

원통형 캠을 이용한 자동 급유형 밸브리스 펌프 개발 Design of an Automatic Cylindrical Cam Type Piston Pump without Check-valve

#최우석¹, 이은경¹, *왕덕현², 이세한²

#Wooseok Choi(wooseok@gmail.com)¹, Eun Kyoung Lee¹, *Duck Hyun Wang and Se-Han Lee²

¹경남대학교 대학원 기계공학과, ²경남대학교 기계자동화공학부

Key words : Cylindrical Cam, Lubricator, Pump, without check-valve,

1. Introduction

기술집약적 산업사회에 대한 요구로 산업체내에서는 자동화의 필요성이 크게 대두되었으며, 다양한 분야에서 자동화 장치 및 기기에 대한 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 자동화 기기 제품의 원활한 활용을 위해 이들 제품들의 신뢰성이 중요한 사항으로 나타나고 있으며, 산업 기계 및 자동화기기의 신뢰성을 향상시키기 작동 부품 간의 윤활은 아주 중요한 요소이다. 윤활 방법으로는 대표적인 것으로 비압축성 유체인 그리스를 사용하여 작동하는 각 부품에 윤활 효과를 부여하는 것이다 [1]. 또한 오랜 기간 동안 윤활작용을 위한 그리스의 사용이 지속되면, 열 또는 화학적인 작용에 의하여 일정량이 소모되며 특정 재질로 이루어진 부품에 화학적인 악영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 적정량의 새로운 그리스를 일정 주기로 자동화 기기에 공급할 수 있는 급유 펌프가 필요하다 [2]. 본 연구에서는 기존의 그리스 공급 장치의 복잡한 메커니즘으로 인한 결함의 해결로 원통형 캠을 이용한 자동 급유형 밸브리스 펌프를 그리스 주유장치로 개발하고, 개발된 장치의 신뢰도를 평가 하는것을 목적으로 한다.

2. Define and evaluation of existing lubricator

기존 급유 장치의 메커니즘은 Fig. 1 과 같으며 웜과 웜 기어를 이용한 메커니즘으로 웜기어의 회전 운동을 크랭크를 사용하여 피스톤이 직선운동을 하도록 구성 되어 있다. 많은 기기의 윤활 작용이 필요한 부분은 급유 시 높은 압력을 필요로 하기 때문에 급유 장치의 메커니즘에 피스톤 방식을 적용하였으며, 이들 장치들은 피스톤 펌프를 구현하기 위하여 체크밸브(Check-Valve)와 크랭크기구를 사용하였다. 이러한 메커니즘은 Fig. 1 과 Fig. 2 에 나타난 것처럼 복잡한 메커니즘으로 구성되어 있다.

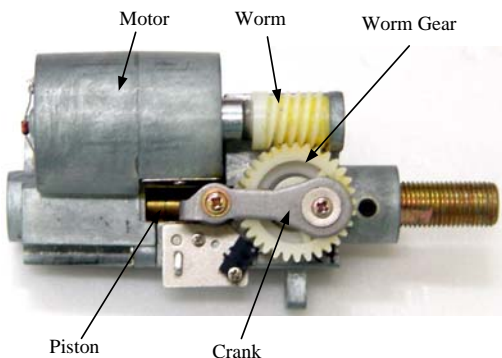


Fig. 1 Mechanism of Existing Lubricator

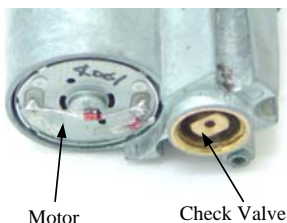


Fig. 2 Motor and Check-valve

3. Design of a grease pump mechanism

3.1 Design of a cylindrical cam type piston

Cylindrical cam 형태의 메커니즘을 이용하여 모터의 회전 운동을 피스톤 운동인 직선운동으로 효율적인 변환이 가능하다. Fig. 3 에 나타난 것처럼 Cylindrical cam 의 1 회전으로 1 사이클의 피스톤 왕복 운동을 구현할 수 있으며, 캠의 곡선 형상에 따라서 모터의 작은 토크로 피스톤이 큰 압력을 발생시킬 수 있도록 구성 하였다.

