



AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

ویرایش یازدهم
سال ۲۰۱۰

آموزش استاندارد API 610

گفتار نهم: مکانیکال سیل ها مطابق با استاندارد API 682 ویرایش چهارم

سیستم آببندی محور مطابق با API 682



مفهوم رده بندی Category

- **رده بندی شماره ۱ – Category 1 :** مکانیکال سیل هایی که برای محفظه های آببندی پمپ های غیر API 610 استفاده می شوند و الزامات ابعادی استاندارد ASME B73.1 و ASME B73.2 را رعایت می کنند. کاربرد این سیل ها محدود به محفظه های آببندی است که محدوده دمای آنها بین ۴۰- تا ۲۶۰ درجه سانتیگراد و فشار نسبی آنها تا ۲۰ بار است.
- **رده بندی شماره ۲ – Category 2 :** مکانیکال سیل هایی که برای محفظه آببندی پمپ هایی که ابعاد استاندارد API 610 را رعایت می کنند استفاده می شوند. کاربرد این سیل ها محدود به محفظه های آببندی است که محدوده دمای آنها بین ۴۰- تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد و فشار نسبی آنها تا ۴۰ بار است.
- **رده بندی شماره ۳ – Category 3 :** مکانیکال سیل هایی که طراحی و تست با دقت و مستندسازی زیادی انجام شده است و ابعاد محفظه آببندی استاندارد API 610 را رعایت می کنند. کاربرد این سیل ها مشابه با Category 2 می باشد.

مفهوم رده بندی – Category – ابعاد API 610

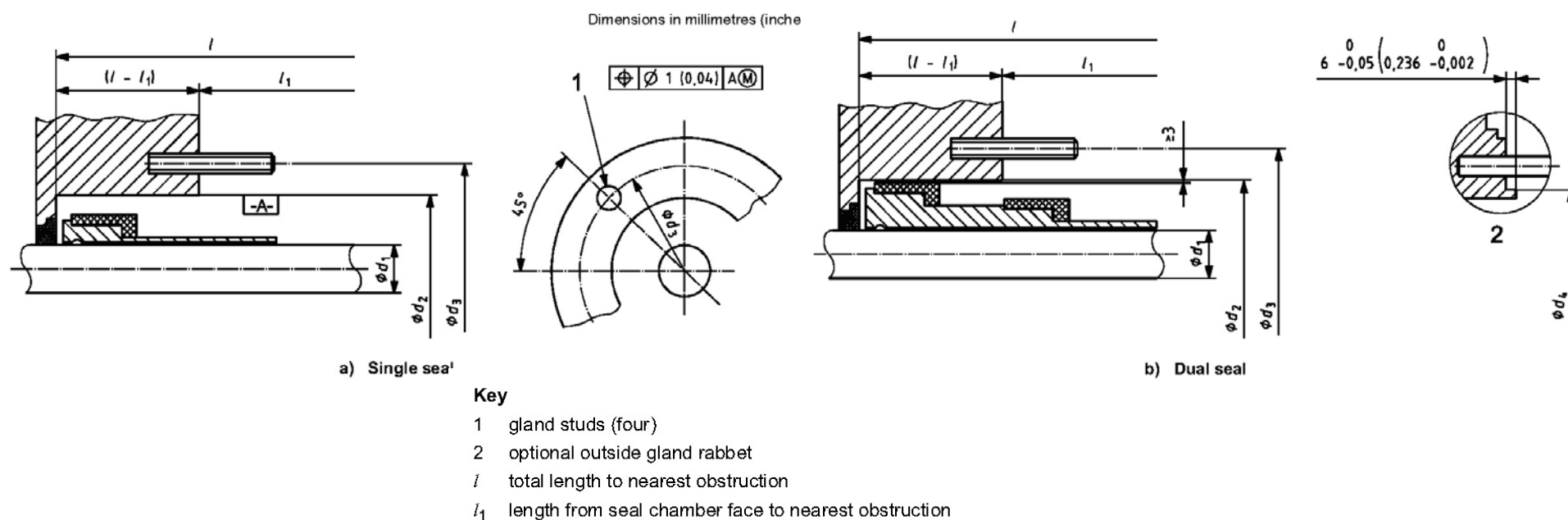


Figure 26 — Chamber diagrams

مفهوم رده بندی – Category ابعاد API 610

Table 7 — Standard dimensions for seal chambers, seal gland attachments
 and cartridge mechanical seal sleeves (see Figure 26)

Dimensions in millimetres (inches)

