

## **ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРШНЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫБОРА ЗАГОТОВКИ**

**Қосимова Замира., Акрамов Мухаммадали., Рубидинов Шохрух.,  
Омонов Абдукаххор., Олимов Анвар., Юнусов Мухаммадюсуф.**

Ферганский политехнический институт

[sh.rubidinov@ferpi.uz](mailto:sh.rubidinov@ferpi.uz)

### **АННОТАЦИЯ**

*В статье анализируются материалы, из которых изготовлены поршни, способы подготовки, маршрут обработки, чистота их поверхностей, долговечность.*

**Ключевые слова:** *заготовка, отливка, ковка, пруток, кокиль, литейное производство, поверхности, поршень, головка, юбка, тип производства.*

## **ACCURACY OF MANUFACTURING PISTONS DEPENDING ON THE CHOICE OF THE WORKPIECE**

**Kosimova Zamira., Akramov Muhammadali., Rubidinov Shokhrukh.,  
Omonov Abdukahhor., Olimov Anvar., Yunusov Muhammadyusuf.**

Fergana Polytechnic Institute

[sh.rubidinov@ferpi.uz](mailto:sh.rubidinov@ferpi.uz)

### **ABSTRACT**

*This article analyzes the materials used in the manufacture of pistons, methods of preparation, the route of machining and their surface cleanliness, durability.*

**Keywords:** *billet, casting, forging, rod, chill mold, foundry, surfaces, piston, head, skirt, type of production.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Поршень двигателя внутреннего сгорания одна из самых сложных и ответственных (нагруженных) деталей. Инерционные силы, возникающие в кривошипно-шатунном механизме при работе двигателя, увеличивают механические потери, снижают мощность, ресурс и максимальные обороты двигателя. По этой причине поршни современных высокооборотных двигателей изготавливаются из алюминиевых сплавов. Твердость алюминиевого сплава после литья и закалки находится в пределах 85...95 единиц по шкале Бринеля, для форсированных бензиновых двигателей или для дизелей этого недостаточно [1-5]. Твердость кованных поршней,

изготовленных из предварительно деформированных высококремнистых алюминиевых материалов АК4, АК12Д, (содержание кремния 10...12%), АК18Д (содержание кремния 17...19%) находится в пределах 115...135 единиц, а из гранулированного сплава 1379П доходит до 160 единиц по шкале Бринеля [6-8].

В процессе эксплуатации поверхность направляющей части поршня (юбки) должна иметь пятно контакта с поверхностью цилиндра и между указанными поверхностями должна сохраняться необходимая величина диаметрального зазора. Уменьшение пятна контакта приводит к повышенному износу поршня, а уменьшение зазора - к прихвату и заклиниванию мотора. Под воздействием сгорающей (в камере сгорания) рабочей смеси поршень нагревается и расширяется. Расширение происходит неравномерно, так как металл в конструкции поршня распределен неодинаково [9-11]. Кроме нагрева поршень подвергается давлению газов, воздействию сил инерции и, как следствие, деформируется. Для обеспечения заданного пятна контакта и создания масляного клина в месте контакта с поверхностью цилиндра поршню придают овальную форму в поперечном сечении и бочкообразную в продольном направлении. Подбор параметров овально-бочкообразного профиля выполняется для каждой модели поршня с учетом того, что при нагреве в двигателе он должен приближаться в поперечном сечении к окружности, а в продольном - к дуге с большим радиусом кривизны [12-16].

## **ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

Самые ответственные поверхности поршня - отверстие под палец, нижняя часть (юбка) и канавки под компрессионные и маслосъемные кольца. На упомянутые поверхности задается высокая точность взаимного расположения наружной и внутренней поверхностей, точность формы и размеров, соответствующие 6-8 квалитетам при высоте микронеровностей поверхности до Ra 0,32 мкм [17-20]. Для уменьшения трения скольжения на наружной поверхности юбки поршня задается микропрофиль в виде ломаной линии с шагом излома 0,34 мм и углом излома 10°. Существует несколько технологий изготовления заготовок поршней для двигателей внутреннего сгорания: литье в кокиль, литье под давлением, жидкая штамповка (разновидность литья под давлением), изотермическая штамповка. При изотермической штамповке исходный материал не расплавляют, а предварительно нагревают его до

состояния пластической деформации и штампуют на гидравлическом прессе в специальной оснастке [21-25].

