЕ РЕЗЬБОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ С ПЛОСКИМ ДНОМ	B3		H12	3,2-6,3	5	12-15
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	C1		H7	0,4	4-20	15-100
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	C2		H7	0,4	1 22-25 2 8	6,5-8 33,5-37
ГЛУХИЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ ДНОМ	C3		H7	0,4	4-18	10-40
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	D1		H7-H9	0,8-16	16-50	25-74
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ТЕХНОЛ. ОТВЕРСТИЕМ	D2					
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ	E1		H7	0,8	10-22	8-30
СКВОЗНЫЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УГЛУБЛЕНИЕМ	E2		H7	0,8	1 24-38 2 18-30	3-4 22-30
ГЛУХИЕ ГЛАДКИЕ ОТВЕРСТИЯ С КОНИЧЕСКИМ ДНОМ	E3		H7	0,8	5-20	10-20

Рисунок 2. Классификация изготавливаемых отверстий в цехе

Отверстия, определенные в классификации, подразделяются на 4 типа:

- Крепежно - резьбовые отверстия (обозначение А и В) - данный тип отверстий предназначен для болтового и винтового сопряжения деталей;
- Установочные отверстия (обозначение С) - данный тип отверстий предназначен для фиксации соединения и взаимного ориентирования деталей с помощью технологических пальцев, штифтового соединения, штырей и осей;
- Направляющие отверстия (обозначение D) - данные отверстия обеспечивают точное направление и взаимное ориентирование деталей с помощью технологических колонок;
- Направляющие отверстия (обозначение Е) - данные отверстия изготавливаются для запрессовывания втулок под пальцы и технологические колонки под направляющие.

На основании проведенного анализа возможных технологий изготовления отверстий, а также разработанной классификации (см. рисунок 2) и имеющегося инструментального оснащения в цехе инструментальной оснастки АО «У-УАЗ», были составлены технологии изготовления типовых отверстий, с целью определения типа отверстия с вариативностью методов

окончательной обработки.

1. Крепежно – резьбовые отверстия: изготовление данной группы отверстий не требует высоких точностных характеристик и качества поверхности, что позволяет производить обработку типовыми операциями.
2. Установочные отверстия: изготовление установочных отверстий требует высоких точностных характеристик и качества поверхности, так как имеют глубину $L/D > 3$, где D – диаметр фрезы (наибольший диаметр 16 мм.) и шероховатость Ra 0.4 мкм. Данные отверстия рекомендуется обрабатывать предварительными полустистовыми проходами методом фрезерования, чтобы снизить увод оси отверстия. Добиться высоких требований к шероховатости (Ra 0.4 мкм) возможно только методом развертывания.
3. Направляющие отверстия: требования, предъявляемые к точности и качеству поверхностей для направляющих отверстий высокие, точность 7 квалитет (редко 9) с шероховатостью Ra 0.8-1.6 мкм. К данным отверстиям, нередко предъявляются требования к перпендикулярности и соосности оси. Диапазон диаметров направляющих отверстий 5-50 мм, и глубины 8-74 мм. Что увеличивает варианты окончательной обработки (фрезерование, развертывание, растачивание).

Проведенный анализ позволил сделать следующее заключение, что отверстия диаметром 18-20 мм, глубиной 38-48 мм, точностью H7 и шероховатостью Ra 0.8 мкм являются типом отверстия с вариативностью методов окончательной обработки, так как все три метода способны обеспечить точностные и качественные характеристики на заданные параметры глубины и диаметра.

Данные отверстия систематически встречаются в деталях оснастки, изготавливаемых в цехе. При разработке ТП и УП появляются спорные моменты, касаемо назначения наиболее эффективного метода окончательной обработки. Исходя из этого, необходимо определить эффективность трех методов обработки для данной группы отверстий.