Seal chamber size	Shaft diameter max. ^a d_1	Seal chamber bore ^b d_2	Gland stud circle d_3	Outside gland rabbet ^c d_4	Total length min. ^d l	Clear length min. ^d l_1	Stud size	
							SI	USC
1	20,00 (0,787)	70,00 (2,756)	105 (4,13)	85,00 (3,346)	150 (5,90)	100 (3,94)	M12 × 1,75	1/2"-13
2	30,00 (1,181)	80,00 (3,150)	115 (4,53)	95,00 (3,740)	155 (6,10)	100 (3,94)	M12 × 1,75	1/2"-13
3	40,00 (1,575)	90,00 (3,543)	125 (4,92)	105,00 (4,134)	160 (6,30)	100 (3,94)	M12 × 1,75	1/2"-13
4	50,00 (1,968)	100,00 (3,937)	140 (5,51)	115,00 (4,528)	165 (6,50)	110 (4,33)	M16 × 2,0	5/8"-11
5	60,00 (2,362)	120,00 (4,724)	160 (6,30)	135,00 (5,315)	170 (6,69)	110 (4,33)	M16 × 2,0	5/8"-11
6	70,00 (2,756)	130,00 (5,118)	170 (6,69)	145,00 (5,709)	175 (6,89)	110 (4,33)	M16 × 2,0	5/8"-11
7	80,00 (3,150)	140,00 (5,512)	180 (7,09)	155,00 (6,102)	180 (7,09)	110 (4,33)	M16 × 2,0	5/8"-11
8	90,00 (3,543)	160,00 (6,299)	205 (8,07)	175,00 (6,890)	185 (7,28)	120 (4,72)	M20 × 2,5	3/4"-10
9	100,00 (3,937)	170,00 (6,693)	215 (8,46)	185,00 (7,283)	190 (7,48)	120 (4,72)	M20 × 2,5	3/4"-10
10	110,00 (4,331)	180,00 (7,087)	225 (8,86)	195,00 (7,677)	195 (7,68)	120 (4,72)	M20 × 2,5	3/4"-10

^a Dimensions to tolerance class h6.

^b Dimensions to tolerance class H7; for axially split pumps, an additional tolerance of $\pm 75 \mu\text{m}$ (0,003 in) to allow for gasket thickness.

^c Dimensions to tolerance class f7.

^d Shaft deflection criteria (6.9.1.3) can require the reduction of dimensions l and l_1 on size 1 and size 2 seal chambers to below the minimum values listed, depending on specific pump construction and casing design. Size 1 and size 2 seal chambers are not usually found on Type OH2 and OH3 pumps.

