

ogy). - 2003.- №2.- С. 130 – 135. 9. Маннапова О. В., Соколов О. Д., Олік А. П., Твердохліб В. І. Підвищення довговічності сполучення "кільце - поршень" електрофізичними видами обробки // *Аграрний вісник Причорномор'я. Технічні науки.* - 2007. - Вип. 40. - С. 144 - 154. 10. Гинцбург Б. Я. Теория поршневого кольца. - М.: Машиностроение, 1979. - 271 с. 11. Молдаванов В. П., Пикман А. Р., Авербух В. Х. Производство поршневых колец двигателей внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1980. - 199 с. 12. Молдаванов В. П., Соколов А. Д. Особенности фор-

мообразования поршневых колец с покрытиями, нанесенными плазменным напылением // *Двигателестроение.* – 1984. - № 2. - С. 33 – 36. 13. Соколов О. Д., Шофул І. І., Маннапова О. В. Вплив твердості покриттів на їх зносостійкість // *Проблеми техніки.* – 2005. - № 3. - с. 104 – 109. 14. Величкин И. Н., Шахназарян В. М., Чтчан Г. О., Айвазян Р. С., Оганесян Г. А., Соколов А. Д., Молдаванов В. П. Ускоренная оценка стойкости деталей дизелей против абразивного износа // *Тракторы и сельхозмашины.* - 1981. - № 10. - С. 5 – 7.

УДК 621.43

Е.К. Гордиенко, асп., А.В. Белогуб, канд. техн. наук

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ПОРШНЕЙ ДВС

Введение

Для заказчика, одним из основных требований, предъявляемых к поршню, является диаметр цилиндрической поверхности поршня – D_{δ} . Этот размер является определяющим при сборке двигателя. Традиционно общий (суммарный) допуск δ для поршней автомобильных двигателей составляет 40...50 мкм – 8-й квалитет – и разбит на 4...5 групп с допуском внутри группы по 10 мкм – 4-й квалитет. Требования, предъявляемые заказчиком к размерным группам различны для вторичного рынка и для сборочных предприятий. Так, если при работе на вторичный рынок заказчик предпочитает последние группы для номинального размера и первые для ремонтных, то для сборки необходим поршень, как правило, 2-х средних групп.

С существующем в ОАО «АВТРАМАТ» оборудовании и технологиями проблематично производить поршень заказанных групп для сборочных предприятий без «отходов» из поршней, не заказанных групп, что приводит к дополнительным издержкам производства, связанным с окончательным браком и накоплением поршней неходовых групп и реализацией их случайным заказчиком. В качестве

примера приведена статистика (рис.1) по поршню 21128-1004015Н, которая показывает, что при заказе поршня групп «В» и «С» в равных количествах из изготовленных по имеющейся технологии поршней, прямому заказчику отправляется 61%, еще 35% ждут реализации и 3% – в переплав.

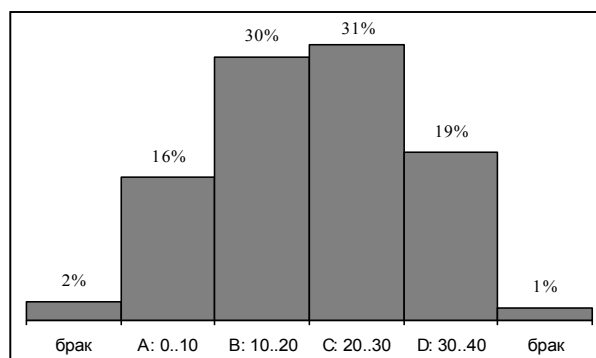


Рис. 1. Рассеяние диаметрального размера поршня ВАЗ 21128-1004015Н

В связи с вышеизложенным, предприятие имеет интерес к поиску резервов по точности обработки, связанных с пересмотром технологического процесса, выявлением причин и закономерностей, влияющих на отклонения диаметра внутри суммарного допуска и допуска внутри группы.

Комплексный анализ существующего технологического процесса

Комплексный анализ существующего технологического процесса представляет собой поиск возможных решений по повышению точности готового изделия. Некоторые аспекты были рассмотрены в [1] и [2].

Конечная цель данного анализа - определение факторов, увеличивающих несистематическую составляющую суммарной погрешности.

