

**WILO 산업용 펌프
Mechanical Seal 선정 기준**



WILO Pumps Ltd.

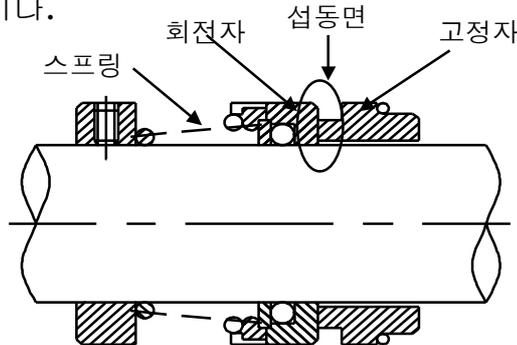
R&D Center

2005년 5월

1. Mechanical Seal 기초

1) Mechanical Seal 의 기본원리

면 접촉식 밀봉장치로 회전축(**Shaft**)에 수직된 **2**개의 섭동면(고정자, 회전자)으로 구성되어 한 면이 회전축과 함께 회전하며 스프링의 장력 혹은 유체의 압력으로 회전부의 밀봉을 지속적으로 유지하는 장치이다.



Mechanical seal은 회전축의 누설방지에 절대적으로 필요한 장치이며 **Seal face**의 윤활은 자체적으로 형성되는 유체막(**0.025µm- 0.25µm**)에 의해 이루어진다.

Mechanical seal의 최대장점은

- (1) 눈에 보이는 정도의 누설이 방지되고
- (2) **Shaft**의 마모가 발생하지 않으며
- (3) 모든 마모현상은 섭동면(**Seal face**)에서만 발생하며
- (4) 장착 되어있는 스프링의 장력에 의해 마모되는 부분만큼 자동보상이 이루어져 밀봉이 지속적으로 이루어진다.

2) Mechanical Seal & Gland Packing

구분	Gland Packing	Mechanical Seal
가격	초기비용은 낮지만 운전조건에 따라서 높게 될 수 있다.	초기 비용은 높지만 운전조건에 따라서 낮게 될 수 있다.
수명/유지보수	주기적(6~12개월) 교체가 필요하고 운전중 점검이 필요하다	일반적인 조건에서 1년 이상의 연속사용이 가능하다
누설량	일정정도의 누설량이 있다.	누설량이 거의 없다.
축의 마모	마모가 있다(슬리브의 교체필요)	교체가 필요없음.
유지보수의 용이성	유지보수가 용이하다	유지보수가 어렵다.
사용압력	사용 압력이 낮은 편이다.	압력에 따라 다양한 종류가 있다.
구조	부품수가 작고 간단하다.	부품수가 많고 복잡하다

1. Mechanical Seal 기초

3) Mechanical Seal 의 구분

1. 밸런스, 언밸런스 (Balanced, Unbalanced)

(1) 밸런스 (Balance)

Radial방향 면적배치에 의하여 섭동면 쪽으로 작용하는 유체의 압력이 상쇄되는 설계로 효과적인 누설방지를 할 수 있는 최저 면압이 선택되는 형상을 가진 Seal.

(2) 언밸런스 (Unbalance)

축의 외경이 평탄하며 섭동면의 접촉압력이 유체의 압력보다 크거나 같은 구조로 작용하는 형상.

2. 싱글 씰, 더블 씰(Single seal, Double seal)

(1) Single seal(싱글 씰)

한 쌍의 Seal face(고정자, 회전자)를 지니고 윤활성 및 냉각성능이 있는 유체를 사용하는 환경에서 Stuffing box내부를 유체로 Cooling, Flushing 할 수 있는 경우에 사용 한다.

(2) Double seal(더블 씰)

두 쌍의 Seal face을 지니고 있는 이중 구조.

섭동면에 적절한 윤활성 유체를 부여해 줄 수 없는 환경에서 인위적인 조치를 해 줄 필요성이 있거나 서로 다른 두 종류의 유체를 동시에 누설방지게 해주거나 마모성 유체에서 안정성과 Life cycle을 증대시킬 필요가 있을 때 사용.

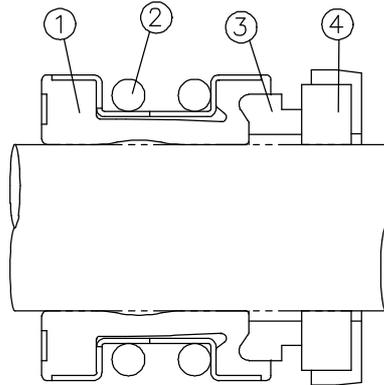
마모성 유체, 누설시 치명적인 위험을 초래할 수 있는 유체 또는일반 Single Seal로는 밀봉이 어려운 유체의 경우에 사용. 이중구조의 Seal Face를 적용하여 중간 Flushing 유체가 펌프에서 사용하는 유체를 주위 공기와 격리시키는 역할을 함.

