

ПОВЫШЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМОАППАРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Мустафаев М.А.¹, Якубов А.С.² Email: Mustafaev1135@scientifictext.ru

¹Мустафаев Мамут Алиевич – магистрант;

²Якубов Асан Серверович – магистрант,

кафедра технологии машиностроения, инженерно технологический факультет,
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Республики Крым
Крымский инженерно-педагогический университет,
г. Симферополь

Аннотация: в статье предложены и проанализированы новые решения научно-технической задачи повышение герметичности резьбовых соединений деталей пневмоаппаратуры на основе применения деформирующего инструмента для обработки глухих отверстий.

Приведены результаты теоретического исследования метода механической обработки резьбовых отверстий при применении деформирующего инструмента с учетом моделирования процесса формообразования дюймовых резьб в глухих отверстиях деформирующим инструментом, а также результаты экспериментов, проведенных с применением нового деформирующего инструмента при обработке деталей из сплава АК12М2, изготовленных на заводе ОАО «Пневматика».

Ключевые слова: повышение герметичности резьбовых соединений, технологический процесс, алюминиевые сплавы, газоусадочная пористость, резьбовое соединение, деформирующий инструмент.

INCREASE OF SEALING OF THREADED CONNECTIONS ON THE BASIS OF THE APPLICATION OF THE DEFORMATION TOOL

Mustafaev M. A.¹, Yakubov A.S.²

¹Mustafaev Mamut Alievich – Undergraduate;

²Yakubov Asan Serverovich - Undergraduate,

CHAIR TECHNOLOGY OF ENGINEERING, ENGINEERING AND TECHNOLOGY FACULTY,
STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF CRIMEA
CRIMEAN ENGINEERING AND PEDAGOGICAL UNIVERSITY,
SIMFEROPOL

Abstract: the article proposes and analyzes new solutions to the scientific and technical problem of increasing the tightness of threaded joints of pneumatic equipment parts using a deforming tool for processing blind holes. The results of a theoretical study of the method of machining threaded holes with the use of a deforming tool are given, taking into account the modeling of the process of shaping inch threads in deaf holes with a deforming tool, as well as the results of experiments carried out with the use of a new deforming tool for processing parts made of the AK12M2 alloy manufactured at the Pnevmatika plant.

Keywords: tightening of threaded joints, technological process, aluminum alloys, gas-tight porosity, threaded connection, deforming tool.

УДК 621.91

Постановка проблемы.

В промышленности на различных предприятиях в технологических процессах обеспечение герметичности литых деталей выполняется методом пропитки в вакууме и применением различных герметиков. Но, вследствие влияния линейных и объемных температурных расширений на изделие в процессе эксплуатации, эти методы не обеспечивают получения герметичных разъемных соединений.

Технологический переход вакуумирования при литье под давлением не устраняет полностью газоусадочную пористость [1]. Не представляется также возможным с помощью технологических приемов удалить воздух с пресс формы и газы, возникающие от сгорания смазки.

Следовательно, или в процессе формирования резьбы, или предварительно перед ним необходимо «закрыть» эти поры и изолировать их друг от друга. Одним из приемов технологического процесса может являться применение деформирующего инструмента.

Анализ литературных источников показал возможность получения резьбы данным методом, но прочных материалов не склонных к охрупчиванию и растрескиванию в процессе деформирования [2].

В связи с этим для получения плотного безпористого поверхностного слоя возникает необходимость разработки технологии обеспечения герметичности резьбовых соединений при изготовлении деталей из

материалов с газо-усадочной пористостью на основе разработки технологии включающую в себя деформирующий инструмент.

Существуют различные методы и варианты получения резьб. Выбор метода обработки зависит от требуемого времени на изготовление, точности и качества получаемой резьбы (рис.1.).



Обработка
резанием

Прессование

Накатывание

Рис. 1. Различные методы получения резьб

Для обработки резьбы точением, фрезерованием и нарезания резьбы метчиками, обычно используют режущие инструменты из твердого сплава и быстрорежущей стали (рис.2.).



Обработка
резьбы точением

Резьбо-
фрезерование

Нарезание
резьбы
метчиками

Вихревое
резьбо-
нарезание

Резьбо-
шлифование

Рис. 2. Методы обработки резьбы резанием

Параметры детали и технические характеристики оборудования являются основными факторами, влияющими на выбор метода и типа инструмента для получения резьбы. Для обеспечения герметичности резьбовых соединений в литых деталях с газо-усадочной пористостью применяют различные герметики или метод вакуумной пропитки компаундами. Однако, возникающие в процессе эксплуатации изделия линейные и объемные температурные расширения, могут снижать работоспособность изделий из-за потери герметичности разъемных соединений [3, 4].

