

УДК 621.43.

Е.К. ГОРДИЕНКО, А.В. БЕЛОГУБ

ОАО «АВТРАМАТ», Харьков, Украина

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ПАЛЬЦЕВОГО ОТВЕРСТИЯ ПОРШНЯ ДВС

Рассмотрен вопрос повышения производительности механической обработки отверстия под поршневой палец в теле поршня за счет уменьшения времени обработки. Уменьшение времени обработки предложено осуществить путем структурно-параметрических изменений маршрута технологического процесса. Концентрация операций в предлагаемом маршруте механической обработки поршня требует изменений либо оснастки и инструмента, либо станочного оборудования. Проведен анализ существующего режущего и вспомогательного инструментов, с учетом полученных результатов предложена конструкция более совершенного инструмента, обеспечивающего требования технологического маршрута без усложнения станочного оборудования.

Ключевые слова: производительность механической обработки, пальцевое отверстие, борштанга, режущий инструмент, расточной инструмент, технологический маршрут.

Введение

ОАО «АВТРАМАТ» ведет постоянную работу по снижению себестоимости продукции и повышению её качества. Поиск новых технологических решений, рационализаторские меры в отношении либо существующих технологических процессов, либо совершенно новых, преследуют цели повышения точности и снижения времени изготовления. Хорошие результаты достигаются благодаря структурно-параметрическим изменениям технологического процесса, то есть не только изменениям параметров внутри перехода, а и изменениям самого технологического маршрута.

В ходе работы был определен наиболее эффективный из возможных технологических маршрутов механической обработки поршня по параметрам точности и производительности (рис. 1, а). Для его осуществления возникла потребность в новой методологии конструкторско-технологической подготовки производства. Отдельные методы уже были описаны в [1] и [2]. Настоящая работа посвящена обработке пальцевого отверстия (ПО).

Переход от «общепринятого» маршрута обработки (рис. 1, а) к «новому» маршруту (рис. 1, б) в отношении обработки ПО выражается в объединении операций 3 и 5 (рис. 1, а) в одну (рис. 1, б, операция 2). Пока токарные операции 1 и 4 (рис. 1, а) были разделены, не составляло труда ввести между ними операцию 3 (рис. 1, а) предварительной расточки ПО с установкой на «вспомогательную базу». Данная операция (черновая расточка) главным образом была необходима для снятия литейного уклона вместе с рисками, выполняющими функцию цен-

тров кристаллизации (рис. 2). В качестве режущего инструмента обычно использовался либо двухперый зенкер, либо борштанга (с одним или двумя твердосплавными резцами). Чистовая расточка ПО выполнялась борштангой с двумя резцами (первый – твердосплавный, второй – СКМР). То есть для получения полноценного ПО, необходимо было выполнить четыре (минимум три) перехода. Но и при этом зачастую возникали вибрации при обработке, особенно на протяженных ПО малого диаметра.

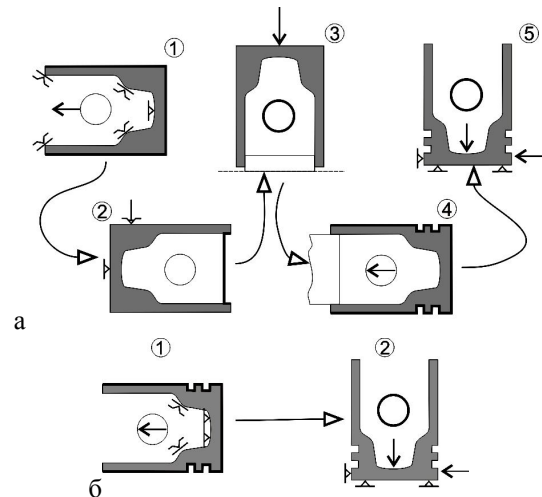


Рис. 1. Технологический маршрут механической обработки поршня (а – общепринятый; б – предлагаемый, более совершенный)

Концентрация операций, как показано на рис.1 б, способствует повышению точности изготовления, так как ПО выполняется без переустановки на одной установочной базе. Но это также влечет за собой усложнение оборудования – переход к

двухмостовой схеме. В данной работе предлагается уйти от двухмостовой схемы обработки за счет создания режущего инструмента более совершенной конструкции и вести обработку ПО за два перехода одной борштангой.

