

УДК 621.771(075): 621.73

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СМАЗАННЫХ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБРАЗЦОВ ИЗ МАТЕРИАЛА АД0

© 2017 Г.В. Чертков, А.В. Лаврин, К.К. Пилла, А.П. Батурич

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 17.04.2017

В статье приводятся результаты исследования коэффициентов трения смазанных деталей из алюминиевого сплава АД0 с микроструктурированной поверхностью. Целью исследований было воссоздать условия при глубокой вытяжке цилиндрической детали и измерить коэффициенты трения при взаимодействии трущихся поверхностей. Для экспериментального исследования использовались трибометр CSM Instruments и профилометр Surtronic 25. Анализ результатов исследований показал снижение коэффициента трения при наличии микроструктурированной поверхности. Уменьшение величины коэффициента трения было достигнуто за счет предварительного тиснения поверхности листовой заготовки, обращенной к зеркалу матрицы, в виде большого количества микро углублений, которые эффективно удерживают смазку при штамповке, что позволяет снизить коэффициент трения.

Ключевые слова: глубокая вытяжка, утонение стенки, коэффициент трения, тиснение поверхности, микроструктурированная поверхность.

ВВЕДЕНИЕ

Полюе тонкостенные осисимметричные детали, полученные из листа алюминиевого сплава процессом вытяжки, имеют широкое применение в авиастроении за счет достаточно высокой прочности, жесткости и небольшого веса.

Практика изготовления таких деталей путём листовой штамповки показывает, что коэффициент вытяжки снижается при уменьшении относительной толщины заготовки. Объяснение этому явлению, как показал анализ существующих источников, заключается в следующем: при вытяжке тонкостенных деталей требуется более сильный прижим для ликвидации гофрообразования фланца. Это приводит к увеличению сил трения, росту напряжений в опасном сечении и разрушению заготовки.

Следовательно, одним из путей снижения вероятности разрушения заготовки при вытяжке тонкостенных деталей является уменьшение сил трения на контактирующих поверхностях заготовки с матрицей и прижимом. Применение любых видов смазок становится малоэффективным при увеличении уси-

лия прижатия, так как смазка выдавливается из зоны контакта.

Решение данной проблемы видится в следующем: если на поверхности заготовки, обращенной к зеркалу матрицы, сформировать микроструктурированную поверхность в виде большого количества микро углублений, то такая поверхность, предварительно покрытая смазкой, при сильном прижатии будет удерживать смазку в микроуглублениях. В результате сила трения должна уменьшиться и, соответственно, должны уменьшиться напряжения в опасном сечении вытягиваемой детали.

Цель данного исследования: изучение коэффициента трения на поверхности трущихся деталей в зависимости от наличия микроструктурирования [1].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Были изготовлены 4 образца из алюминиевого сплава АД0, толщиной 1,78 мм с разной микро структурированной поверхностью. Для формирования микро углублений на поверхности алюминиевых заготовок, был применен разработанный на кафедре обработки металлов давлением способ получения тисненых листов с неглубоким рельефом путем их прокатки в гладких цилиндрических валках (образец 1), а также прокатки с использованием «спутника» в виде бумаги (образец 2), капроновой ткани (образец 3), и медицинского бинта (образец 4). Из прокатанных листов были изготовлены круглые образцы (рис. 1).

Чертков Геннадий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры обработки металлов давлением. E-mail: chertkovgv@inbox.ru

Лаврин Андрей Владимирович, аспирант кафедры основ конструирования машин.

Пилла Кловис Коие, ассистент кафедры основ конструирования машин. E-mail: pillaclovis@gmail.com

Батурич Алексей Павлович, студент.

E-mail: Alexey.baturin89@gmail.com

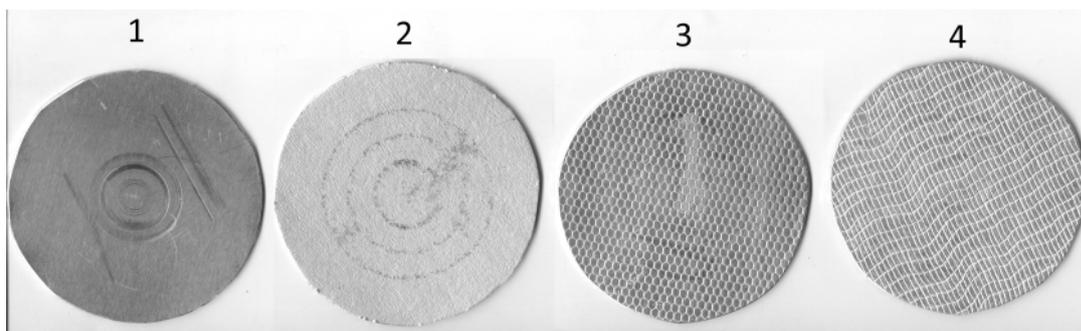


Рис. 1. Образцы из алюминиевого сплава АД0 1 – 4 с микроструктурированной поверхностью

