

조선해양 작업장의 공압 그라인더 대체용 BLDC 모터 전동 그라인더 상용 시제품 개발 연구

하석문, 안우영
대우조선해양(주)

A Study on Development of Commercial Prototype BLDC Motor Grinder in Shipbuilding to Replace Air Grinder

Seok-Moon Ha, Wooyoung Ahn
Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.

ABSTRACT

조선해양 생산현장에서는 생산 용도로 다양한 에너지원을 사용하고 있지만 가장 많이 사용하는 에너지원은 전기이며, 전기의 30% 이상을 압축공기 생산에 사용하고 있다. 압축공기를 동력으로 이용하는 경우, 특히 그라인더에서는, 에너지 변환 효율이 전력대비 1/4~1/5 수준으로 매우 낮다. 본 연구에서는 공압 그라인더를 BLDC 모터 전동 그라인더로 대체하기 위한 연구를 수행하였다. 그 결과 7인치 공압 그라인더와 대등한 출력을 내면서 안전성과 내구성 면에서 우수한 상용급 전동 그라인더 시제품을 설계 및 개발하였다. 또한 시제품에 대한 현장 시험을 거쳐 다양한 개선방안과 설계개선안을 통해 향후 상용급 BLDC모터 전동 그라인더 개발을 위한 설계기술을 확보할 수 있었다.

1. 서론

조선해양 생산 작업장에 사용되는 전기 에너지의 30% 이상은 압축공기 생산에 사용되며, 압축공기를 이용해도장 작업과 더불어 각종 공구의 구동 에너지원으로 사용하고 있다. 압축공기를 동력원으로 사용할 경우 일반적으로 변환 효율이 낮고, 누출에 의한 손실이 큰 것으로 알려져 있으므로^[1] 공압식 공구를 전동으로 대체할 경우 높은 에너지 절감 효과를 얻을 수 있다. 더불어 조선 생산 작업장은 하절기에 압축공기 수요가 증가하여 압력이 떨어지므로 그라인더를 전동으로 사용할 경우 공압식 공구의 출력도 같이 떨어지는 문제를 예방할 수 있는 장점도 있다.

본 연구는 기존의 연구에서^[3] 지적된 문제점을 개선하여 조선해양 생산 작업장에 가장 널리 사용되는 공압식 공구 중 하나인 7인치 공압 그라인더를 전동으로 대체하기 위한 연구로써, 대량생산 직전에 상용 시제품을 제작하여 생산 현장에서 시험하였다.

2. 상용 시제품 설계 및 제작

2.1 상용 시제품 설계 및 산업 디자인

이전 연구를 통해 제작된 시제품은 성능과 사용성 평가를 목적으로 제작되어 그림 1과 같이 몸통이 알루미늄으로 되어있어 절연에 취약하고 공기 흡입구가 노출되어

있으며 속도조절 스위치가 노출되어 있고 외관이 투박하고 파지성이 좋지 않은 문제가 있었다.

본 연구를 통해 기어 헤드에서 스피들 락 버튼을 제거하였고, 그라인더 바디를 감쌀 수 있는 플라스틱 하우징을 설계하였으며, 손잡이의 크기와 길이를 작업자 손 크기에 맞추었으며, BLDC모터의 홀센서 신호를 전송하고 PWM 전원을 공급할 수 있는 케이블 설계하여 반영하였다. 개선된 설계를 바탕으로 그림 2와 같이 시안을 작성하였다.



그림 1 BLDC 모터 7인치 전동 그라인더 이전 시제품

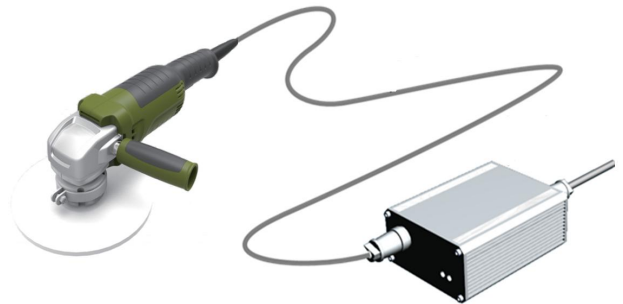


그림 2 BLDC 모터 7인치 전동 그라인더 상용품 시안

2.2 상용 시제품 제작

앞 절에서 개선한 산업디자인을 바탕으로 금형을 제작하고 플라스틱 부품은 사출 성형으로, 알루미늄 부품은 다이 캐스팅 후 후가공 하는 방법으로 부품을 제작하였다. 제작과정 중 플라스틱 바디에서 비틀림이 발생하였는데, 금형 예열 패드의 위치를 조절하여 해결하였고, 그 외 다른 부품에서는 큰 문제가 발생하지 않았다. 이후 제어기와 케이블을 제작하여 그림 3과 같이 상용 시제품을 제작하였다.