مفهوم جانمایی Arrangement

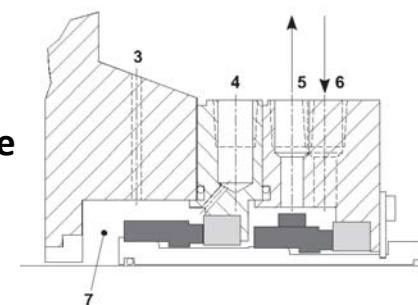


Impeller side

Inner Seal

Outer Seal

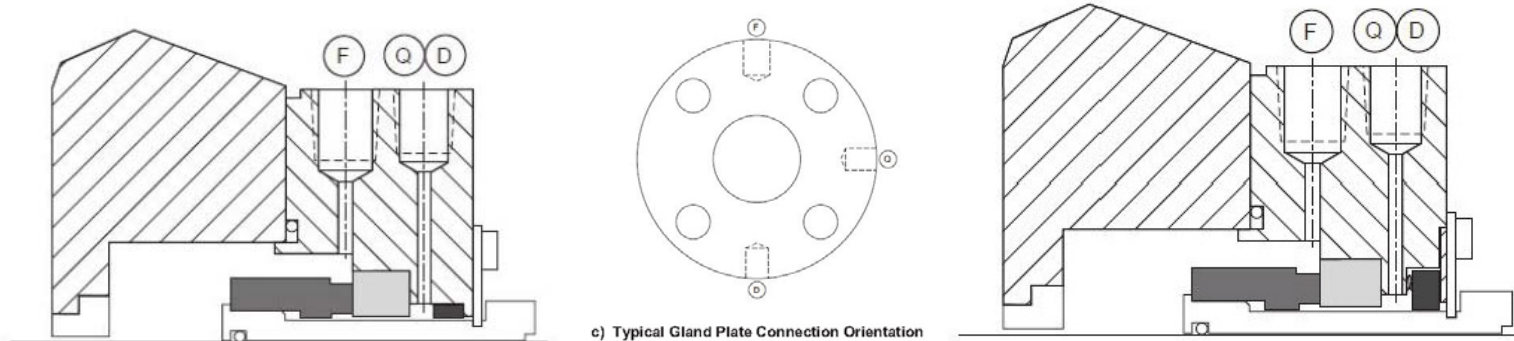
Atmospheric Side



برای آببندهای مکانیکی سه نوع جانمایی Arrangement به شرح زیر وجود دارد:
الف) جانمایی ۱: یک آببند مکانیکی در یک کارتریج وجود دارد (آببند مکانیکی تک)
ب) جانمایی ۲: دو آببند مکانیکی با یک فاصله در یک کارتریج وجود دارد به طوریکه فشار آن کمتر از فشار محفظه آببند می باشد (آببند مکانیکی دوگانه با سیال بافر Buffer)
پ) جانمایی ۳: دو آببند مکانیکی با یک فاصله در یک کارتریج وجود دارد به طوریکه از یک سیال (گاز یا مایع) باریر Barrier که از منبع خارجی با فشار بالاتر از فشار محفظه آببند تغذیه می شود، استفاده می کند (آببند مکانیکی دوگانه با سیال باریر Barrier)

مفهوم جانمایی – Arrangement – ادامه

Arrangement 1

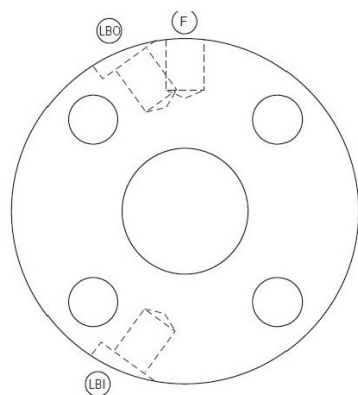


a) 1CW-FX, Contacting Single Wet Seal with a Fixed Throttle Bushing

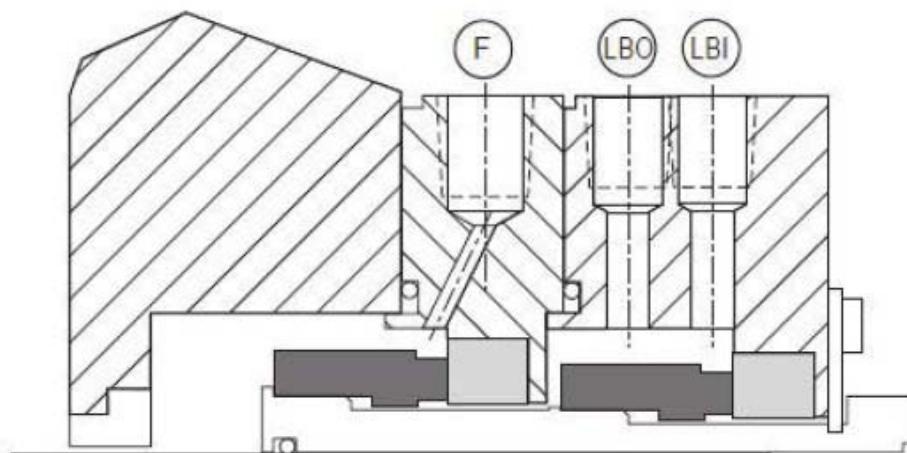
b) 1CW-FL, Contacting Single Wet Seal with a Floating Throttle Bushing

مفهوم جانمایی – Arrangement – ادامه

Arrangement 2



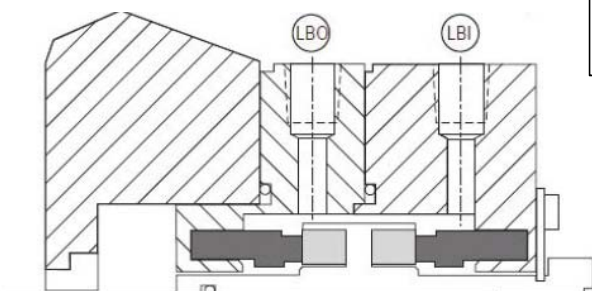
b) Typical Gland Plate Connection Orientation



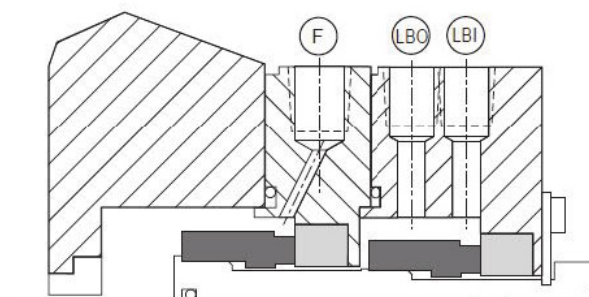
a) 2CW-CW, Dual Contacting Wet Seal

مفهوم جانمایی – Arrangement – ادامه

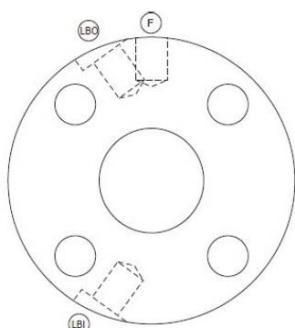
Arrangement 3



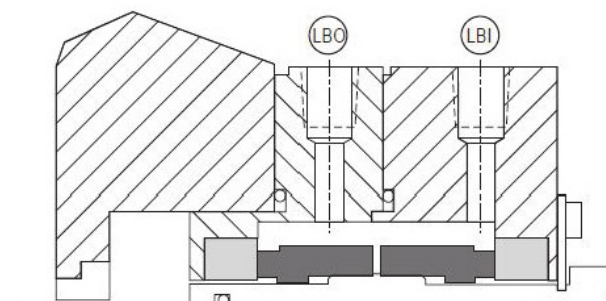
c) 3CW-FF, Contacting Wet Seals in a Face-to-Face Configuration