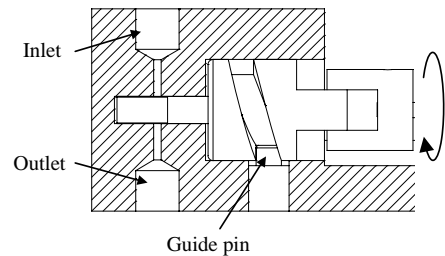


Fig. 3.1 Rotation angle 0°

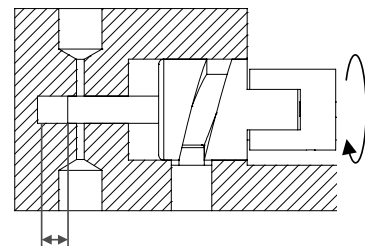


Fig. 3.2 Rotation angle 180°

Cylindrical cam 에 의한 피스톤의 스트로크는 5.5mm 이며 직경은 5.4mm 이다. 일정량의 급유를 목적으로 하는 피스톤 운동을 구현 하기 위함이므로 항상 같은 방향으로 회전 하도록 구성 되어 있다 [3].

3.2 Design of a mechanism without check-valve

피스톤은 cylindrical cam 과 일체 형이므로 직선 왕복 운동과 회전 운동을 복합적으로 하게 되며 이러한 복합 운동과 피스톤의 단면 형상에 의하여 Check-valve 의 역할도 같이 할 수 있다. 피스톤은 연속적으로 회전 운동과 직선 왕복 운동을 병행하여 움직이게 되며 순차적으로 유체의 유입과 배출을 하게 된다. Fig. 4 에 피스톤의 단면 형상에 대한 밸브의 개폐 방식을 나타내었다.

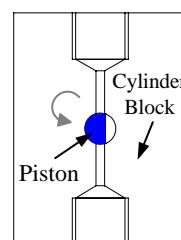


Fig. 4.1 Position of 0°

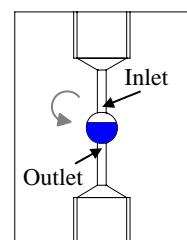


Fig. 4.2 Position of 90°

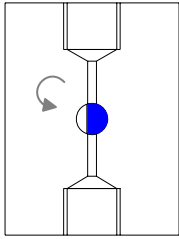


Fig. 4.3 Position of 180°

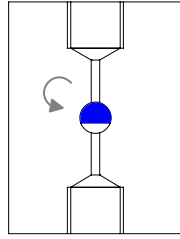


Fig. 4.4 Position of 270°

초기 0° 위치에서 피스톤은 입구와 출구를 동시에 막을 수 있으며 화살표 방향으로 회전함과 동시에 입구가 열리게 되며 정확하게 180° 회전하게 되면 초기 위치와 마찬가지로 입구와 출구를 동시에 닫을 수 있다. 180° 회전할 때까지 피스톤은 뒤로 후진 하면서 일정량의 윤활유를 유입하게 된다. 또한 유입 후에 같은 방향으로 360° 위치까지 회전 하게 되면 출구가 열리게 됨과 동시에 피스톤은 앞으로 전진 하게 되며 윤활유가 출구로 배출 되게 되는 메커니즘이다 [3]. 위와 같은 회전 운동은 일정한 주기적으로 1회씩 급유 하면 되므로 피스톤은 연속적으로 일정 주기에 1회전 하도록 제어 한다.

3.3 Calculation of out put pressure

배출 되는 윤활유의 압력은 모터의 회전 토크에 의해 결정 되며 이에 따른 압력은 식(1)과 식(2)에 의해 계산할 수 있다.

$$dF = \pi\tau \tag{1}$$

여기에서 d 는 피스톤 스트로크, F 는 피스톤 추력, τ 는 모터 토크이다.

식(1)에서 양변을 면적 A 로 나누어 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{dF}{A} = \frac{\pi\tau}{A} \rightarrow P = \frac{F}{A} = \frac{\pi\tau}{V} \tag{2}$$

식(2)에서 배출 되는 윤활유의 압력은 모터의 토크에 의하여 결정 된다는 것을 알 수 있다.