4) 스프링의 형상에 따른 분류 및 장단점 비교.

형 상	장 점	단 점
Single spring	선경이 굵어 부식성유체에 강하다. Slurry함유 유체에 강하다.	장착길이가 길다. 고속회전시 뒤틀림 현상이 발생한다. 면압이 불균일 하다.
Multi spring	장착길이가 짧다. 면압이 일정하여 고속회전에 사용.	피치의 간격이 짧아 Slurry함유 유체에 사용불가
Wave spring	초고속회전에서 사용이 가능하다. Seal 내부에 Slurry가 침투되지 않는다.	굴곡형상의 구조로 면압이 불균일 하다.
Bellows	Seal 내부에 Slurry가 침투되지 않는다.	고응력으로 Bellows의 파손위험이 크다. 고속회전시 뒤틀림 현상이 발생 한다

2. WILO 적용 Mechanical Seal

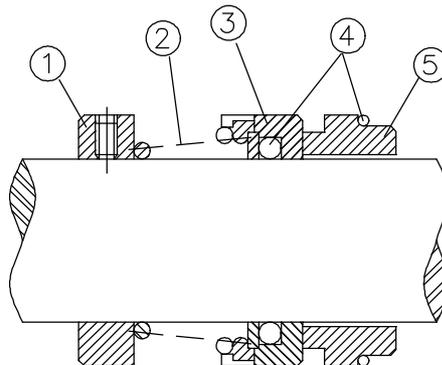
1) MG1 (Burgmann)



1. Bellows 2. 회전자 3. Spring 4. 고정자

Seal Type	Material			Material Code	비고	적용모델
	회전자	고정자	Bellows			
Single Unblanced Elastomer Bellows	Carbon	SiC	EPDM	AQ1EGG	표준	IPk IPn IPg MVI
	SiC	SiC	Viton	Q1Q1VGG		
	Carbon	SiC	Viton	AQ1VGG	Option	
	SiC	SiC	EPDM	Q1Q1EGG		

2) S1A (KSM)

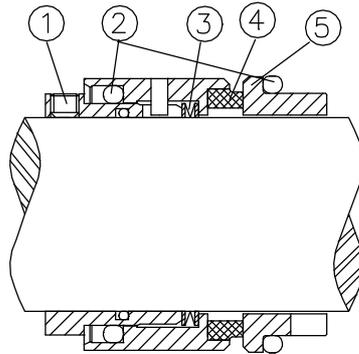


1. Collar 2. Spring 3.회전자 4. O-Ring 5. 고정자

Seal Type	Material			비고	적용모델
	회전자	고정자	O-Ring		
Single Unblanced Single Coil Spring	Duchrome Facing	Carbon	Viton	표준	PSV PVH PMT PMV PSW
	SiC	SiC	Viton EPDM Teflon Coated Viton		

2. WILO 적용 Mechanical Seal

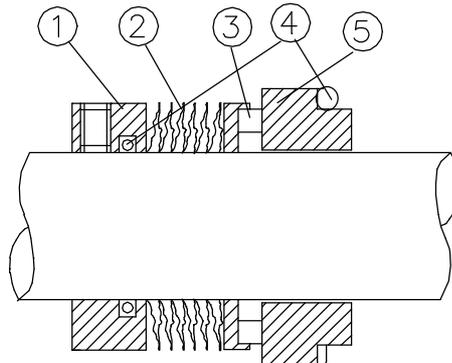
3) HJ92N (Burgmann)



1. Collar 2. O-Ring 3. Spring 4. 회전자 5. 고정자

Seal Type	Material			비고	적용모델
	회전자	고정자	O-Ring		
Single Blanced Wave Spring (Product protected)	Carbon	SiC	Viton	표준	PSV PVH PMT PMV PSW
	SiC	Cr- Mo	Viton EPDM	Option	
	SiC	SiC	Teflon Coated Viton		

4) CBR (KSM)

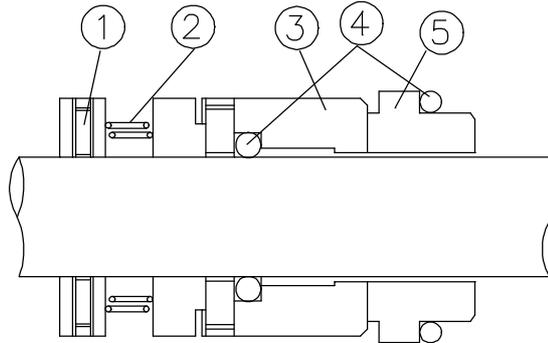


1. Collar 2. Spring 3. 회전자 4. O-Ring 5. 고정자

Seal Model	Material			비고	적용모델
	회전자	고정자	O-Ring		
Single Blanced Metal Bellows	Carbon	SiC	Viton	표준	PSV PVH PMT PMV PSW
	SiC	SiC	Viton EPDM Teflon Coated Viton	Option	