a) 3CW-FB, Contacting Wet Seals in a Face-to-Back Configuration



d) Typical Gland Plate Connection Orientation



b) 3CW-BB, Contacting Wet Seals in a Back-to-Back Configuration

ترکیب بندی سیل ها Seal Configurations

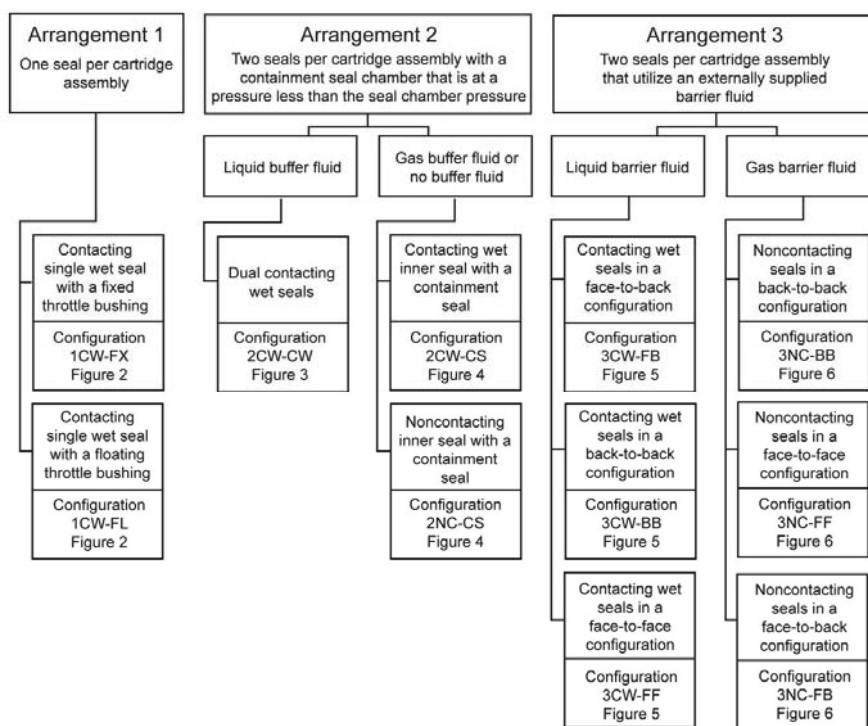


Figure 1—Seal Configurations

نمادها و سایز اتصالات محفظه آبنبدی و گلند

Table 2—Symbols and Size for Seal Chamber and Gland Plate Connections

Seal Config.	Symbol	Connection	Location	Type	Size ^a		Connection Required ^f
					Cat. 1	Cat. 2 and Cat. 3	
1CW-FX 1CW-FL	F	Flush	0	process	1/2 ^c	1/2	required
	FI	flush in (Plan 14 & 23 only)	180	process	1/2 ^c	1/2	WS
	FO	flush out (Plan 14 & 23 only)	0	process	1/2 ^c	1/2	WS
	D	drain	180	atmospheric	3/8 ^e	3/8	required
	Q	quench	90	atmospheric	3/8 ^e	3/8	required
	H	heating	—	utility	1/2 ^c	1/2	WS
	C	cooling	—	utility	1/2 ^c	1/2	WS
	PIT	pressure sensing port	90	instrumentation	3/8	3/8	WS ^g
2CW-CW	F	flush (inner seal)	0	process	1/2 ^c	1/2	required
	LBI	liquid buffer fluid in	180	process	1/2 ^d	1/2 ^d	required
	LBO	liquid buffer fluid out	0	process	1/2 ^d	1/2 ^d	required
	D	drain (outer seal)	180	atmospheric ^b	3/8 ^e	3/8	WS
	Q	quench (outer seal)	90	atmospheric ^b	3/8 ^e	3/8	WS
3CW-FB 3CW-FF 3CW-BB	F	flush (seal chamber)	0	process	1/2	1/2	WS
	LBI	liquid barrier fluid in	180	barrier	1/2 ^d	1/2 ^d	required
	LBO	liquid barrier fluid out	0	barrier	1/2 ^d	1/2 ^d	required
	D	drain (outer seal)	180	atmospheric ^b	3/8 ^e	3/8	WS
	Q	quench (outer seal)	90	atmospheric ^b	3/8 ^e	3/8	WS

