

УДК 621.43.001.4

*Е.К. Гордиенко, инж.*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОРШНЯ ДЛЯ ЕГО МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЧИСТОВОЙ ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИИ

**Тенденция по снижению общего количества операций в маршруте механической обработки поршня**

В продолжение работы [1], связанной с рассмотрением технологического маршрута для сокращения общего количества операций, и, опираясь на опыт внедрения описанных в ней усовершенствований в отношении некоторых моделей поршней, необходимо отметить положительный эффект и целесообразность применения данного подхода. Тенденция на снижение общего количества операций, и как результат, концентрации большего количества переходов внутри операции, наметилась с момента функционального усложнения применяемого оборудования. С появлением более сложного оборудования разумным было пересматривать технологические маршруты: максимально концентрировать переходы внутри операции и уменьшать количество операций. Эффект снижения общего времени изготовления достигался за счет отказа от вспомогательных операций, например, подготовки промежуточных установочных баз, в силу их ненужности. Для поршней 21126-1004015М, 11194-1004015М, 21126-1004015М-У при переходе от общепринятого технологического маршрута к альтернативному [1,2] суммарное время только в части токарной обработки сократилось с 2.5 мин до 1.5 мин. При использовании хотя бы одного станка с ЧПУ, например, для токарных операций применительно к поршню означает, что весьма вероятно выполнить все токарные переходы за одну операцию. Это обусловлено тем, что токарный станок с ЧПУ может выполнить «бесконечное» (ограниченное максимально допустимым суммарным количеством кадров программы и подпрограмм) количество движений в пределах своих двух координат, в отличие от токарного полуавтомата, ограниченного однократными движениями продольного и поперечного суппортов. Единственной сложностью, возникающей при описанном подходе, является выбор схемы закрепления заготовки. В силу тонкостенности поршня и индивидуальности его конструкции, задачу базирования и закрепления его на операции необходимо решать индивидуально для данного поршня. Основным критерием при выборе

схемы закрепления является минимум деформаций [3,4].

В настоящей статье будет рассмотрена токарная часть технологического маршрута обработки применительно к компрессорному поршню 130-3509160-02. Это был один из первых поршней, при обработке которого был сокращен маршрут в части токарной обработки с трех операций (черновая, вспомогательная база, чистовая) до одной (двух). Две операции (черновая, чистовая) могут использоваться из соображений разгрузки станка от грубого ударного точения (отрезки литников и прибылей). Были произведены предварительные расчеты закрепления, которые показали, что деформация от закрепления 0,0018-0,002 мм на порядок меньше допуска на размер 0,03 мм (рис. 1 а).

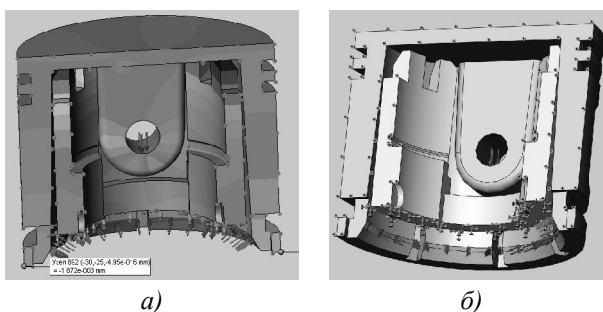


Рис. 1 – Предварительный расчет закрепления а) перемещение (деформация) в наименее жестком месте поршня; б) схема закрепления

По данной схеме была обработана опытная партия поршней и были выявлены недостатки, которые не были очевидными во время расчета.

### Анализ существующей схемы закрепления поршня

Основной особенностью данной схемы закрепления, а, следовательно, и самой оснастки, является большая удаленность центрирующего пояса оправки от упорного (рис. 2 а). Они удалены друг от друга на 62 мм, а наибольшее расстояние между упорными платиками равно 43 мм. При такой геометрии вероятность влияния оснастки на форму готового изделия больше, по сравнению с любой другой геометрией, где центрирующий и упорный пояса расположены ближе друг к другу, вплоть до их совпадения. Механизм влияния будет описан ниже.