Испытания образцов проводилось на кафедре основ конструирования машин Самарского национально-исследовательского университета. Величина шероховатости оценивалась с помощью профилометра Surtronic 25 производства Taylor Hobson с точностью измерения 2%. Данный прибор является портативным, автономным инструментом для измерения поверхностной структуры и предназначен для использования в мастерской или лаборатории. Он позволяет измерить параметры оценки структуры поверхности: Ra, Rz, Rt, Rp, Rmr, R_{Pc}, Rv, Rz_{lmax}, Rsk, Rda. Оценки параметров и другие функции инструмента – базируются на микропроцессорных вычислениях. Результаты измерения отображаются на жидко кристаллическом экране и могут быть выведены на принтер или компьютер для дальнейшей оценки (рис. 2).

Измерение коэффициента трения проводилось с помощью трибометра CSM Instruments. Данный прибор позволяет определять коэффициент трения и интенсивность износа различных пар трения при заданных рабочих параметрах (рис. 3).

Коэффициент трения скольжения определялся по схеме плоскость – плоскость, где площадь соприкосновения составляла 176,7 мм². В качестве нагрузки использовались специальные грузы общим весом 10 Н, что обеспечивало контактное удельное давление 56,6 кПа. Скорость скольжения в эксперименте составляла 50 мм/с. Испытания проводились в течении 15 секунд для каждого образца, при возвратно поступательном движении. При окружающей температуре 24°С. При относительной влажности воздуха 63%, которая поддерживалась постоянной с помощью сплит системы.