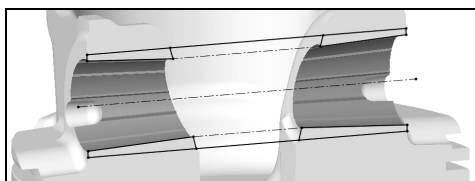


Рис. 2. Литейные уклоны необработанного ПО

Особенности обработки ПО

К ПО поршня двигателя внутреннего сгорания предъявляются жесткие требования. С точки зрения технологии - это обеспечение ряда параметров, характеризующих данную поверхность:

- 0,0055..0,006 мм - допуск на диаметральный размер (для Ø18 мм это соответствует 4-му качеству);
- 0,003 мм - допуск цилиндричности;
- 0,02/100 мм - допуск перпендикулярности относительно боковой поверхности поршня;
- Ra 0,63 мкм – параметр шероховатости.

Материалы, используемые для изготовления поршней – легированные алюминиевые сплавы с содержанием Si 12% и более.

В табл. 1 приведены длины и диаметры ПО поршней различных моделей. Известно, что чем больше диаметр и меньше длина ПО, тем легче его обработать. Ещё одна сложность при обработке ПО связана с неравномерностью припуска (рис. 2). Это вызвано наличием литейных уклонов для разборки оснастки и кристаллизационных ребер для интенсивного охлаждения частей отливки. Для обеспечения соосности отверстий бобышек они обрабатываются совместно.

Таблица 1

Длины и диаметры ПО поршней

Обозначение	Ø ПО	Длина	Ø/длина
21083-1004015	22,0	68	0,32
2457-1004015	20,0	67	0,30
21128-1004015	19,0	66	0,29
T150-1004015			
Daewoo Lanos (1,5L)	18,0	58	0,31
21126-1004015	18,0	59	0,31
11194-1004015	18,0	54	0,33
Д24023ДН (компрессорный поршень)	18	70	0,26
130-3509160-02 Панежевио Аурида (компрессорный поршень)	12,5	60	0,21

Изучение существующих аналогов

На предприятии имеется опыт использования двух конструктивных исполнений борштанг:

- с угловым расположением резцов;
- с вертикальным расположением резцов.

Угловое расположение резцов (рис. 3) обычно используется в условиях ограниченности пространства – для борштанг малого диаметра. Данное конструктивное решение позволяет сделать резцы немного длиннее, по сравнению со схемой (рис. 4). К недостаткам можно отнести: малую жесткость борштанги, так как тело инструмента ослаблено регулировочными винтами; а также неудобство регулировки, так как вершина резца и паз регулировочного винта расположены с одной стороны. По такой схеме была изготовлена чистовая борштанга и успешно применена при обработке поршней 130-3509160-02 (табл. 1). Поршни обрабатываются за 3 перехода, помимо схемы расположения, в ходе наладки операции были экспериментально подобраны углы резания для чистового резца, а на саму чистовую борштангу был установлен виброгаситель.

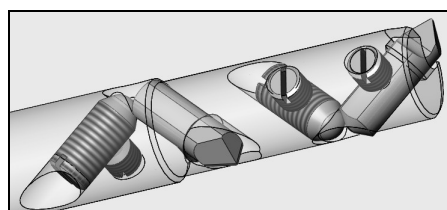


Рис. 3. Угловое расположение резцов

Вертикальное расположение резцов применяется на поршнях с диаметром ПО 17 мм и более. Такая схема предпочтительнее в отношении жесткости борштанги. Диаметр борштанги фактически определяет длину резца. Часть длины «съедает» регулировочный винт. Зачастую нет возможности поставить регулировочный винт на первый резец, что затрудняет наладку. К недостатку данной схемы можно отнести то, что величина снимаемого припуска определяет начальный диаметр борштанги, который может быть ограничен конструктивно минимальной длиной резца. Следствием этого является невозможность получить ПО за два перехода одной борштангой.

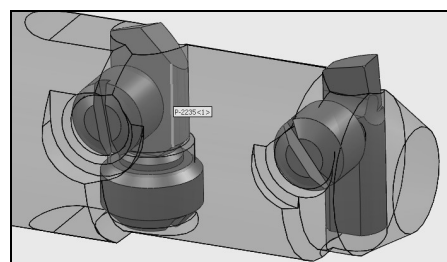


Рис. 4. Вертикальное расположение резцов

Все борштанги на заводе являются цельноточеными, что весьма расточительно, так как коэффициент использования материала (КИМ) для относительно короткой борштанги равен 0,17, а по мере увеличения длины КИМ будет уменьшаться. Для повышения КИМ необходимо изменить конструкцию борштанги – выполнить её сборной. Для этого необходимо определиться с видом соединения и технологией изготовления работоспособной борштанги.