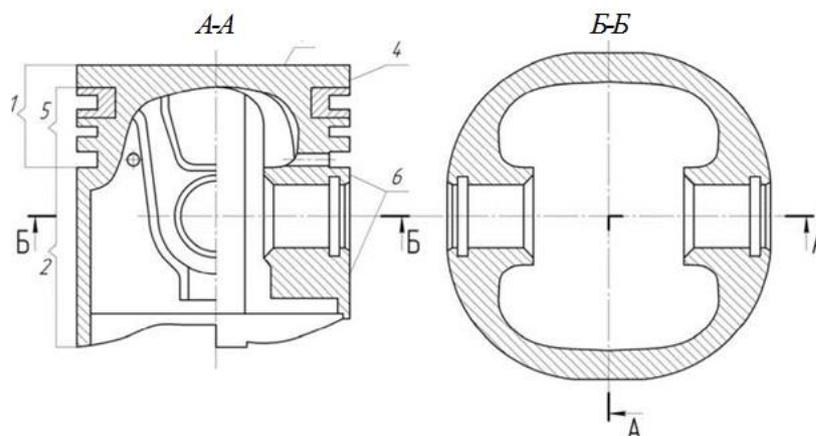


Рис. 1. Основные элементы поршня:

1 - головка; 2 - юбка; 3 - днище; 4 - жаровой (огневой) пояс; 5 - уплотняющие пояса; 6 - бобышки с отверстиями для поршневых пальцев

Поршень, как отливка, относится к литым заготовкам повышенной ответственности и соответственно высокой сложности. Наличие большой разницы в толщине стенок, значительных по объему тепловых узлов, применение в конструкции вставок из нирезиста, оформление кольцевых каналов для масляного охлаждения и т. п. выдвигает перед технологией литья ряд требований, как по металлургической подготовке расплава, так и по заполнению формы (кокиля), параметрам кристаллизации [26-32].

Метод самозаполнения, который успешно используется для получения фасонных отливок, позволяет обеспечить регулируемое заполнение формы расплавом с установленным расходом. Известно, что при реализации метода самозаполнения напор является величиной непостоянной (регулируемой) - функцией угла поворота кокиля ( $\varphi$ ) и в общем виде описывается формулой:

$$H = f(\varphi) \quad (1)$$

В свою очередь угол поворота кокиля ( $\varphi$ ) также переменная величина и представляет собой функцию времени ( $t$ ):

$$\varphi = f(t) \quad (2)$$

Из этого следует, что фактически напор ( $H$ ) является функцией времени ( $t$ ):

$$H = f(t) \quad (3)$$

Таким образом, при самозаполнении (согласно формулам ((1) - (3)) возможно управление напором при заливке путем осуществления поворота кокиля с управляемой скоростью по режиму, который определяется требованиями геометрии отливки.

Одновременно с этим возникает возможность автоматизировать предварительно отработанный режим заполнения кокиля расплавом, полностью исключив человеческий фактор из процесса и заметно стабилизируя качество литья.

Качество получаемой в кокиле отливки в значительной степени зависит от скорости его заполнения металлом, которая, в свою очередь, определяется параметрами литниковой системы: площадью сечения стояка и питателей и местом подвода питателей [33-36].

Применительно к получению отливок поршней с нирезистовой вставкой и каналом для масляного охлаждения важно обеспечить два обязательных условия получения качественной отливки: сваривание нирезистовой вставки с основным материалом отливки и отсутствие литейных дефектов в материале отливки (пористость, усадочные дефекты, неметаллические включения и т.п.).

Заполнение кокиля в стационарном положении при литье поршней не всегда позволяет обеспечить в полной мере все необходимые условия заполнения рабочей полости расплавом, кристаллизации отливки (различных ее зон), сваривание нирезистовой вставки с основным материалов отливки. В связи с этим применение метода самозаполнения позволяет более гибко управлять всеми названными выше процессами и обеспечить получение отливок требуемого качества.