От назначенного метода обработки отверстия в детали зависит эффективность использования технических возможностей производства, применяемого оборудования и инструмента. Производственный процесс можно рассматривать как затраты времени на изготавливаемую продукцию. Эффективность изготовления детали имеет прямую зависимость от применяемых методов обработки на станке, и в соответствии с ГОСТ 3.1109, состоит из следующих критериев:

1. Нормы штучного времени (Тшт.).
2. Нормы подготовительно заключительного времени (Тп.з).
3. Затраты на инструмент.

В ходе проведения эксперимента, была рассмотрена деталь «Плита нижняя» из материала Ст3 (см. рисунок 3). Выполняемая операция: обработка двух отверстий $\varnothing 20$ (H7), длиной $l=45$ с шероховатостью поверхности Ra 0.8 мкм. Заготовка – поковка, масса 37.3 кг. Станок – высокоскоростной многоцелевой станок с ЧПУ СИГАС ВС-168.

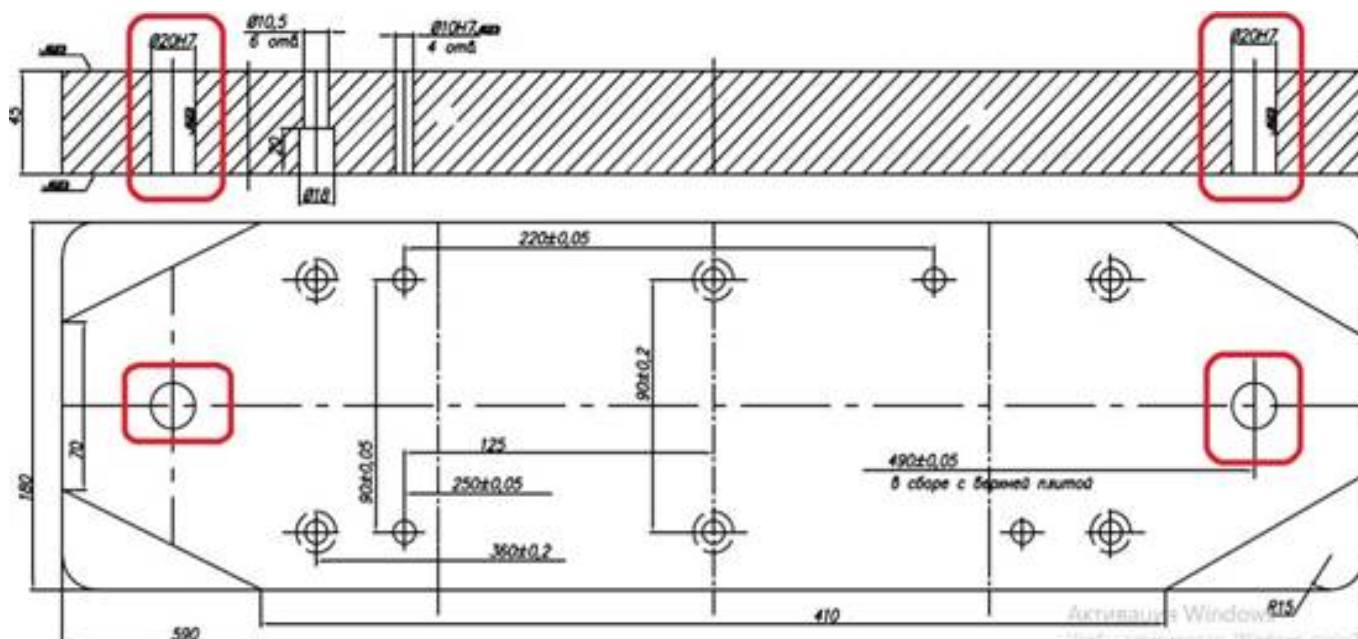


Рисунок 3. Нижняя плита гибочного штампа (красным выделены два отверстия под технологические колонки)

Инструментальное оснащение.

Сверление: Гидравлический патрон с хвостовиком DIN69871, 50ER40 SHORT»; цанга ER40 SEAL 15-16 JET2; твердосплавное сверло Corodril 460.1-1600-120A1-XM GC34.