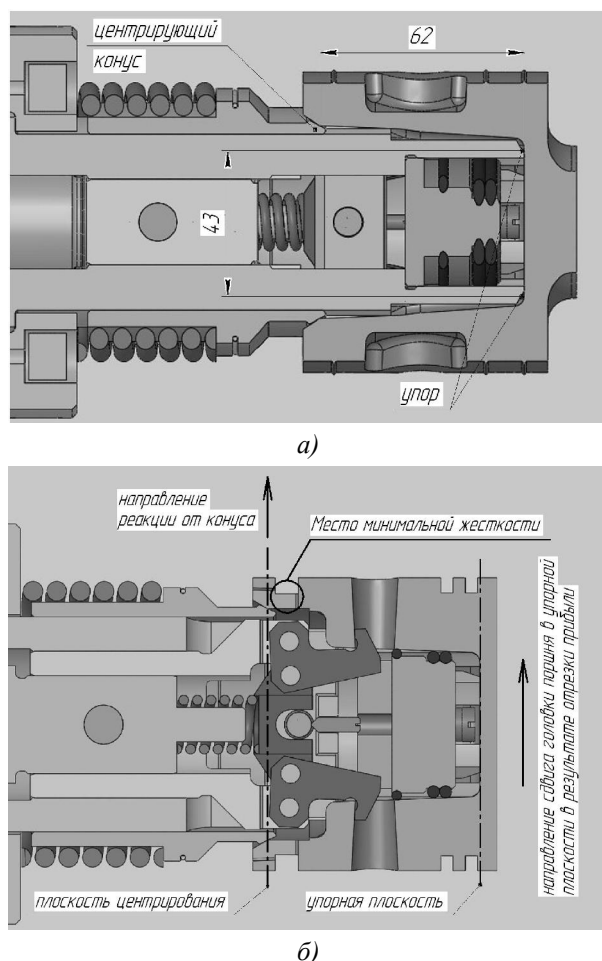


Рис. 2. Существующая схема закрепления

- а) геометрические параметры схемы закрепления;  
 б) причины изменения формы поршня

В поршнях собственной разработки (ПАО «АВТРАМАТ») помимо основных требований, также учитываются особенности изготовления, которые, в дальнейшем, отражаются в их конструкции. Благодаря этому, удастся использовать более удачные схемы закрепления с точки зрения жесткости, точности установки и обеспечения минимума деформаций заготовки от сил закрепления и реакций, вызванных силами резания.

В случае с 130-3509160-02, заказчик не был согласен на изменение конструкции поршня, что обусловило использование схемы закрепления (рис.2).

Дополнительным неблагоприятным фактором является наличие восьми маслосливных каналов (рис. 1). Наличие каналов в совокупности с канавкой маслосъемного кольца образуют место минимальной жесткости. Кроме того, геометрическая точность конической поверхности полученная литейным способом не идеальна и отклонения от

формы – случайны. Базирование усложняется тем, что ухудшаются условия прилегания поверхности центрирующего конуса к поршню. Это ведет к деформациям нижнего пояса поршня (ниже места минимальной жесткости) и при снятии детали со станка наблюдается его овализация в произвольном направлении. Величина овализации повторяет отклонения размеров литой заготовки и также случайна. Первоначально с этим явлением боролись, уменьшая площадь касания центрирующего конуса и конусной базовой поверхности на поршне.

Экспериментальным путем было установлено, что во время отрезки прибыли (первый переход) происходит сдвиг головки поршня на оправке в упорной плоскости (рис. 2 б), при этом юбка поршня остается на месте, так как ее в радиальном направлении удерживает центрирующий конус. В результате сдвига головки поршня, в направлении сдвига, возникает реакция от центрирующего конуса на юбку поршня, заготовка деформируется (особенно в месте минимальной жесткости после врезания канавки маслосъемного кольца) и обрабатывается в деформированном состоянии. После закрепления присутствует отклонение от цилиндричности в плоскости контакта юбки поршня с центрирующим конусом – плоскости центрирования (рис.2 б). Форма при этом не предсказуема, т.к. не предсказуемо направление смещения, на которое влияют многие факторы.

Факт смещения был установлен следующим образом:

- Первый этап. После отрезки прибыли заготовка снималась и устанавливалась заново, после чего поршень обрабатывался и проводились измерения. Тоже самое было выполнено без закрепления и повторной установки. В первом варианте наибольшее отклонение от цилиндричности было на порядок больше допуска на размер цилиндрической поверхности поршня, а во втором – соизмеримо с допуском на размер.

- Второй этап. Было установлено влияние подачи отрезного резца и его толщины (параметры влияющие на радиальную составляющую силы резания) на величину отклонений от цилиндричности. При уменьшении подачи и толщины резца отклонение от цилиндричности уменьшалось.

#### Предлагаемая схема закрепления поршня

Предлагаемая схема продумывалась для устранения недостатков существующей системы закрепления.

Перекося заготовки на оправке под действием сил резания происходит по причине смещения головки поршня в упорной плоскости относительно центрирующей поверхности поршня. Смещение элементов поршня друг относительно друга обуславливает его упругую деформацию в месте наименьшей жесткости. Деформация пропадает только в момент раскрепления уже обработанного поршня, неблагоприятно влияя на форму юбки. Чтобы уменьшить значение деформации, необходимо уменьшать расстояние между центрирующей и упорной плоскостями. А чтобы исключить влияние деформации на готовое изделие необходимо сделать так, чтобы место наименьшей жесткости не находилось между упорной и центрирующей плоскостями.