2.WILO 적용 Mechanical Seal

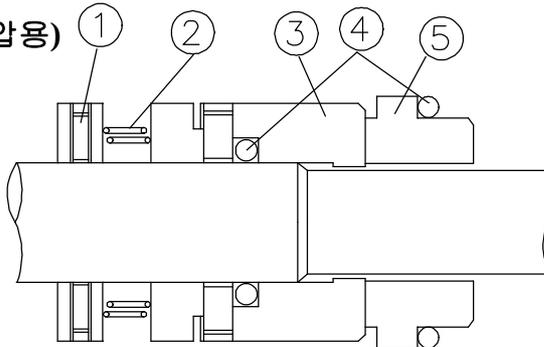
5) RO (KSM)



1. Collar 2. Spring 3. 회전자 4. O-Ring 5.고정자

Seal Type	Material			비고	적용모델
	회전자	고정자	O-Ring		
Single Unblanced Muti Coil Spring	Duchrome Facing	Carbon	Viton	표준	PSV PSD PCP
	SiC	Carbon	Viton EPDM	Option	
	SiC	SiC	Teflon Coated Viton		

6) PTO (PTO- HW : 고온/고압용) (KSM)

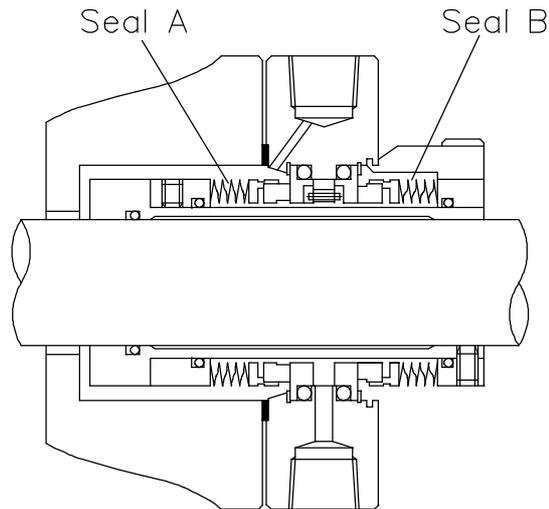


1. Collar 2. Spring 3. 회전자 4. O-Ring 5.고정자

Seal Type	Material			비고	적용모델
	회전자	고정자	O-Ring		
Single Blanced Muti Coil Spring	Duchrome Facing	Carbon	Viton	표준	PSV PSD PCP
	SiC	Carbon	Viton EPDM	Option	
	SiC	SiC	Teflon Coated Viton		

2. WILO 적용 Mechanical Seal

7) X- 200 (KSM)



Seal Type	Material				비고	적용모델
	Element	회전자	고정자	O- Ring		
Double Blanced Metal Bellows	Seal A	Carbon	SiC	Viton	표준	PSV PVH PCP
	Seal B	Carbon	SiC	Viton		
	Seal A	SiC	SiC	Viton EPDM Teflon Coated Viton	Option	
	Seal B	Carbon	SiC			

3. Mechanical Seal 선정기준

1) Inline Pump(IPk/IPn/IPg)

용액	온도	압력	농도	Mechanical Seal Code			
				AQ1EGG	Q1Q1VGG	AQ1VGG	Q1Q1EGG
표준(청수)	-	-	-	●			
글리콜 함유액	40℃ 이하	10 bar	20%~40%	●			
	40℃~90℃	10 bar	20%~40%		●		
	-15℃~90℃	10 bar	40%~50%		●		
난방온수	140℃	13 bar	-	●			
	120℃	16 bar	-	●			
응축수	100℃	10 bar	-	●			
경유/휘발유	-15℃~140℃	10 bar	-			●	
수영장 용수	35℃ 이하	10 bar	-				●

2) Vertical Multi- Stage Pump(MVI)

용액	온도	농도	Mechanical Seal Code	
			AQ1EGG	Q1Q1VGG
표준(청수)	-	-	●	
글리콜 함유액	40℃ 이하	20%~40%	●	
	40℃~90℃	20%~40%		●
	-15℃~90℃	40%~50%		●

