

스크롤 압축기의 바이패스 밸브 설계 (By-Pass Valve Design for Scroll Compressor)

최세현*, 이병철, 김명균, 조양희

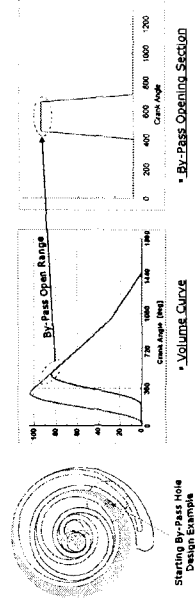
LG전자 디지털 어플라이언스 연구소



기동 바이패스

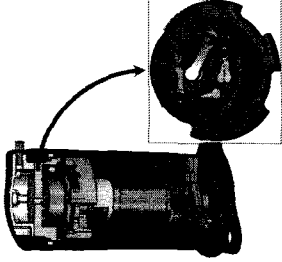
◆ 기동 바이패스 밸브의 역할

· 초기 기동 시 압축부 내부의 상대적 고압 냉매를 통풍축으로 바이패스함
 → 모터의 기동 부하 저감으로 인한 저전압 기동성 향상 및 모터 효율 향상



▶ Volume Ratio : $V_r = \frac{V_c}{V_d} = \frac{2\phi_c - 3\pi}{2\phi_d + \pi}$ ← 설계 적정비를 매우 낮게 하여, 고압 원로 직후 바이패스가 작동하도록 함

연구 배경



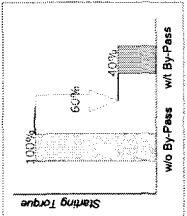
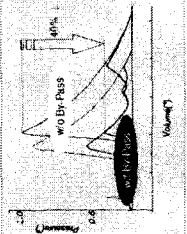
◆ 스크롤 압축기의 바이패스 밸브 역할

- 기동 부하 저감 : 최저 기동 전압 ↓
- 토출 손실 저감 : 저부하 조건 효율 ↑
- 액냉매 과인축 방지 : 스크롤 손상 방지 ↑

◆ 설계 목적에 따라, 설계 개념이 각각 다름
 → 각 역할별 설계 가이드라인 필요

기동 바이패스

◆ 기동 바이패스 밸브에 의한 기동 부하 저감

* Starting Torque Comparison

* Pressure Comparison

토출 바이패스

◆ 각국의 에너지 효율 규제 강화

- 한국 - 최저 효율 달성 표시제
- 일본 - Top Runner 방식 / 에너지 절약 라벨링
- 미국 - 최저 효율 규제 (10 → 13 SEER, 2006)
- 유럽 - 최저 효율 규제

◆ A/C 제정신청 (SEER)이 중요
→ A/C 운전 조건의 고조용화 필요

> 저 부하 조건에서, 인젝터 고조용화 필요
→ 토출 손실 저감

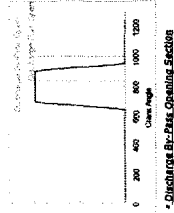
◆ Compressor Operating Condition (R22)

표준조건	8.37	21.69	비고
운전 조건	5.97	14.81	A/C 운전 조건

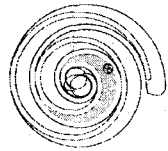
* (kg / cm²)

토출 바이패스

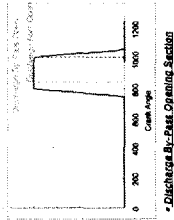
◆ 토출 바이패스의 위치 최적화



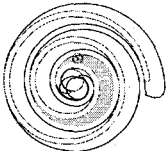
◆ Discharge By-Pass Opening Section



◆ Discharge By-Pass Position



◆ Discharge By-Pass Closing Section



◆ Discharge By-Pass Position

토출 바이패스

◆ 스크를 압축기의 토출계

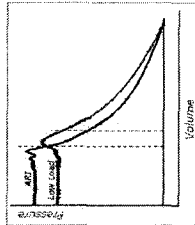
Discharge by-pass valve

Discharge by-pass hole



◆ 운전 조건 별 토출 밸브의 역할

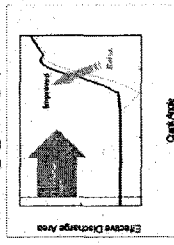
- 표준 조건(ARI) - 토출 포트를 통해 대부분 토출
- 저부하 조건 - 토출 포트가 열리는 시점까지, 토출 바이패스 포트를 통해 토출 시작