Очевидно, при механической обработке корпусной детали необходимо в процессе формирования резьбы в корпусных деталях пневмоаппаратуры или предварительно перед ним «закрыть» эти поры и изолировать их друг от друга. Способ подготовки поверхностного слоя глухих отверстий в литых алюминиевых сплавах может основываться на применении специального деформирующего инструмента. Разработка технологии с применением деформирующего инструмента позволит получить плотный безпористый поверхностный слой и обеспечить герметичность резьбовых соединений в деталях, полученных методом ЛПД. Таким образом, обеспечение качества изготовления глухих резьбовых отверстий в корпусных деталях из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью для обеспечения герметичности резьбовых соединений в изделиях пневмоаппаратуры, работающих под давлением до 1МПа является актуальной задачей.

Цель статьи: повышение герметичности резьбовых соединений в корпусных деталях из алюминиевых сплавов, полученных литьем под давлением (с газоусадочной пористостью).

На основе методики определения коэффициента трения показанной в работе [5], разработали методику для определения параметров инструмента и его режимов работы с учетом показателей качества поверхности, для литого алюминиевого сплава АК12М2.

С учетом данных, полученных ранее в работах Розенберга А.М., Розенберга О.А., Цеханова Ю.А., Шейкина С.Е., для моделирования поверхностно пластического деформирования сплава АК12М2, угол рабочего конуса мы примем в пределах от 3° до 8°, ширина контакта деформирующей части инструмента соответственно должна лежать в пределах от 2 до 5 мм. Ширина менее 2 мм не позволит выполнить обкатывание с поперечной подачей из-за недостаточной прочности выступа деформируемого выступа модели, а размер ширины более 5 мм нерационально завышен с точки зрения как глубины

деформирования так и возникающих усилий деформирования. Угол задней поверхности β выбран величиной в 15° по аналогии с режущим клином. Для исследования закономерностей механики ППД рядом авторов следующая методика: ППД осуществляется по наружной поверхности цилиндрической литой заготовки получаемой литьем под давлением из сплава АК12М2.

Для обеспечения пористости такой же, как у обработанных изделий модели (заготовки) отливались при тех же технологических условиях, но с разными плотностями. Плотность варьировалась с помощью применения различных усилий прессования при литье для обеспечения адекватности модели к производственным изделиям. Параметры плотности определялись по известным зависимостям с точностью $\pm 0.001 \text{ г/см}^3$.

Обкатка проводилась с помощью деформирующих инструментов. Деформирующие инструменты были изготовлены с помощью перешлифовки прямых проходных резцов из быстрорежущей стали марки P6M5K5 [6].

Структурный анализ показал, что при выглаживании поверхности формируются аналогично, но при этом предварительно корка удаляется отбачиванием. Для формирования плотного поверхностного слоя необходимы большие сдвиговые деформации, при которых происходит «залечивание» пор.

В работах [3-6] применили многоцикловое (ступенчатое) ППД с числом циклов 8-15. Для этого были нарезаны выступы (пазы) для каждого из выступов на каждой из моделей применили свое количество циклов тем самым нам представилась возможность проанализировать влияние количества циклов на качество поверхности. Циклом считали контактное взаимодействие модели с деформирующим инструментом за один оборот шпинделя. Количество оборотов шпинделя 25 об/мин и поперечную подачу 0.05 мм/об приняли согласно рекомендациям по скорости деформирования.

В ходе проведения экспериментов были получены следующие данные для заготовки с плотностью $\rho=2.735 \text{ г/см}^3$ и инструментом с углом деформации 4 градуса при скорости деформации $\xi=3,77 \text{ м/мин}$, $S_p=0,05 \text{ мм/об}$. Из макроснимков было определено, что закрытие поры после 8 ми циклов происходит не полностью и как следствие не происходит сдвиговых деформаций. Исходя из этих данных мы видим что данные режимы не являются оптимальными. Следовательно, количество циклов должно быть увеличено. [6]

В дальнейшем для этой же заготовки, проведя ряд сравнений пор до и после деформирования пришли к выводу, что наиболее оптимальными режимами являются угол деформации 4 градуса при скорости деформации $\xi=3,77$ и 13 циклов нагружения.

Для выявления эффекта «закрытия» пор и наиболее качественной поверхности мы использовали визуальные методы наблюдения с помощью микротвердомера ПМТ-3. Поры и макротрещины на поверхности заготовки были сфотографированы до и после ППД. На основании этих данных мы можем утверждать, что при ППД алюминиевого сплава АК12М2 возможно получение качественной поверхности. Сравнивая значения мы пришли к тому, что скорость деформации при ХПД влияет не так значительно на качество поверхности АК12М2 как количество циклов и угол деформации [5-7].