3.4 Experimental result

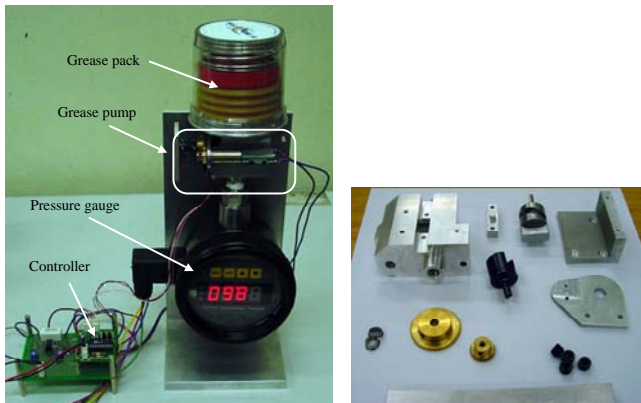


Fig. 5 Experimental setup and exploded parts.

Fig. 5 는 본 연구에서 개발된 시제품의 성능평가를 하기 위한 실험 장치이다. 이 실험 장치에서 마이크로 컨트롤러에 의해 구동되는 모터에 흐르는 전류와 배출되는 윤활유의 압력을 National Instruments 사의 LabVIEW 와 DAQ 보드를 사용하여 측정할 수 있다 [4]. DAQ 보드를 PC 와 연결하고 LabVIEW 의 적절한 프로그램에 의해 데이터를 취득한다. 전류와 압력 값을 전압 형태의 아날로그 신호로 바꾸고, 이에 따른 아날로그 신호를 DAQ 보드를 통하여 디지털 신호로 변환하여 데이터를 취득 하였다. 이 그리스

주유장치의 압력은 디지털미터에 의해 확인 되었다. 약 20kgf/cm² 압력을 도출 하였다.

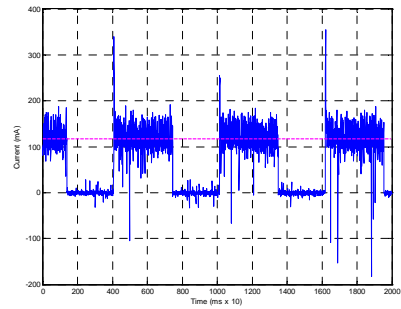


Fig. 6.1 No load current.

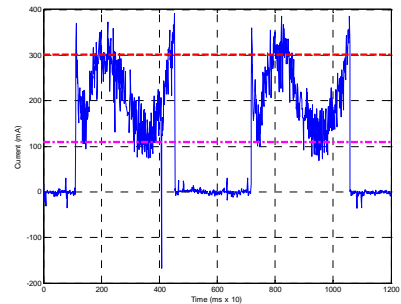


Fig. 6.2 Loaded current.

이 그리스 주유장치에서 고려 해야 되는 신뢰도 중에서 중요한 것은 일정 기간 동안 사용되는 건전지의 소모량이다. Fig. 6.1 에 나타나 있는 것처럼, 무 부하 운전에서 약 110mA 의 전류 소모량을 보였다. 또한 Fig. 6.2 에 나타나 있는 것처럼, 그리스 공급 시에는 최대 약 300mA 의 전류 소모량을 보였다. 초기 그리스를 흡입 하는 과정에서 전류의 상승 현상을 보이고 이후 그리스를 배출 하는 과정에서 전류의 상승 현상을 보인다. 배출이 완료된 후 모터는 정지 하므로 전류의 흐름이 급격하게 하강 한다.

4. Conclusion

자동화 장치 및 기기에 사용될 그리스 주유장치를 개발 하였다. 그리고 이 주유장치는 마이크로 컨트롤러를 이용하여 일정 주기로 일정량의 그리스를 자동으로 공급할 수 있다. 향후의 연구는 좀더 높은 고 압력의 그리스 주유장치를 개발하고 이에 대한 신뢰성 평가를 하는 것으로 한다.

후기

이 연구가 원활히 수행 되도록 후원해 주신 경남대학교 누리 사업팀에 감사의 말을 전합니다.

참고문헌

1. Teale. J. L., Lebeck, A. O., "An Evaluation of the Average Flow Model for Surface Roughness Effects in Lubrication Technology", 1980, Vol. 102. July, pp. 360-367.
2. P. I. Cherednichenko, Lubricator Design as A factor in the Yarn Quality, pp. 68-69.
3. Robert L. Norton, Design of Machinery, New York, 2004, Chap. 8, pp. 378-384.
4. D. H. Wang, K. Y. Lee and S. H. Lee, "The Development of Automatic Grease Lubricator Driven by Gear Mechanism with Controlled Operation Time", J. of KSPE, 2006, Vol. 23, No. 2, pp. 199-206.