Уменьшение несистематической составляющей суммарной погрешности - прямой путь к повышению точности, так как систематическая составляющая сводится к нулю обычной подналадкой.

Ниже приведены возможные причины накопления несистематической составляющей суммарной погрешности:

1. Неоднородность материала, остаточные напряжения в теле отливки и в поверхностном слое. Термической обработке подвергается отливка, а не поршень после черновой токарной операции.

2. Операция расточки базовой поверхности: получение поверхности за одно врезание продольного суппорта. Используемое на заводе на данной операции оборудование позволяет получить базовую поверхность только таким способом. Как результат, при неправильной установке резца, даже с отклонением на малый угол α , не все точки базовой поверхности будут лежать в одной плоскости (рис.2). Это может повлиять на деформацию юбки при закреплении на последующей операции.

3. Порядок переходов чистовой копирной операции не благоприятствует постоянству формы заготовки: сложная трёхмерная поверхность поршня должна обрабатываться в последнюю очередь. Порядок переходов: получистовая обработка цилиндрической поверхности без учета формы профиля поршня, чистовая обработка цилиндрической поверхности (2 прохода по копиру), прорезка канавок поршневых

колец, подрезка юбки. Недостатком такой последовательности переходов является то, что перед прорезкой канавок поршневых колец используется дополнительное усилие зажима, при этом деталь деформируется сильнее, а по мере формирования канавок ещё и уменьшается её жесткость.

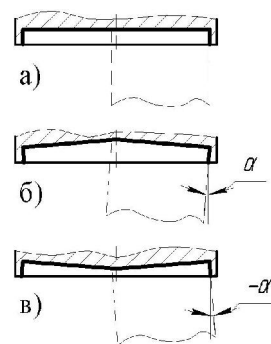


Рис. 2. Получение базовой поверхности

а) идеальный вариант

б, в) варианты с установкой резца с отклонением от номинального угла

4. Для прижима поршня к базовому кольцу на копирной операции используется цилиндрический палец, контактирующий с бобышкой по линии, в отличие, от сферического пальца, контактирующего в точке (рис. 3). Данный факт способствует значительной деформации заготовки, которая перенесётся на готовое изделие. Отсутствует однозначное ориентирование пальца по упору, что увеличивает несистематическую составляющую суммарной погрешности.

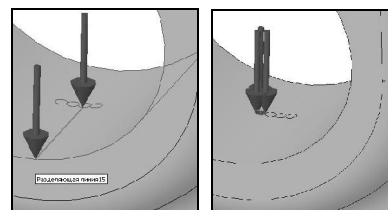


Рис. 3. Визуализация контактной поверхности

Технологические решения, которые необходимо принять по снижению несистематической составляющей суммарной погрешности и повышению точности готового изделия:

1. Термическая обработка поршня производится сразу после черновой токарной операции, это обеспечивает снятие остаточных напряжений в поверхностном слое и соответствие прочности, заложенной в чертеже.

2. Расточка базовой поверхности производится тем же методом, что и раньше. Однако на копирной операции геометрия базового кольца подбирается исходя из соображений минимальной деформации заготовки.

3. Порядок переходов чистовой копирной операции изменен: черновая обработка цилиндрической поверхности с учётом профиля поршня (изменение глубины резания по высоте поршня), прорезка канавок поршневых колец, подрезка юбки, чистовая обработка цилиндрической поверхности (1 проход, 2 прохода по необходимости).

4. Прижим пальца к базовому кольцу осуществлён сферическим пальцем, причем точки контакта расположены таким образом, чтобы деформации заготовки сводились к минимуму.

Для анализа деформаций, необходимого по п.п. 2,4, проведен численный эксперимент.

Численный эксперимент по минимизации деформаций от закрепления

Цель численного эксперимента - поиск минимальных и симметричных деформаций среди возможных случаев закрепления. Подобный анализ уже проводился в [3].

Расчет поршня произведен с одной конечно-элементной сетки. В силу его симметричности относительно плоскости отсечения, в качестве расчетной модели используется его половинка.

Считается, что поршень контактирует с базовым кольцом по концентрическим окружностям, указанным на рис. 4.

Поверхность, заключенная между этими линиями, не опирается на базовое кольцо, т.е. рассмат-

ривается худший вариант – перемещение точки, в которой измеряется прогиб (рис. 5), ограничено только жесткостью бобышки.