Следовательно, или в процессе формирования резьбы, или предварительно перед ним необходимо методом пластического деформирования «закрыть» эти поры и изолировать их друг от друга.

Была изучена возможность такого уплотнения непосредственно в процессе формирования резьбы с помощью деформирующих метчиков.

В данном классе деталей применяются герметичные соединения с помощью конических и трубных резьб. Большинство выполненных в настоящее время исследований такого процесса, подробно изучалось в работах [4, 5, 6].

На основе работ [3-7] разработаны конструкции на деформирующие метчики. Однако процесс получения методом выдавливания трубной резьбы в настоящее время мало изучен и отсутствует ГОСТ на изготовление соответствующих деформирующих метчиков. Для изготовления имеющихся метчиков по выдавливанию метрических резьб были по аналогии изготовлены деформирующие метчики для получения трубных резьб $1/2"$, $3/4"$, $1"$ (Рис. 5).

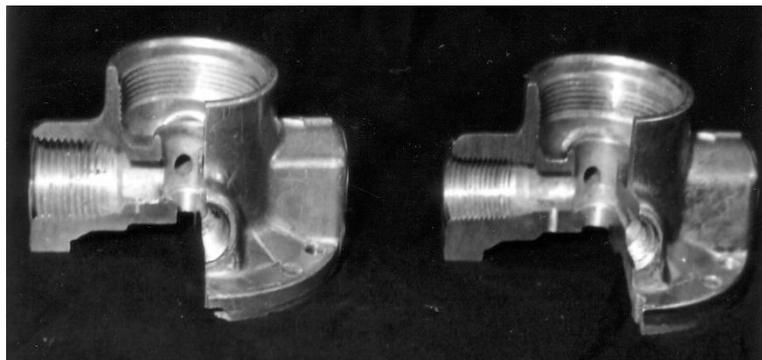


Рис. 3. Корпус ПКР 25

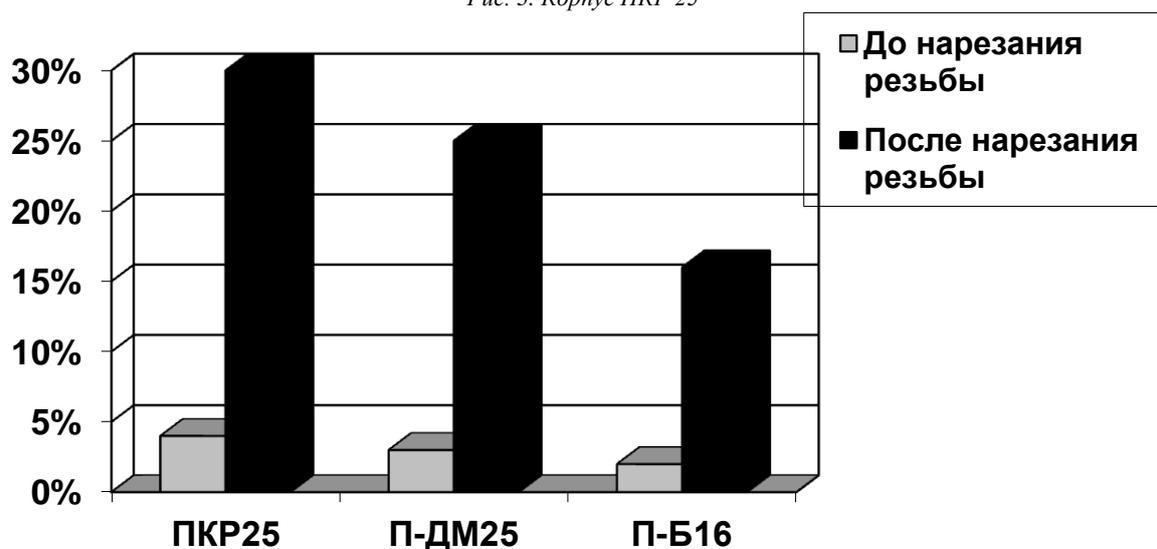


Рис. 4. Влияние нарезания резьбы на герметичность деталей



Рис. 5. Деформирующие метчики для трубных резьб

Поскольку детали изготавливают из алюминиевых сплавов, была изучена возможность получения с их помощью резьб большого диаметра 1/2", 3/4", 1" (Рис.4) для изделий пневмоаппаратуры ОАО Пневматика (рис. 3).

Исследование показало, что при обработке детали ПКР25 до нарезания резьбы традиционным методом (рис. 4) негерметичность деталей составляла не более 5%, а после механической обработки около 30%, а такие детали как П-ДМ25 и П-Б16 после обработки отбраковывали от 15 - 25%, что связано с их габаритами.