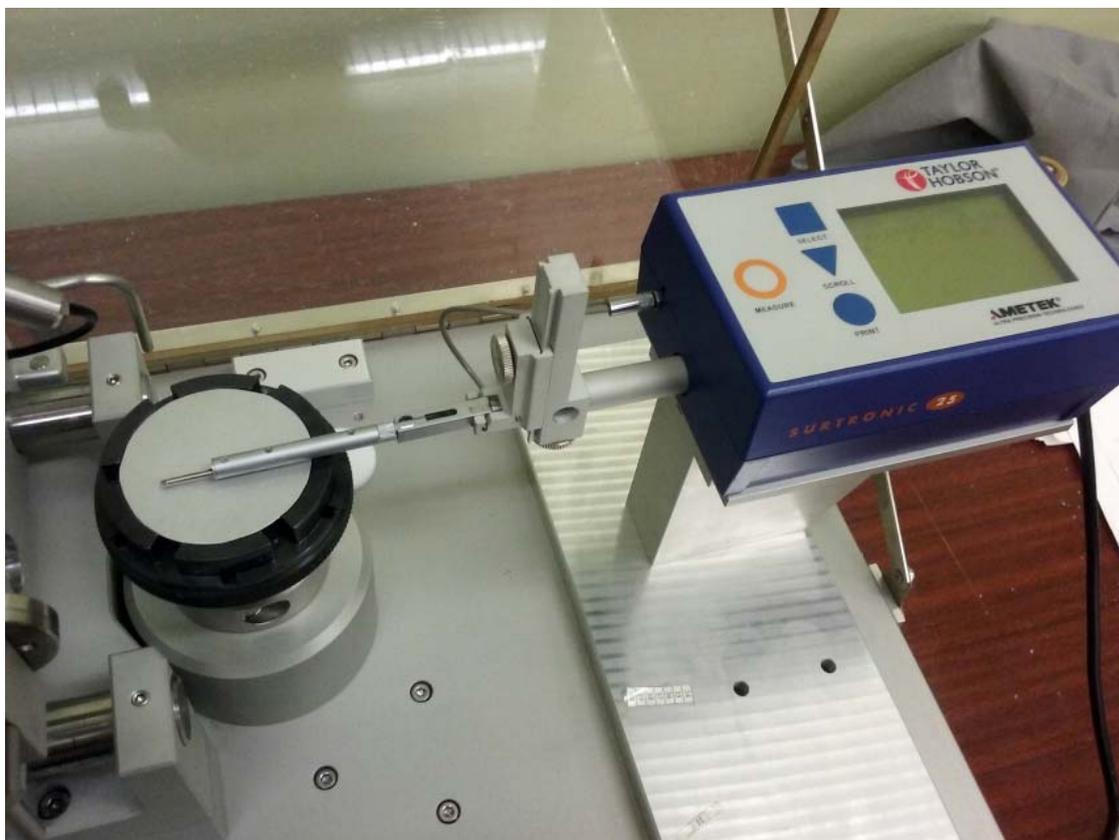


Рис. 2. Измерение шероховатости профилометром Surtronic 25



Рис. 3. Измерение коэффициента трения на трибометре CSM Instruments

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам испытаний были определены шероховатость (табл. 1) и максимальное значение коэффициента трения (табл. 2) на всех образцах. На основании этих значений были получены зависимости (рис. 3) на которых видно, что коэффициент трения снижается при возрастании шероховатости. Однако, при испытании образца под номером 3 коэффициент трения возрос, относительно образца под номером 2 с меньшим значением шероховатости. Причиной

этого может быть влияние формы микро углублений на поверхности трущихся деталей.

ВЫВОД

В результате проведенных исследований можно сделать заключение, что при наличии микро углублений на поверхности трущихся деталей коэффициент трения уменьшается. Однако, при испытании образца под номером 3 коэффициент трения возрос, относительно образца под номером 2 с меньшим значением ше-

Таблица 1. Результаты измерений шероховатости с помощью профилометра Surtronic 25

| № образца | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|------|------|-----|------|
| Ra, мкм | 0,26 | 2,53 | 3,8 | 4,73 |

Таблица 2. Результаты измерений коэффициента трения с помощью трибометра CSM Instruments

| № образца | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Максимальный коэффициент трения μ | 0,326 | 0,282 | 0,287 | 0,236 |



Рис. 4. График изменения коэффициента трения в зависимости от шероховатости

роховатости. Причиной этого может быть влияние формы микро углублений на поверхности трущихся деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балякин В.Б., Лаврин А.В. Методы и средства снижения момента трения в узле подвода окислителя рулевого агрегата ракетного двигателя // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 2. С. 184-187
2. Балякин В.Б., Хатинов С.А., К.К. Пилла К.К. Экспе-

риментальные исследования трибометрических характеристик радиационно-модифицированного материала фторопласт-4 с целью использования в опорах роторов // Трение и износ. 2015. Т. 36. № 4. С. 448-452.

3. Феценко В.Н. Справочник конструктора. Книга 1. Машины и механизмы: учебное пособие. М: Инфра-инженерия, 2016. 400 с.
4. Попов В.Л. Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений. М: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 352 с.

RESEARCH OF FRICTION COEFFICIENT ON LUBRICATED PARTS OF ALUMINUM ALLOY AD0 (AD0) WITH MICROSTRUCTURALLY ENGINEERED SURFACE

© 2017 G.V. Chertkov, A.V. Lavrin, C.K. Pilla, A.P. Baturin

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

The article describes the research results of friction coefficient on lubricated parts of aluminum alloy AD0 (AD0) with microstructurally engineered surface. The goal of the research was to recreate conditions during deep drawing of cylindrical parts and measure friction coefficient in the interaction of the friction surfaces. We used tribometer CSM Instruments and profilometer Surtronic 25 for the experiments. Analysis of the results showed decreased friction coefficient in the presence of microstructural surface. The decrease value of friction coefficient was reached by prior impression of lubricant on the surface of slab facing the mirroring matrix. These impressions help to reduce the friction coefficient by effectively holding lubricant on the surface.

Keywords: deep draw, wall thinning, friction coefficient, embossing surface, microstructurally engineered surface.

Gennady Chertkov, Candidate of Technics, Associate Professor at the Metal Forming Department.

E-mail: chertkovgv@inbox.ru

Andrey Lavrin, Graduate Student at the Fundamentals of Designing Machines Department.

Pilla Clovis Coie, Assistant Lecturer at the Fundamentals of Designing Machines Department.

E-mail: pillaclovis@gmail.com