При небольшой массе отливки поршня, целесообразно вести заполнение кокиля не через чашу, встроенную в конструкцию кокиля, а с использованием заливочного приспособления (например, ковша) непосредственно в литниковую чашу кокиля, который в это время наклоняется, т.е. в данном случае вариант самозаполнения совмещен с традиционной заливкой.

Высокие требования к технологии литья поршней, включая необходимость регулируемого охлаждения различных зон кокиля по заданной программе, а также жесткие условия работы кокилей, формообразующие их части целесообразно изготавливать из сталей типа 40X, 4X5МСФ и др. В этом случае рационально заготовки формообразующих частей получать методом литья. С целью обеспечения максимальной эффективности целесообразно использовать современные технологии получения литейной модельной оснастки.

Заготовки для штамповки нарезают из предварительно деформированного прутка, имеющего необходимый химический состав. Материал для него вначале отливается методом полу непрерывного литья в столб диаметром 400

миллиметров, затем, удаляя поверхностные дефекты литья, механической обработкой обдирают до диаметра 350 мм и прессуют до диаметра 80 мм.

После предварительного нагрева в печи до температуры штамповки (495° С) мерные заготовки помещают в матрицу и деформируют пуансоном. Далее штампованные заготовки поршней, проходят необходимую термическую обработку - закалку (выдерживают в печи 8 часов при температуре 495° С и охлаждение в воде) и искусственное старение (выдержка в печи 10 часов при температуре 180...200°С).

При механической обработке поршня заданные технологические требования выдерживаются при совмещении технологической базы с конструкторской базой (осью поршня). Ось, как технологическая база, реализована введением в конструкцию поршня двух внутренних конических поверхностей, одна из которых расположена на поверхности головки, а другая - около открытого торца юбки. Эти конические поверхности формируются на одной технологической операции (за один установ), сохраняются на протяжении всего технологического процесса и используются при механической обработке наиболее точных наружных поверхностей поршня [37-40]. Таким образом, реализуется принцип постоянства баз как на этапе изготовления поршня, так и при контроле точности взаимного расположения (соосность головки и юбки, перпендикулярность торца головки и торцов канавок под поршневые кольца к оси поршня и другие) и точности формы поверхностей (профили поперечных и продольных сечений головки и юбки).

Высокий процент кремния в металле предопределяет использование твердосплавного инструмента, как универсального, так и специально спроектированного для отдельных операций.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Технологический процесс, разработанный для условий мелкосерийного производства, реализуется на универсальных и специализированных металлорежущих станках. Процесс обеспечения заданной точности начинается с самой первой операции - обдирки, от которой зависит равномерность толщины стенок юбки и головки. Затем обрабатываются конические поверхности, с помощью которых реализуется ось поршня как теоретическая технологическая база. Далее следуют операции по формированию всех поверхностей, предусмотренных конструкцией поршня.

Наиболее ответственные операции - формирование овально-бочкообразного профиля и чистовая расточка отверстия под палец -

выполняются в самом конце технологического процесса. Эти операции осуществляются на высокоточных станках, со шпинделями, установленными на гидростатических опорах. Финишная обработка выполняется инструментами, оснащенными композиционными материалами. Все это позволяет выдержать высокие требования точности формы и размеров указанных поверхностей, согласно чертежу детали.

Овальнo-бочкообразный профиль поршня можно воспроизводить и на станках с числовым программным управлением.