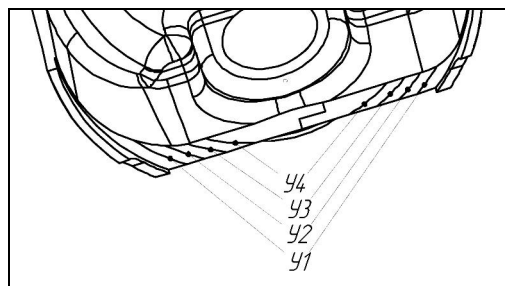


Рис. 4. Обозначение упоров

Замер перемещений производится в шести точках (т.1, т.2 ..т.6) так, как показано на рис. 5.

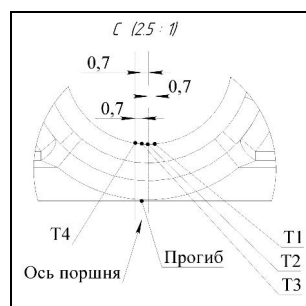
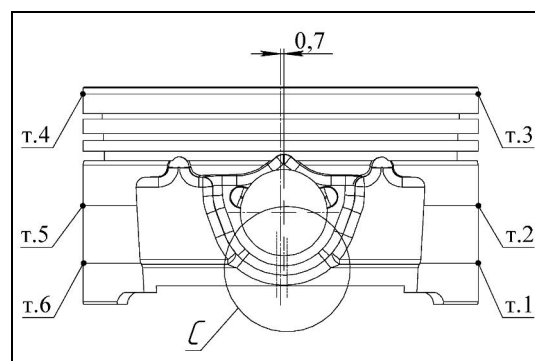


Рис. 5.