Раскладываем усилие резания на общеизвестные [3] составляющие P_x , P_y , P_z . В дальнейшем будем учитывать, что возможность борштанги воспринимать осевое усилие резания (составляющая P_x) практически неограниченна, тангенциальное усилие (P_z) определяется диаметром борштанги (изгибной жесткостью), радиальное усилие (P_y) – диаметром борштанги и вылетом резца (изгибной жесткостью).

Совершенствование конструкции

Идеология новой конструкции заключается в объединении преимуществ конструкций, используемых на предприятии, перераспределении и снижении усилий резания за счет изменения геометрии режущего инструмента и снижения себестоимости изготовления инструмента.

Изменения конструкции борштанги:

1. Тело борштанги выполнено сборным. Фланец и стержень собраны с натягом и обработаны совместно (рис. 5, а, б). Это позволило увеличить КИМ больше чем в 2 раза с 0,17 до 0,37. Результаты эксплуатации показали, что данная борштанга по работоспособности и надежности не уступает цельноточеной.

2. Применена комбинированная схема расположения резцов (рис. 5, в). Первый резец – черновой (наклонный), срезает весь неравномерный припуск, включая литейные риски, оставляя лишь небольшой припуск под чистовую обработку. Второй резец – чистовой, расположен также как в предшествующей конструкции (рис. 4). Наклонный резец хорошо зарекомендовал себя на практике. Было замечено, что благодаря хорошему отводу стружки удается снимать большие припуски. К тому же такой конструктив позволяет выполнить борштангу более жесткой, так как нет необходимости уменьшать её диаметр для лучшего отвода стружки, как показано на рис. 4, а также можно выполнить ее на 5 мм короче за счет большего вылета резца. Расположение регулировочного винта более удобно для выполнения наладки. Угол наклона резца равен 35° . Он был определен из условий компоновки: расстояние между вершинами резцов заранее определено шириной бобышки – резцы не должны находиться в работе одновременно.

Режущий инструмент был выполнен в соответствии с требованиями операции и опираясь на теоретические основы резания [3].

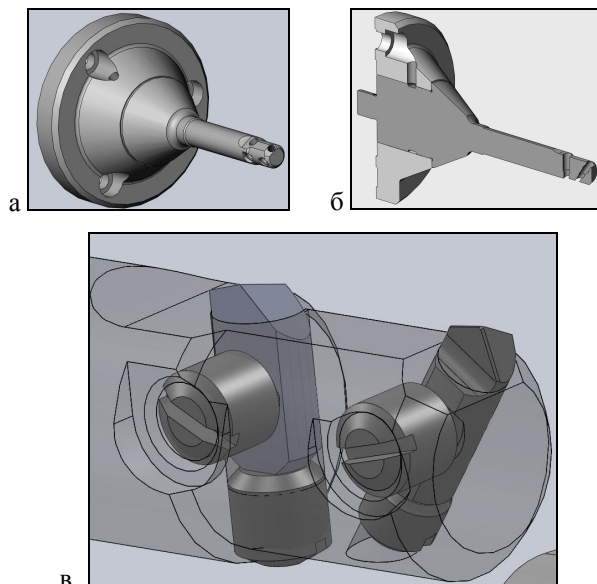


Рис. 5. Борштанга с учетом недостатков аналогов: а – внешний вид; б – сборная конструкция; в – схема расположения резцов

1. Черновой резец

- Главный угол в плане равен 87° . Известно, что увеличение данного угла способствует уменьшению P_y и возрастанию P_x .

- Передний угол равен 12° . Увеличение переднего угла способствует уменьшению всех трех составляющих P_x , P_y , P_z , причем P_x и P_y в большей степени. Существует возможность увеличения переднего угла не только за счет самого резца, а за счет конструкции борштанги – смещения плоскости резца относительно оси борштанги (рис. 6). Даже незначительное смещение, на 0,78 мм на диаметре 18 мм приводит к изменению переднего угла на 5° .

- Радиус при вершине выполнен минимально возможным для уменьшения P_z .