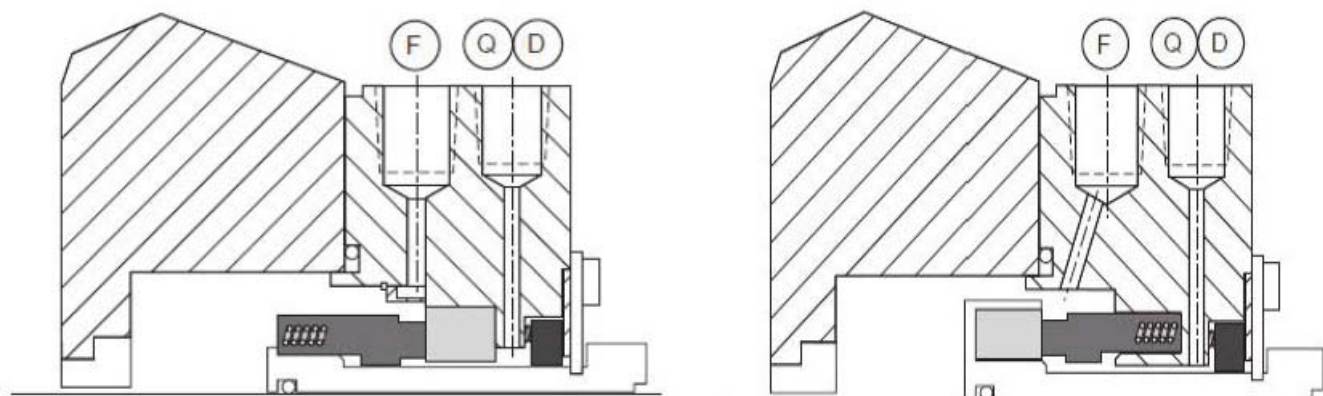
^a All sizes listed in this table are NPT tapered thread connections.
^b These connections are rarely provided because they are only required when a throttle bushing is provided. A throttle bushing is not provided with standard Arrangement 2 and 3 configurations.
^c A 3/8 NPT connection may be used if 1/2 NPT is not possible because of space constraints.
^d 1/2 NPT required for shaft diameters 60 mm (2.5 in.) or smaller, 3/4 NPT for larger shaft sizes.
^e A 1/4 NPT connection may be used if 3/8 NPT is not possible because of space constraints.
^f WS = Connection is provided only when the appropriate piping plan is specified.
^g PIT port for indicating pressure transmitter required for Piping Plan 66A and Piping Plan 66B.