Фрезерование: Термопатрон DIN69871-SRKIN; фреза корпусная Widia M270TD016A16L160; пластина M270HF16; цельная твердосплавная фреза Widia, серия 571816006MT.

Развертывание: Патрон ТМ-НА04-93020-630547; развертка серии Cororeamer 435.B-2000-A1-XF H10F.

Растачивание: Патрон для соединения MB с коническим хвостовиком DIN69871; головки для чистового растачивания BHF MB16-MB50; державка IHRF; пластина CCMT 060204-14.

На основании проведенного хронометража операций и произведенных расчетов нормы штучного и подготовительно – заключительного времени, затрат на инструмент, можно сделать заключение, что при окончательной обработке отверстий с вариативностью методов (Ø18-20; точность H7; длиной 38-48 мм; шероховатостью Ra 0.8 мкм), эффективность применения метода фрезерования выше, на основании следующих критериев:

1. Норма штучного времени.

Норма штучного времени при методе фрезерования – 24 мин. ниже, чем при развертывании – 26,8 мин. и растачивании – 24.7 мин, см. рисунок 4. Небольшая разница заключается в том, что меняется только окончательная операция основного времени.

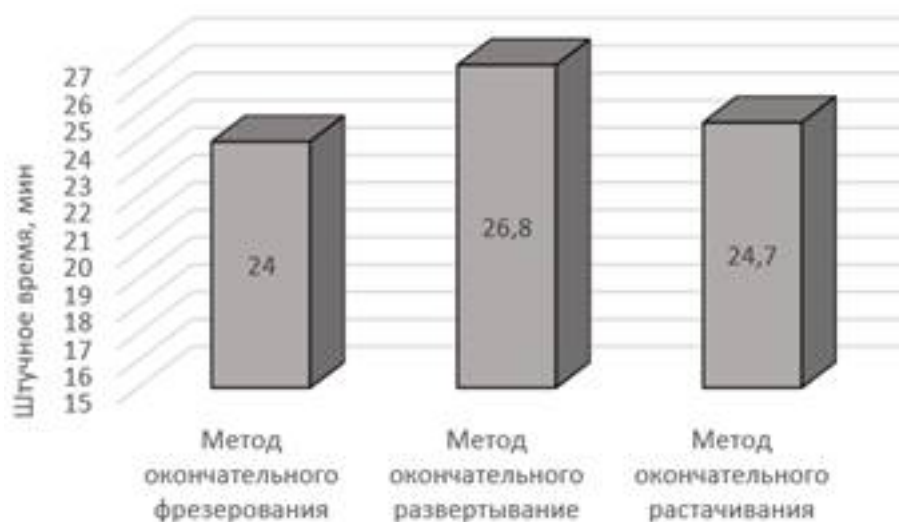


Рисунок 4. Зависимость нормы штучного времени ($T_{шт.}$) от метода окончательной обработки отверстий

2. Подготовительно – заключительное время.

Затрачиваемое подготовительно – заключительное время при методе фрезерования – 27.8 мин. ниже, чем при растачивании – 54.2 мин. и развёртывании – 29.7 мин, см. рисунок 5.