◆ PV Curve on ARI & Low Load

토출 바이패스

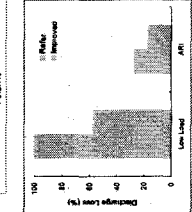
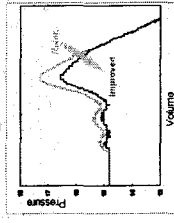
◆ 유요 토출 면적의 증가



◆ Effective Discharge Area



◆ 과압축 손실 감소



◆ 토출 손실 저감 (이론) 40%
- 저 부하 조건 : 40%
- ARI : 10%

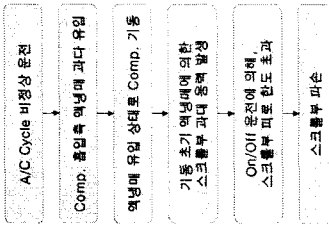
과압축 방지 바이패스

◆ 액냉매 유입에 의한 스크롤 파손



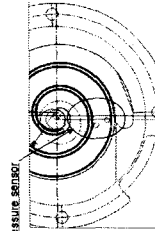
• Scroll is damaged by liquid
Source: the News, 2004.04. (www.sfrnews.com)

◆ 발생 원인

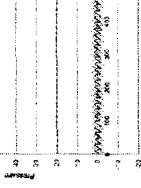


과압축 방지 바이패스

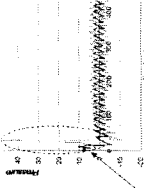
◆ 기동시 압력 측정



• 정상 상태 기동시 압력



• 액냉매 과다 유입 기동시 압력



기동 순간 비정상 압력 Peak 발생

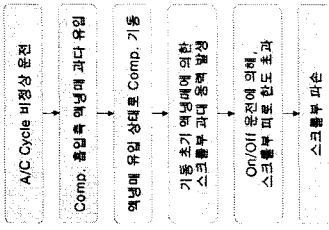
과압축 방지 바이패스

◆ 액냉매 유입에 의한 스크롤 파손



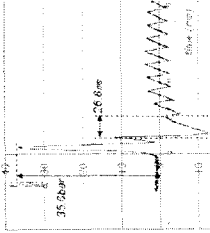
• Scroll is damaged by liquid
Source: the News, 2004.04. (www.sfrnews.com)

◆ 발생 원인



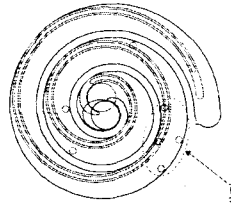
과압축 방지 바이패스

◆ 액냉매 과다 유입 기동시 압력 분석



• 기동 순간 15.4ms만에 35.6bar 도달
• 2nd cycle (26.8ms) 후 정상 압력 복귀

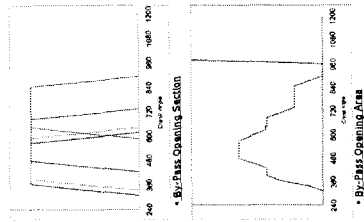
기동시 급증적인 바이패스 구조 필요



• 과압축 방지

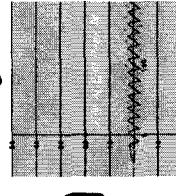
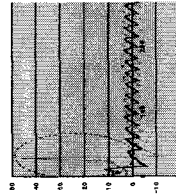
과압축 방지 바이패스

◆ 바이패스에 의한 과압축 방지 효과



바이패스
감시 전

바이패스
감시 후



결론

◆ 스크를 압축기의 바이패스 설계는 목적에 따라, 설계 개념이 달라져야 한다.

> 기동 바이패스 : 설계 재역비가 낮은 영역에 설치, 기동 토크 저감
→ 저전압 기동 특성 개선 및 모터 효율 향상

> 토크 바이패스 : 저부하 조건에서 토크 연의 확보, 토크 손실 저감
→ A/C SEER 향상, 표준/저부하 조건 동시에 효율 향상 가능

> 과압속 방지 바이패스 : 역행에 과다 유입 기동시 압력 과다 상승 방지
→ 스크를 부품의 피극적 보호 장치, 압축기의 신뢰성 향상