مفهوم نوع سیل Seal Type

Type A



Pusher Type



a) Rotating Flexible Element

b) Stationary Flexible Element

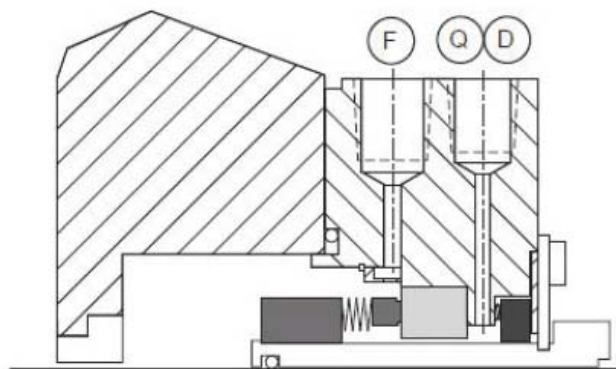
Figure 7—Arrangement 1 Type A Seals

مفهوم نوع سیل Seal Type – ادامه

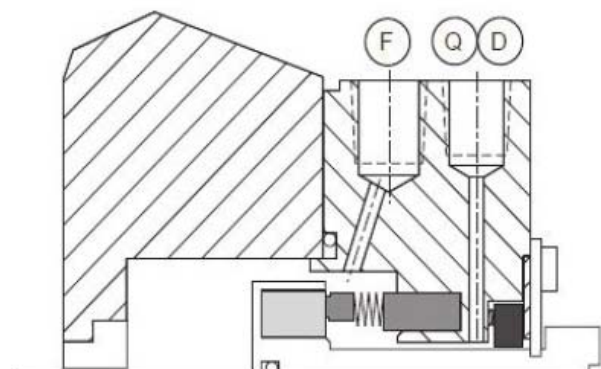
Type B



Non Pusher Type



a) Rotating Bellows Assembly



b) Stationary Bellows Assembly

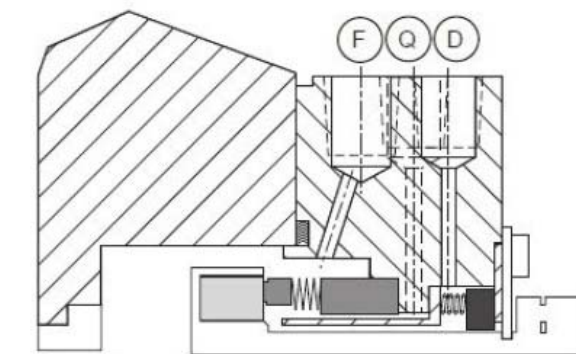
Figure 8—Arrangement 1 Type B Seals

مفهوم نوع سیل Seal Type – ادامه

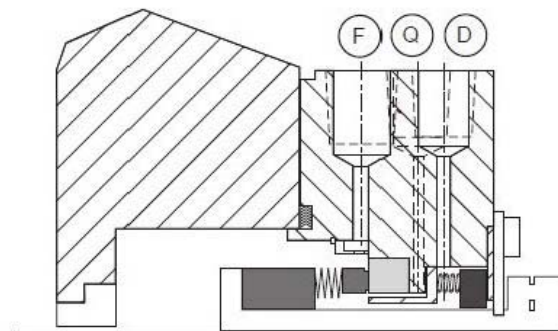
Type C



Non Pusher Type



a) Stationary Bellows Assembly

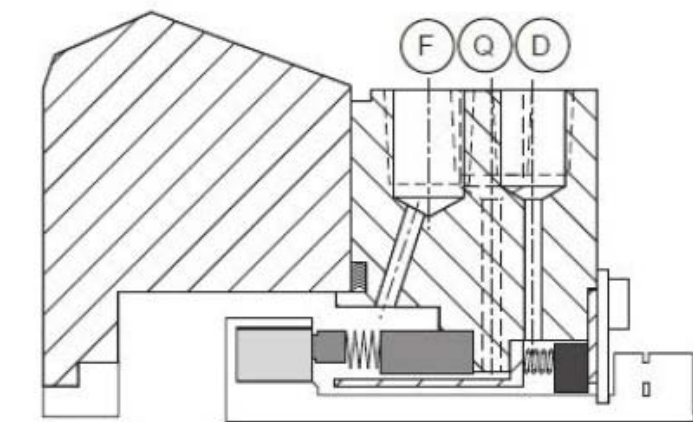


b) Rotating Bellows Assembly

Figure 9—Arrangement 1 Type C Seals

مفهوم نوع سیل Seal Type – ادامه

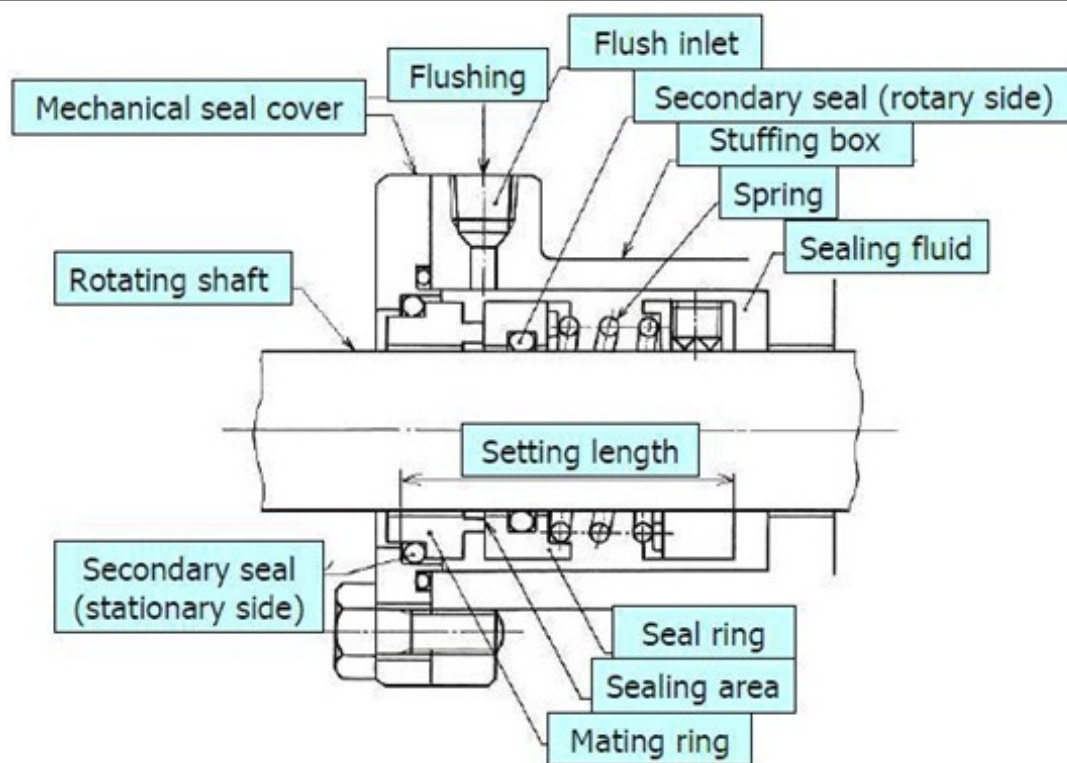
- سیل های نوع A و B برای کاربرهای تا دمای ۱۷۶ درجه سانتیگراد (۳۵۰ درجه فارنهایت) مناسب هستند. سیل های نوع C برای کاربردهای دما بالا تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد (۷۵۰ درجه فارنهایت) مناسب می باشند. سیل هایی که خارج محدوده انواع A, B و C هستند، تحت عنوان سیل های مهندسی شده ES نامگذاری می شوند.