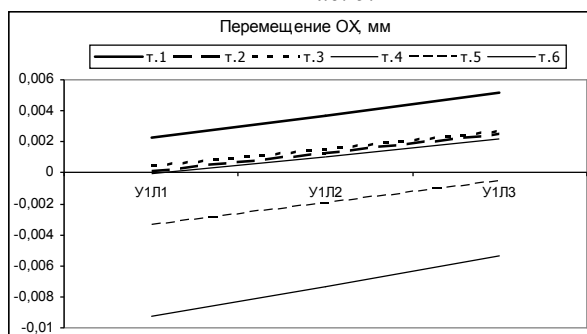


Рис. 6

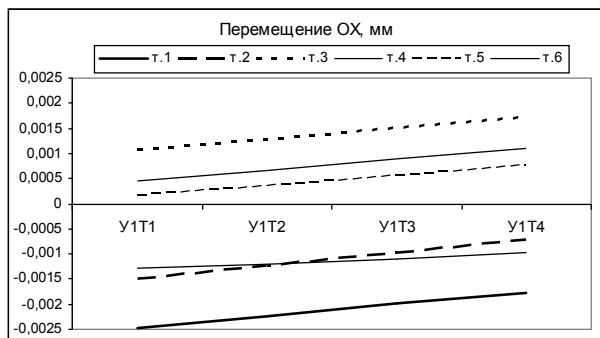


Рис. 7

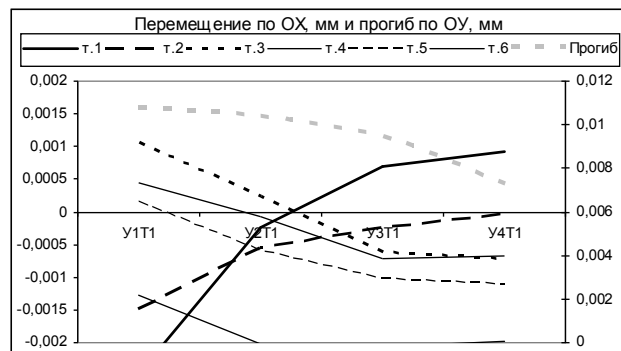


Рис. 8

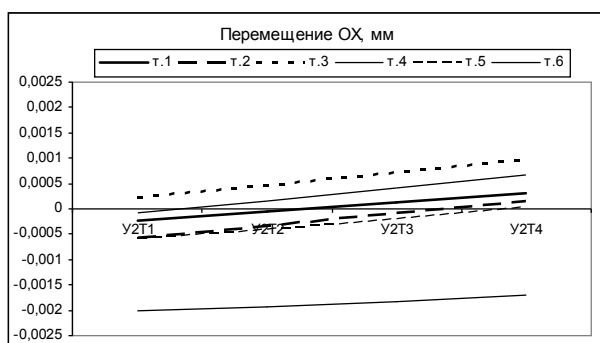


Рис. 9

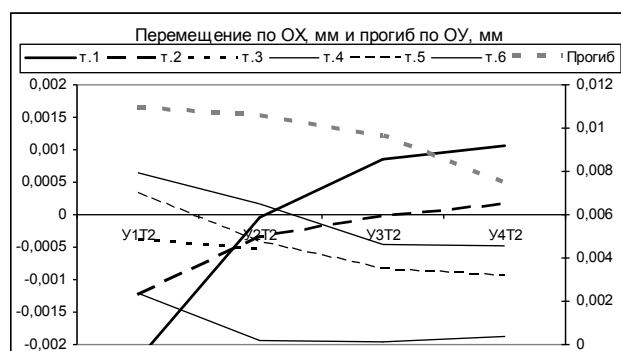


Рис. 10

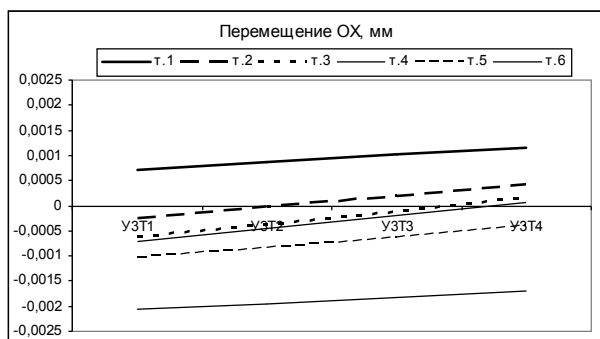


Рис. 11

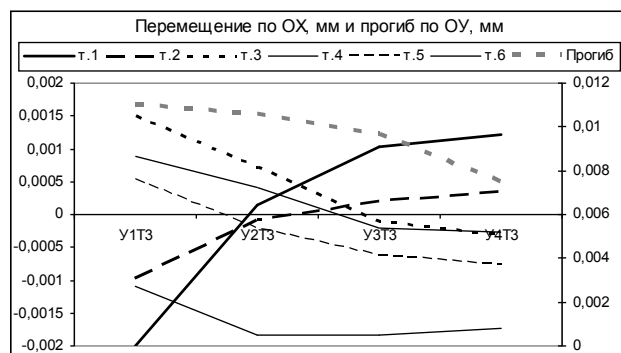


Рис. 12

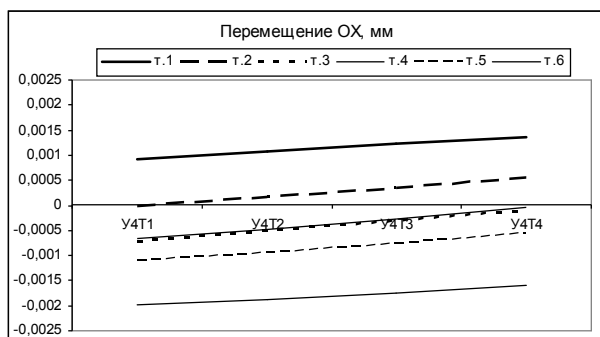


Рис. 13

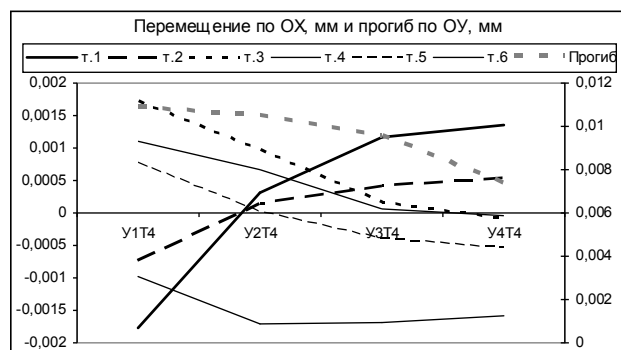


Рис. 14

Для поиска минимальных и симметричных деформаций рассматриваются следующие варианты возможных сочетаний контактов цилиндрического, сферического пальцев (рис. 5), базового кольца с

поршнем (рис. 4):

- U1L1, U1L2, U1L3, U1T2, U2T2, U3T2, U4T2 (контакт по L1 соответствующей T2, L2-T3, L3-T4 на упоре U1, и в точке T2 на различных упорах U1, U2, U3, U4).