## REFERENCES

1. Тураходжаев, Н. Д., Одилов, Ф. У., Асатов, С. Н., & Акрамов, М. М. Ў. (2020). ОҚ ЧЎЯННИНГ БАҲҚАРОР СТРУКТУРАСИНИ ТАЪМИНЛАЙДИГАН ТЕХНОЛОГИЯ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТИДА ЖОРИЙ ҚИЛИШ. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (1), 42-49.
2. SHIRINKHON, T., AZIZAKHON, T., & NOSIR, S. (2020). Methods For Reducing Metal Oxidation When Melting Aluminum Alloys. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 7(10), 77-82.
3. Косимова, З. М., & Акрамов, М. М. Ў. (2021). Технологические особенности изготовления поршней. *Scientific progress*, 2(6), 1233-1240.
4. Turakhodjaev, N., Saidmakhamadov, N., Turakhujaeva, S., Akramov, M., Turakhujaeva, A., & Turakhodjaeva, F. (2020). EFFECT OF METAL CRYSTALLATION PERIOD ON PRODUCT QUALITY. *Theoretical & Applied Science*, (11), 23-31.
5. Nodir, T. (2021). Development Of Technology To Increase Resistance Of High Chromium Cast Iron. *The American Journal of Engineering and Technology*, 3(03), 85-92.
6. Nomanjonov, S., Rustamov, M., Rubidinov, S., & Akramov, M. (2019). STAMP DESIGN. *Экономика и социум*, (12), 101-104.
7. Рубидинов, Ш. Ф. Ў. (2021). Бикрлиги паст валларга совуқ ишлов бериш усули. *Scientific progress*, 1(6), 413-417.
8. Рубидинов, Ш. Ф. Ў., & Ғайратов, Ж. Ғ. Ў. (2021). Штампларни таъмирлашда замонавий технология хромлаш усулидан фойдаланиш. *Scientific progress*, 2(5), 469-473.
9. Рубидинов, Ш. Г. У., & Ғайратов, Ж. Г. У. (2021). Кўп операцияли фрезалаб ишлов бериш марказининг тана деталларига ишлов беришдаги унумдорлигини

тахлили. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(9), 759-765.

10. Рубидинов, Ш. Ф. Ў., & Акбаров, К. И. Ў. (2021). МАШИНАСОЗЛИКДА СОЧИЛУВЧАН МАТЕРИАЛЛАРНИ ТАШИШДА ТРАНСПОРТЕР ТИЗИМЛАРИНИНГ АҲАМИЯТИ. *Scientific progress*, 2(2), 182-187.

11. Тешабоев, А. Э., Рубидинов, Ш. Ф. Ў., Назаров, А. Ф. Ў., & Файратов, Ж. Ф. Ў. (2021). Машинасозликда юза тозалигини назоратини автоматлаш. *Scientific progress*, 1(5).

12. Юсуфжонов, О. Ф., & Файратов, Ж. Ф. (2021). ШТАМПЛАШ ЖАРАЁНИДА ИШЧИ ЮЗАЛАРНИ ЕЙИЛИШГА БАРДОШЛИЛИГИНИ ОШИРИШДА МОЙЛАШНИ АҲАМИЯТИ. *Scientific progress*, 1(6), 962-966.

13. Omonov, A. A. O. G. L. (2021). HAVO YOSTIQLI KONVEYERLARNING FIK NI OSHIRISH. *Scientific progress*, 1(6), 967-971.

14. Holes, D. D. (2021). Chuqur teshiklarni parmalash.

15. Omonov, A. A. O. G. L. (2021). Chuqur teshiklarni parmalash. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(9), 91-96.

16. Medatovna, K. Z., & Igorevich, D. D. (2021). Welding Equipment Modernization. *International Journal of Human Computing Studies*, 3(3), 10-13.

17. Qosimova, Z. M. (2021). Influence of The Design of The Rolling Roller on The Quality of The Surface Layer During Plastic Deformation on the Workpiece.

18. Рустамов, М. А. (2021). Методы термической обработки для повышения прочности зубчатых колес. *Scientific progress*, 2(6), 721-728.

19. Акрамов, М. М. (2021). ДЕТАЛЛАРНИНГ ЮЗАЛАРИНИ КИМЁВИЙ-ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШГА ҚАРАТИЛГАН ТАКЛИФЛАР. *Scientific progress*, 2(6), 123-128.

20. Акрамов, М. М. (2021). Повышение физико-механических свойств стальных деталей при пластической деформационной обработке. *Scientific progress*, 2(6), 129-133.

21. Тураходжаев, Нодир Джахонгирович, et al. "ОҚ ЧЎЯННИНГ БАРҚАРОР СТРУКТУРАСИНИ ТАЪМИНЛАЙДИГАН ТЕХНОЛОГИЯ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТИДА ЖОРИЙ ҚИЛИШ." *Journal of Advances in Engineering Technology* 1 (2020): 42-49.