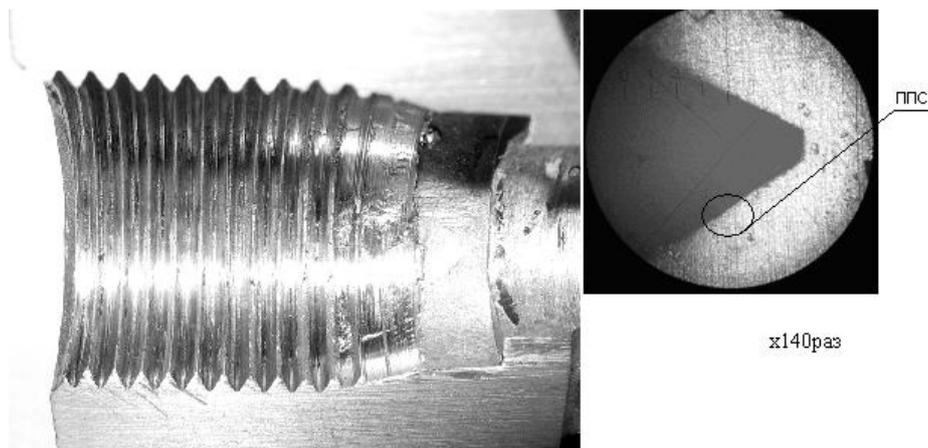


Рис. 6. Обработанная деформирующим метчиком деталь ПКР25 из АК12М2.

Проведя обработку деформирующим метчиком детали ПКР25 (рис. 6) пришли к выводу, что данным методом изготовление резьбы в принципе возможно.

Однако металлографические исследования показали, что:

1. В процессе выдавливания происходит разрушение хрупкой литевой корки с трещинами, выходящими на поверхность резьбы, что приводит к существенному снижению герметичности.

2. Пластическая деформация от профиля резьбы распространяется внутрь металла незначительно и не превышает 0,2 мм. Такой глубины поверхностно деформационного слоя недостаточно чтобы, «закрыть» (ликвидировать) пористость на глубину 1-2 мм.

Выводы.

1. На основе системного анализа проблемы обеспечение качества изготовления и получения герметичных резьбовых соединений в корпусных деталях из алюминиевых сплавов, полученных литьем под давлением (с газоусадочной пористостью), установлено, что при получении резьб традиционными методами с использованием режущих метчиков происходит «вскрытие» пор, которые могут образовывать систему сквозных каналов и стать причиной брака (до 30% изделий), не устранимого даже последующими методами пропитки компаундами.

2. Разработан новый технологический переход с использованием деформирующего инструмента как часть нового технологического процесса обработки глухих резьбовых отверстий в корпусных деталях из алюминиевых сплавов с газоусадочной пористостью.

Список литературы / References

1. *Абдулкеримов И.Д., Падерин В.Н.* Расчет предполагаемого объема пористости и неметаллических включений при проектировании отливок, получаемых литьем под давлением, и их влияние на негерметичность. Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 16. Технические науки. Симферополь: НИЦ КИПУ, 2008. С. 54-57
2. *Меньшаков В.М., Урлапов Г.П., Серета В.С.* Бесстружечные метчики. М. «Машиностроение», 1976. - 167 с.
3. *Абдулкеримов И.Д.* Обеспечение качества изготовления глухих резьбовых отверстий в корпусных деталях из алюминиевых сплавов с газоусадочной пористостью деформирующим инструментом / А.А. Пермяков, И.Д. Абдулкеримов // Сборник научных трудов «Проблемы проектирования и автоматизации в машиностроении: сборник научных трудов». Серия: «Проектирование и применение режущего инструмента в машиностроении» / Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. [Текст]. Ирбит: ЗАО «ОНИКС», 2015. С. 84-91.
4. *Пермяков А.А.* Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей на основе поверхностно-пластического деформирования / А.А. Пермяков, И.Д. Абдулкеримов // Наукові нотатки: зб. наук. праць. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. Вип. 52. С. 231-236.
5. *Abdulkerimov I., Permyakov A.* Development of technological support of qualitative threaded joints of parts made of aluminum alloys //Technology audit and production reserves, 2017. T. 2. №. 1 (34). С. 4-8.
6. *Абдулкеримов И.Д.* Технологическое обеспечение герметичности резьбовых соединений деталей пневмоаппаратуры на основе поверхностно пластического деформирования //Резание и инструменты в технологических системах, 2014. № 84. С. 3-10.
7. *Абдулкеримов И.Д.* Технология получения качественных резьбовых соединений деталей из силуминовых сплавов деформирующим инструментом // Таврический научный обозреватель, 2016. – Т. 16. № 11. С. 207-211.