– У1Т1, У1Т2 ..., У2Т1, У2Т2 .. У4Т4 (рассматриваются все возможные варианты контакта пальца в заданных точках на предусмотренных упорах).

Где У-упор, Л-контакт происходит по линии, Т-контакт происходит в точке.

Анализ результатов численного эксперимента

В случае, когда палец контактирует с поршнем по линии, наблюдаются значительные деформации в области юбки поршня в контролируемых точках 1 и 6 (рис. 6), в отличие от аналогичного случая с контактом в точке (рис. 7). Поэтому дальнейшие расчеты производились для случая со сферическим пальцем.

Прогиб базовой поверхности практически не зависит от точки приложения силы внутри бобышки, его величина тем больше, чем больше диаметр упорной поверхности базового кольца (рис. 8,10,12,14).

Положение точки приложения силы внутри бобышки (по центру холодильника) не оказывает значительного влияния на деформацию, как юбки, так и поршня в целом (рис. 7,9,11,13).

Наилучшим закреплением является прижим с опорой поршня на У3 (рис. 10) и У4 (рис. 12). Перемещения противоположных точек имеют близкие по модулю значения и противоположные знаки, что говорит о симметричности деформации.

Упор У1 является более благоприятным для восприятия поперечного усилия при врезании канавок поршневых колец, но в то же время, У4 соответствует минимальному прогибу базовой поверхности, поэтому опирание целесообразно производить не на торец цилиндра, а на «островок» заключенный между двумя концентрическими окружностями У3 и У4.

Заключение

После введения изменений, отраженных в п.п. 1,3 и 4 в технологический процесс механической обработки поршня 21128-1004015Н удалось значи-

тельно повысить точность обработки:

– Рассеяние диаметрального размера уменьшилось в два раза. Достигнута точность получения размера в пределах двух размерных групп, которая составляет 90% против 61% до модернизации.

– Окончательный брак по диаметру поршня отсутствует

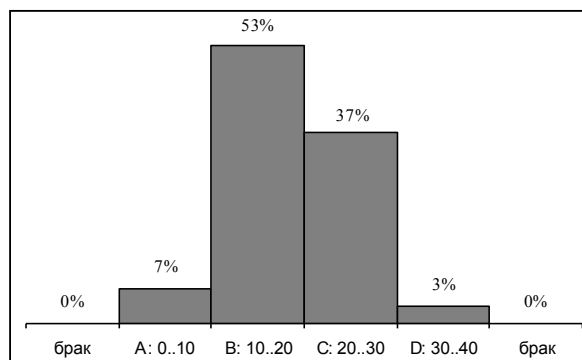


Рис. 15. Рассеяние диаметрального размера поршня ВАЗ 21128-1004015Н после введения изменений в технологический процесс механической обработки

Приведенная статистика не отражает изменение п. 2 по совершенствованию технологического процесса. То есть имеется резерв для дальнейшего повышения точности. Следующим этапом развития технологий планируется провести работу по снижению инерционности копирного приспособления.

Список литературы:

1. Белогуб А.В., Солоха О.А., Щербина А.Г., Стрибуль А.С., Гусев Ю.А. К вопросу о финишных операциях при обработке поршня// *Авиационно-космическая техника и технология: Сб. науч. тр.*– Харьков: ХАИ, 2003.–Вып. 40., С.146-149.
2. Сатич Н.Л., Белогуб А.В., Стрибуль А.С. Учет технологических факторов, влияющих на точность получения внешней поверхности юбки поршня и оценка возможности снижения брака в производстве// *Двигатели внутреннего сгорания.-2005.-№2.-С.70-73.*
3. Гордиенко Е.К., Стрибуль А.С., Белогуб А.В. Определение параметров закрепления поршня ДВС в станочном приспособлении для его последующей механической обработки// *Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. - №2. – С.51-55.*