3. Mechanical Seal 선정기준

3) 표준형 Pump

1. PSV/PVH/PMT/PMV/PSW

	운전압력	온도	Seal Mdel	API Plan	보조장치
청수	8kgf/cm ² 이하	60℃	S1A	-	-
		60℃ ~ 80℃	S1A	#11	-
		80℃ ~ 100℃	HJ92N/CBR	#11	O/B
		100℃ ~ 120℃	PTO- HW	#11	O/B , W/J
	8kgf/cm ² 초과	60℃	HJ92N/CBR	-	-
		60℃ ~ 80℃	HJ92N/CBR	#11	-
		80℃ ~ 100℃	HJ92N/CBR	#11	O/B
		100℃ ~ 120℃	PTO- HW	#11	O/B , W/J

※ W/J : Warwe Jacket, O/B : Oil Bath

2. PSD

	운전압력	Seal Mdel	API Plan	보조장치
청수	14kgf/cm ² 이하	RO	-	-
	14kgf/cm ² 초과	PTO	-	-

※ 중국의 경우 청수라 할지라도 정수되지 않은 청수는 이물질이 포함되어 있을 가능성이 많으므로 Seal Face 재질을 SiC/SiC 혹은 TC/TC로 선정할 것을 권장합니다.

3.Mechanical Seal 선정기준

3. 용액종류에 따른 선정 기준

용액	Seal Model	Material			API Plan
		회전자	고정자	O- Ring	
가성소다	CBR	SiC	SiC	EPDM	#32
	X- 200	SiC	SiC	EPDM	
과산화수소	CBR	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
규산염	S1A	Duchrome Facing	Carbon	Viton	#32
기계 연삭유	CBR	SiC	SiC	Viton	#01
도장(수세,항세)	X- 200	SiC	SiC	Viton	#01
도장(화성피막)	X- 200	SiC	SiC	Teflon Coated Viton	#01
메타올	S1A	Duchrome Facing	Carbon	EPDM	#01
벵커C유	S1A	SiC	SiC	Viton	#02
부동액	CBR	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
소석회	CBR	SiC	SiC	Teflon Coated Viton	#32
솔벤트	CBR	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
신나	CBR	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
아연계 피막제	X- 200	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
암모니아수	CBR	Carbon	SiC	EPDM	#01
에탄올	S1A	Duchrome Facing	Carbon	Viton	#01
에틸렌글리콜	S1A	Duchrome Facing	Carbon	Viton	#01
	CBR	Carbon	SiC	Viton	
이온화 크롬	S1A	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
탄산칼슘	S1A	Duchrome Facing	Carbon	Viton	#01
톨루엔	S1A	Duchrome Facing	Carbon	Viton	#01
톨루엔+핵산기화유기용제	CBR	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#01
포르말린	CBR	Carbon	SiC	Teflon Coated Viton	#11
해수	S1A	SiC	SiC	Viton	#32 (+#61)
	X- 200	SiC	SiC	Viton	
휘발유/경유	RO	Duchrome Facing	Carbon	Viton	#01
	CBR	Carbon	SiC	Viton	

4. Mechanical seal의 trouble 유형별 원인과 처방

문 제 발 생 내 용	원 인 분 석	대 책 과 사 후 조 치
Seal face의 파손 (fracture)	부적절한 취급	취급주의
	부적절한 조립(억지조립)	수정 후 재조립
	과다한 열응력	운전조건개선, 설계나 재질의 상향
	Seal에 미치는 과다한 유체압력	유체압력을 낮추거나 재질상향조정
	Secondary seal의 과다부풀음	재질을 재선정, 온도를 낮춘다.
	Dry running	냉각 및 유체속도 조정
	섭동면에 이물질 침투	이물질 제거
전반적인 부식	부적합한 재질선정	구성재질의 검토 및 재선정
Seal face의 변형 함몰(Concavity) 요철(Convexity) 물결모양(Waviness) 불균일 접촉	부적합한 재질선정	구성재질의 검토 및 재선정
	Seal에 미치는 과다한 압력	유체의 압력을 낮춘다 재질의 상향조정 설계 상향조정
	Lapping 불량	표면 재가공
	불충분한 윤활	운전조건 개선, 냉각 및 유체속도 조정,
	Spring의 과대하중	Spring 설계치 변경
모서리 파손 (Edge chipping)	Seal에 미치는 과다한 유체압력	유체압력 하향조정, 재질 상향조정
	Shaft run out 과다	설계변경, 재질 상향조정
	Shaft deflection (과다 처짐)	Shaft의 변형을 줄인다.
	Excessive shaft whip(급 발진)	운전조건의 검토, Seal디자인 교체
	Seal face의 수직도 어긋남	축에 직각이 되도록 재조립
Seal face의 이상마모	부적합한 억지조립	분해 후 재조립
	마모성물질이 Seal face에 도포	유체에서 마모성 물질 제거
	축방향으로 고정이 안됨	Set screw, collar로 조정
	윤활 및 냉각 불량	운전조건 검토 및 설계의 상향조정