2. Чистовой резец

- Главный угол в плане равен 45° . Это увеличивает составляющую P_y но одновременно повышает стабильность обработки. Также необходимо учитывать тот факт, что чистовой резец находится ближе к фланцу борштанге, снимаемый припуск значительно меньше, следовательно, он работает в заведомо лучших условиях.

- Передний угол равен 0° . Существует возможность его увеличения таким же способом, как и в случае чернового резца (рис. 6).

- Радиус при вершине обычно равен 0,1 мм, но возможно его дальнейшее увеличение. Подбор радиуса целесообразно производить совместно с изменением подачи.

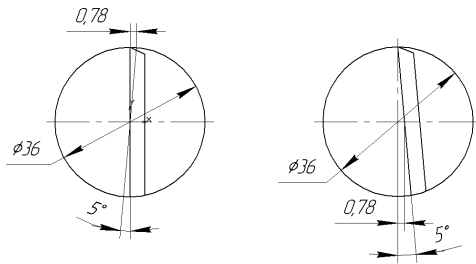


Рис. 6. Изменение переднего угла за счет смещения плоскости резца относительно оси борштанги.

Результаты

Новая конструкция была успешно опробована в ОАО «АВТРАМАТ» и внедрена в серийное производство на следующих моделях поршней: 21126-1004015М, 11194-1004015М, Д24023ДН.

В ходе работы были получены следующие результаты:

1. Осуществлен переход к технологическому маршруту (рис. 1 б) без усложнения оборудования.
2. Количество переходов, необходимое для обработки ПО уменьшено в 2 раза.

3. В 2 раза уменьшена номенклатура инструмента, благодаря чему, время наладки уменьшено на 30%, а общая себестоимость инструмента снижена на 35%.

4. Время обработки сокращено с 2,5 мин до 1,5 мин.

Литература

1. Гордиенко Е.К. Определение параметров закрепления поршня ДВС в станочном приспособлении для его последующей механической обработки / Е.К. Гордиенко, А.С. Стрибуль, А.В. Белогуб // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. – № 2. – С. 51-55.
2. Гордиенко Е.К. Повышение производительности и точности механической обработки боковой поверхности поршня ДВС / Е.К. Гордиенко, А.В. Белогуб // Авіаційно-космічна техніка і технологія: науково технічний журнал. – Х.: НАКУ «ХАІ», 2009. – Вип. № 9 (66). – С. 32-37.
3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 430 с.

Поступила в редакцию 1.06.2010

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Ю.А. Гусев, Харьковский национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ПАЛЬЦЕВОГО ОТВОРУ ПОРШНЮ ДВС

Є.К. Гордієнко, О.В. Білогуб

Розглянуто питання підвищення продуктивності механічної обробки отвору під поршневий палець в тілі поршня за рахунок зменшення часу обробки. Зменшення часу обробки запропоновано здійснити шляхом структурно-параметричних змін маршруту технологічного процесу. Концентрація операцій в запропонованому маршруті механічної обробки поршня вимагає змін або оснащення та інструменту, або верстатного обладнання. Проведено аналіз існуючого ріжучого та допоміжного інструментів, з урахуванням отриманих результатів запропонована конструкція більш досконалого інструменту, що забезпечує вимоги технологічного маршруту без ускладнення верстатного обладнання.

Ключові слова: продуктивність механічної обробки, пальцевий отвір, борштанга, ріжучий інструмент, розточний інструмент, технологічний маршрут.

INCREASING THE MACHINING EFFICIENCY OF THE PIN HOLE OF THE PISTON OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

E.K. Gordienko, A.V. Belogub

A question of improving the productivity of machining the pin hole in the body of a piston by reducing the machining time was considered. Reducing the machining time was proposed to be implemented by putting the structural and parametric changes in an operation-routing sequence. The concentration of the operations in the proposed route of the piston machining requires either fixtures and tools or equipment to be changed. The analysis of existing cutting and auxiliary tools was carried, on the basis of gotten results, a better tool design have been suggested which meets operation-routing sequence requirements without complication of fixtures.

Key words: machining efficiency, pin hole, boring bar, cutting tools, boring tools, operation-routing sequence

Гордиенко Евгений Константинович – инженер-технолог ОАО «АВТРАМАТ», Харьков, Украина, e-mail: gordienko_ek@mail.ru.

Белогуб Александр Витальевич – канд. техн. наук, технический директор ОАО «АВТРАМАТ», Харьков, Украина, e-mail: a_belogub@mail.ru.