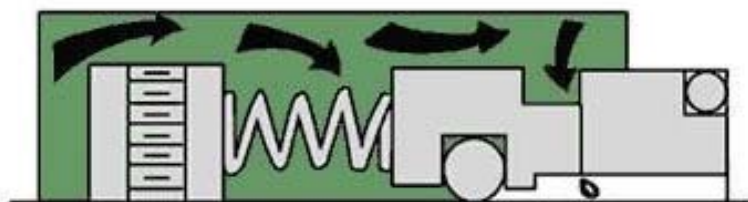
a) Stationary Bellows Assembly

- سیل های بلوز فلزی به طور ذاتی بالانس هستند. سیل های بلوز فلزی ثابت - Stationary metal bellows seals ، انتخاب اولیه برای کاربردهای دمابالا با جانمایی سیل شماره ۱ هستند.

اجزا آبندهای مکانیکی



مفهوم سیل Pusher type و Non Pusher type



Pusher seal type

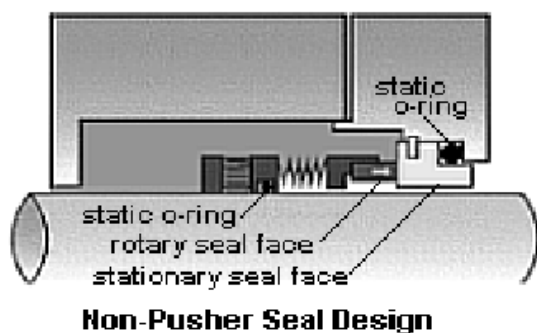
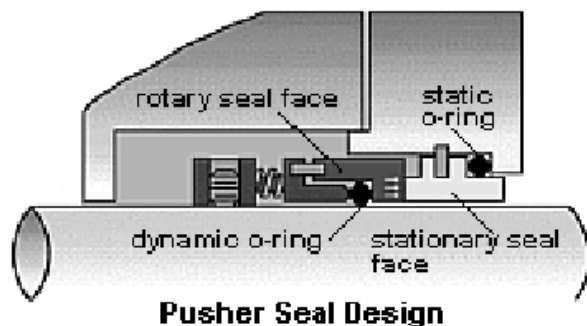


Non-pusher seal type (metal below)

یک سیل نوع (Type A) Pusher، از یک آبند ثانویه دینامیکی او-رینگ استفاده می کند. که اجازه حرکت محوری اجزا انعطاف پذیر را می دهد. این حرکت محوری ناشی از نیروی هیدرولیکی در محفظه آبندی و یا تنش مکانیکی در فنرها باشد. در این حالت، او-رینگ تحت سایش بر روی محور می باشد. بنابراین سطح خارجی بوش باید خیلی صاف باشد تا امکان حرکت راحت محوری او-رینگ میسر شود. اگر ذرات جامد در سیال آبندی زیاد باشد و یا امکان رسوب روی بوش محور وجود داشته باشد، او رینگ باید تقویت شود و از حرکت محوری آن جلوگیری شود.