그림 3 전동 그라인더 상용 시제품 제작

3. 상용 시제품 현장 시험

3.1 현장 사용 평가

상기 제작된 그라인더를 현장의 사용부서와 관리부서에 배포하여 다양한 개선의견과 보완사항을 얻을 수 있었다.

현장 사용자의 경우 그라인더 전선이 분리 가능하도록 할 것, 합선이나 누전 차단이 가능하도록 할 것, 전동을 사용할 경우 호흡용 에어 호스가 별도로 필요하므로 통합 전선을 만들 것, 발열을 최대한 줄일 것 등의 의견을 얻을 수 있었다.

공구 관리부서의 경우 유지보수 관점에 성능유지와 내구성 확인 데이터 확보할 것, 전선이 자가보수 가능하도록 보완할 것, 디스크 고정 플렌지가 풀리지 않도록 보완할 것, 각종 기어와 베어링은 분해가 가능하도록 할 것, 충격에 의해 제어기 부품이 파손되지 않도록 몰딩처리할 것, 향후 적용 시 정비에 대한 기술이전 등을 요구하였다.

3.2 현장 시험 중 발생한 문제점

현업 시험도중 그림 4와 같이 회전자 영구자석이 이탈하는 문제가 발생하였다. 또한 이탈된 자석이 고정자 벽면과 마찰을 일으키면서 스파크가 발생하고 고정자의 인슐레이터가 녹아 내리는 현상도 발견되었다.

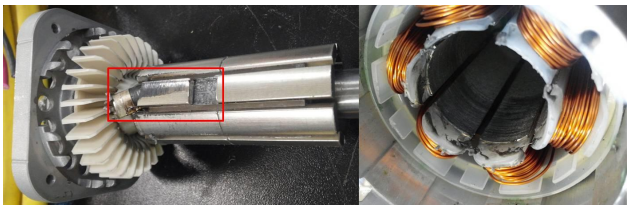


그림 4 회전자 영구자석 이탈과 고정자 손상

하절기 일광 하에서 철판은 최대 60℃까지 온도가 상승하는데, 이때 제어기는 철판 위에 그대로 노출되므로 동작 내열온도가 이 온도 이상은 되어야 한다. 그러나 실험결과 제어기는 최대 50℃ 이내에서만 동작이 가능한 것으로 확인되었다. 이는 전류를 센싱하는 저항이 온도에 따라 저항 값이 변하는 것과 전류를 센싱한 후 출력되는 전압을 증폭하는 회로의 내열 온도 문제로 확인되었다.

4. 결론 및 향후 계획

조선 작업장의 공압 그라인더 대체를 위한 BLDC 모터 전동 그라인더 상용 시제품을 제작하고 현장에서 시험한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 설계개선과 산업디자인을 통해 BLDC모터 전동 그라인더 상용 시제품을 제작하였다.
- (2) 현장 사용과 시연을 통해 다양한 개선의견을 얻을 수 있었다.
- (3) 실 사용 결과 자석이탈과 제어기 동작 내열온도 보완이 필요함을 확인하였다.

현재 시제품을 보완하는 연구가 계속해서 진행 중이며, 본 연구에 대한 후속 연구로 현장 시험을 통해 도출된 개선사항을 보완하고 문제점을 보완하여 상용품을 제작하고, 현업에 적용하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김목형 등, “공기압 구동장치의 에너지효율 평가”, 한국동력기계공학회지, Vol. 15, No. 6, pp. 95-100, 2011.
- [2] 김상훈, “DC, AC, BLDC 모터 제어”, 북두출판사, 제2판, pp.426-427, 2011.
- [3] 하석문 등, “조선 작업장의 공압 그라인더 대체용 BLDC 모터 전동 그라인더 개발 기초연구”, 전력전자학회 2013년도 추계학술대회 논문집, pp. 21-22, 2013.