22. SHIRINKHON, TURAKHUDJAEVA, TURAKHUJAEVA AZIZAKHON, and SAIDMAKHAMADOV NOSIR. "Methods For Reducing Metal Oxidation When Melting Aluminum Alloys." *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology* 7.10 (2020): 77-82.

23. Косимова, Замира Медатовна, and Мухаммадали Муроджон Ўғли Акрамов. "Технологические особенности изготовления поршней." *Scientific progress* 2.6 (2021): 1233-1240.
24. Turakhodjaev, Nodir, et al. "EFFECT OF METAL CRYSTALLATION PERIOD ON PRODUCT QUALITY." *Theoretical & Applied Science* 11 (2020): 23-31.
25. Nodir, Turakhodjaev. "Development Of Technology To Increase Resistance Of High Chromium Cast Iron." *The American Journal of Engineering and Technology* 3.03 (2021): 85-92.
26. Nomanjonov, S., et al. "STAMP DESIGN." *Экономика и социум* 12 (2019): 101-104.
27. Рубидинов, Шохрух Ғайратжон Ўғли. "Бикрлиги паст валларга совуқ ишлов бериш усули." *Scientific progress* 1.6 (2021): 413-417.
28. Рубидинов, Шохрух Ғайратжон Ўғли, and Жасурбек Ғайратжон Ўғли Ғайратов. "Штампларни таъмирлашда замонавий технология хромлаш усулидан фойдаланиш." *Scientific progress* 2.5 (2021): 469-473.
29. Рубидинов, Шохрух Ғайратжон Угли, and Жасурбек Ғайратжон Угли Ғайратов. "Кўп операцияли фрезалаб ишлов бериш марказининг тана деталларига ишлов беришдаги унумдорлигини тахлили." *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences* 1.9 (2021): 759-765.
30. Рубидинов, Шохрух Ғайратжон Ўғли, and Камолиддин Инхомали Ўғли Акбаров. "МАШИНАСОЗЛИКДА СОЧИЛУВЧАН МАТЕРИАЛЛАРНИ ТАШИШДА ТРАНСПОРТЕР ТИЗИМЛАРИНИНГ АҲАМИЯТИ." *Scientific progress* 2.2 (2021): 182-187.
31. Тешабоев, Анвар Эргашевич, et al. "Машинасозликда юза тозалигини назоратини автоматлаш." *Scientific progress* 1.5 (2021).
32. Юсуфжонов, О. Ғ., and Ж. Ғ. Ғайратов. "ШТАМПЛАШ ЖАРАЁНИДА ИШЧИ ЮЗАЛАРНИ ЕЙИЛИШГА БАРДОШЛИЛИГИНИ ОШИРИШДА МОЙЛАШНИ АҲАМИЯТИ." *Scientific progress* 1.6 (2021): 962-966.
33. Omonov, Abduqahhor Abdiraxmon O'G'Li. "HAVO YOSTIQLI KONVEYERLARNING FIK NI OSHIRISH." *Scientific progress* 1.6 (2021): 967-971.
34. Holes, DRILLING DEEP. "Chuqur teshiklarni parmalash." (2021).
35. Omonov, Abduqahhor Abdiraxmon O'G'Li. "Chuqur teshiklarni parmalash." *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences* 1.9 (2021): 91-96.

36. Medatovna, Kosimova Zamira, and Dzhemilov Denis Igorevich. "Welding Equipment Modernization." *International Journal of Human Computing Studies* 3.3 (2021): 10-13.
37. Qosimova, Z. M. "Influence of The Design of The Rolling Roller on The Quality of The Surface Layer During Plastic Deformation on the Workpiece." (2021).
38. Рустамов, Мухаммадазим Акбаралиевич. "Методы термической обработки для повышения прочности зубчатых колес." *Scientific progress* 2.6 (2021): 721-728.
39. Акрамов, Максаджон Мухторович. "ДЕТАЛЛАРНИНГ ЮЗАЛАРИНИ КИМЁВИЙ-ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШГА ҚАРАТИЛГАН ТАКЛИФЛАР." *Scientific progress* 2.6 (2021): 123-128.
40. Акрамов, Максаджон Мухтарович. "Повышение физико-механических свойств стальных деталей при пластической деформационной обработке." *Scientific progress* 2.6 (2021): 129-133.