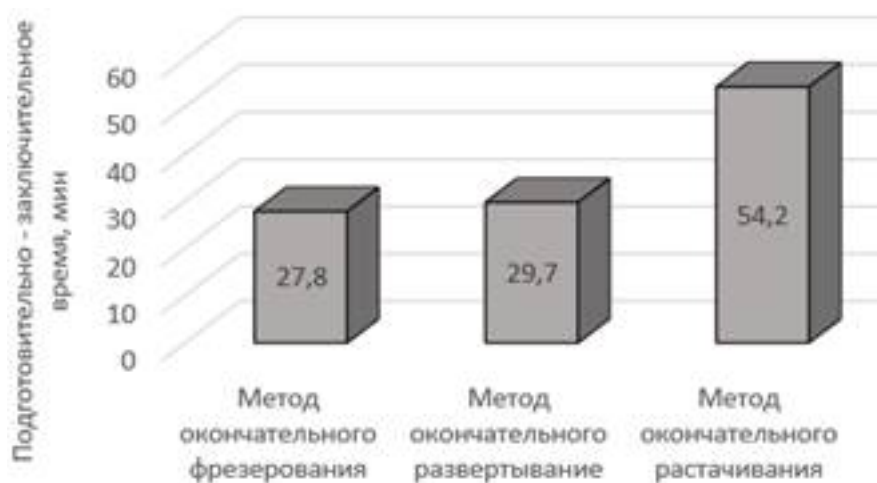


Рисунок 5. Зависимость подготовительно – заключительного времени ($T_{п.з}$) от метода окончательной обработки отверстий

Это обусловлено трудоёмкостью настройки расточной системы на заданный размер – 24.2 мин. с необходимостью установки пробной заготовки. В то время, при методе фрезерования процесс настройки на заданный размер занимает 0.9 минуты при обработке первого отверстия в детали (партии).

3. Затраты на инструмент.

На основании произведенных расчетов затрат на режущий инструмент и приведенных графиков зависимости (см. рисунок 6), при обработке данных отверстий, экономически целесообразнее применять метод фрезерования – 235,5 руб., в отличие от развертывания – 435,6 руб. и растачивания – 537 руб.

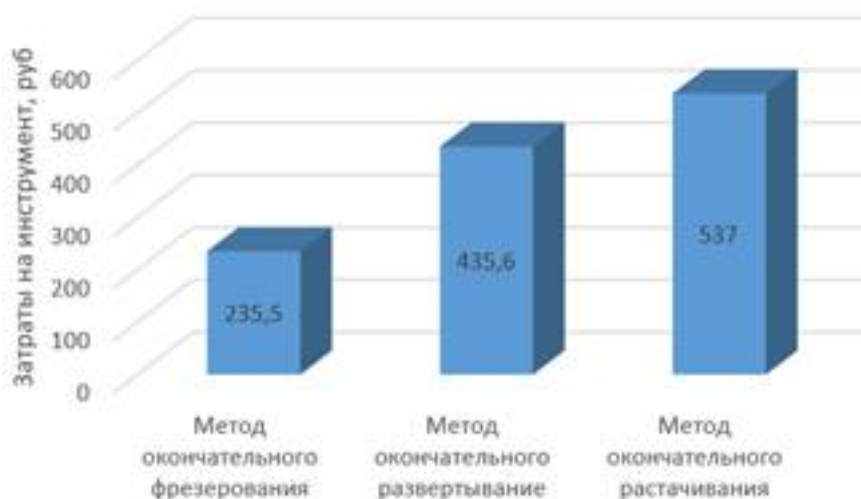


Рисунок 6. Зависимость затрат на инструмент от метода окончательной обработки отверстий

Разница показателей, это следствие основного времени окончательной обработки отверстия, дороговизны расточных державок и пластин, разверток и их меньшей стойкости, чем у фрезы.

На основании проведенного хронометража, расчетов нормы штучного и подготовительно – заключительного времени, расчет затрат на инструмент и приведенных графиков зависимости, можно сделать вывод, что при окончательной обработке отверстий с вариативностью методов ($\varnothing 18-20$, длиной 38-48 мм, с точностью Н по 7 качеству и шероховатостью поверхности $Ra 0.8$ мкм) в условиях цеха, применение метода фрезерования является наиболее эффективным.

Список литературы:

1. Технология машиностроения - учебник для вузов / под ред. М.Е. Егорова. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.
2. Технология механической и физико-химической обработки материалов. [Электронный ресурс]: <https://studfile.net/preview/6762133/page:6/> (дата обращения 20.09.2020).
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т1. – 8-е изд., переработан и дополнен под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.