Для уменьшения значения деформации необходимо существенное усложнение конструкции оправки и, возможно, изменение конструкции поршня, поэтому мы его рассматривать не будем. Второй вариант – исключение влияния деформации легко выполнимо, если в качестве упорной базы использовать обработанную поверхность юбки поршня. Даже нет необходимости в специально подготовленной базовой поверхности, выполняющей и упорную и центрирующую функции, так как центрирующую функцию выполнит ранее используемая конусная поверхность поршня.

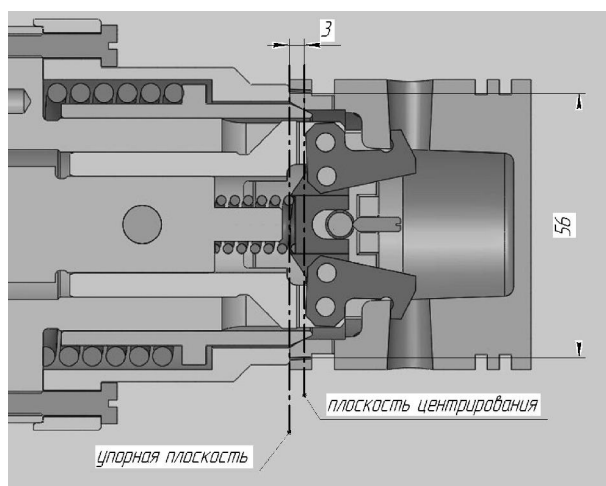


Рис. 3. Предлагаемая схема закрепления

Выше упоминалось, что решение использования черновой операции может также быть обусловлено решением задачи разгрузки точного станка от ударных нагрузок при отрезке прибыли и литников и использования менее функционального и менее точного станка для выполнения простых переходов. Таким образом, на черновой операции производится отрезка прибыли, подрезка юбки и

черновое точение наружной поверхности. Во время чистовой обработки окончательно выполняются все требуемые чертежом поверхности вращения, используя схему закрепления (рис. 3).

Предлагаемая схема закрепления не оказывает неблагоприятного влияния на форму конечного изделия по сравнению с предыдущей. Также она имеет более широкую упорную базовую поверхность (56 мм, против 43 мм в ранее используемой схеме).

#### Выводы

Предлагаемая схема закрепления (рис. 3) опробована и находится на этапе внедрения в серийное производство на ПАО «АВТРАМАТ».

В ходе работы были получены следующие результаты:

- Достигнута лучшая повторяемость формы и размеров по сравнению с использованием предыдущей схемы закрепления.
- Отклонение от цилиндричности при использовании новой схемы находится в пределах 0,005 мм – 0,01 мм, по сравнению с 0,02 – 0,03 мм старой схемы.

#### Список литературы:

1. Гордиенко Е.К. Повышение производительности обработки пальцевого отверстия поршня ДВС / Е.К. Гордиенко, А.В. Белогуб // *Авиационно-космическая техника и технология*. – Выпуск №8(75). – 2010 – С.80-83.
2. Белогуб А.В. Особенности проектирования и изготовления «безопасного» поршня для двигателя ВАЗ-21126 / А.В. Белогуб, А.А. Зотов, Е.К. Гордиенко, Е.А. Сергеев, Ю.В. Чистяков // *Авиационно-космическая техника и технология*. Выпуск №9(86). – 2011 – С.39-45.
3. 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.
4. Гордиенко Е.К. Повышение точности механической обработки тонкостенных поршней ДВС / Е.К. Гордиенко, А.В. Белогуб // *Двигатели внутреннего сгорания*. – 2008. – №1. – С.132-136.

#### Bibliography (transliterated):

1. Gordienko E.K. Povyshenie proizvoditel'nosti ob-rabotki pal'cevogo otverstija porshnja DVS / E.K. Gor-dienko, A.V. Belogub // *Aviacionno-kosmicheskaja tehnika i tehnologija*. – Vypusk №8(75). – 2010 – S.80-83.
2. Be-logub A.V. Osobennosti proektirovanija i izgotovlenija «bezopasnogo» porshnja dlja dvigatelja VAZ-21126 / A.V. Belogub, A.A. Zotov, E.K. Gordienko, E.A. Sergeev, Ju.V. Chistjakov // *Aviacionno-kosmicheskaja tehnika i tehnologija*. Vipusk №9(86). – 2011 – S.39-45.
3. Gordienko E.K. Opredelenie parametrov zakreplenija porshnja DVS v stanochnom prispособlenii dlja ego posledujuwej mehani-cheskoj obrabotki / E.K.Gordienko, A.S. Stribuľ, A.V. Belogub // *Dvigateli vnutrennego sgoranija*. – 2007. – №2. – S.51-55.
4. Gordienko E.K. Povyshenie tochnosti mehancheskoj obrabotki tonkostennyh porshnej DVS / E.K. Gordienko, A.V. Belogub // *Dvigateli vnutrennego sgoranija*. – 2008. – №1. – S.132-136.