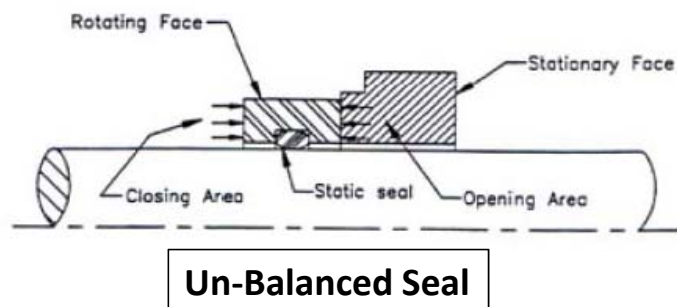
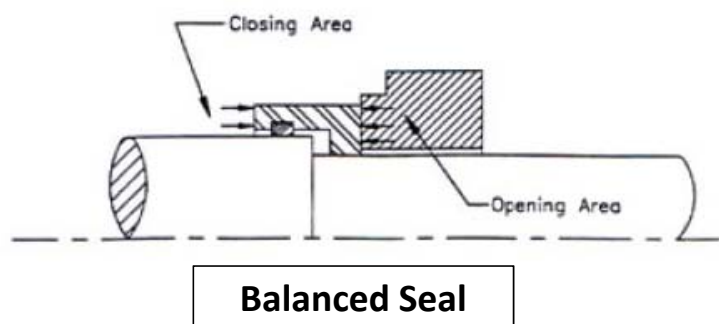
در یک سیل نوع (Type B, C) Non Pusher، او-رینگ همیشه ثابت می ماند، حتی اگر پمپ در حال کار باشد و در هنگام سایش وجوه آبندی ثابت و متحرک، حرکت نمی کند. در واقع یک سیل نوع Non Pusher اجزا آبند ثانویه دینامیکی ندارد.

مفهوم سیل Pusher و Non Pusher – ادامه



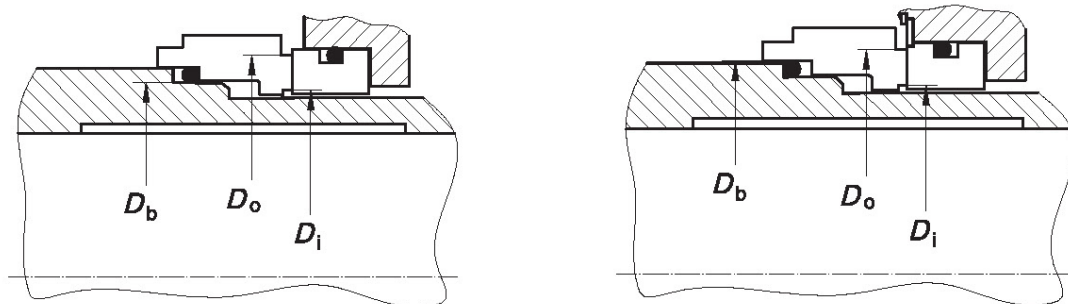
- در سیل های Non Pusher از بلوز فلزی استفاده می شود. بلوز فلزی هم نقش فنر در سیل های Pusher را دارد و هم نقش آببند ثانویه (مانند او-رینگ در سیل های Pusher) را ایفا می کند.
- در سیل های نوع Non Pusher (سیل های بلوز فلزی)، المنت آببندی ثانوی (همان بلوز فلزی) قطر بزرگتری نسبت به فنر سیل های Pusher دارد و بنابراین منطقه بسته شدن Closing Area کمتر است. در واقع بلوز فلزی به راحتی در طول محور حرکت می کند و تحت تأثیر رسوبات و مواد جامد سیال آببندی قرار نمی گیرد.

مفهوم سیل بالانس Balanced Seal



- مکانیکال سیل هایی که نیروهای بسته نگهداشتن سیال Fluid Closing Forces در هنگام طراحی سیل اصلاح شده باشد. در استاندارد API 682 سیل هایی که نسبت بالانس آنها کمتر ۱ باشد، سیل بالانس گفته می شود.
- در سیل های بالانس، گرمای تولید شده در وجوه سیل کمینه می شود و عمر سیل بهینه می گردد. نسبت بالانس بر روی نیروی وجوه سیل، تولید گرما و فشار کاری سیل تأثیر دارد.
- در یک سیل بالانس، نسبت بالانس کمتر از یک و معمولاً بین ۰.۶ تا ۰.۹ است.
- نسبت بالانس می تواند به عنوان نسبت فشار محفظه آببندی که کمک می کند تا نیروی بسته نگهداشتن روی وجوه سیل ایجاد شود، تفسیر شود.

مفهوم سیل بالانس – Balanced Seal – ادامه



a) Seal with Higher Pressure at Outer Diameter b) Seal with Higher Pressure at Inner Diameter

Figure F.5—Illustration of Balance Ratio Measurement Points

نسبت بالانس برای سیل های با
 فشار بالاتر در قطر خارجی

نسبت بالانس برای سیل های با
 فشار بالاتر در قطر داخلی

$$B = (D_o^2 - D_b^2) / (D_o^2 - D_i^2)$$

$$B = (D_b^2 - D_i^2) / (D_o^2 - D_i^2)$$

- در یک سیل بالانس، فشار هیدرولیکی که عمل می کند تا وجوه سیل بسته شود، به طور قابل ملاحظه ای کاهش داده می شود. سیل های بالانس به خاطر کاهش فشار هیدرولیکی که وجوه را به هم می فشارد، گرمای کمتری تولید می کنند و نسبت به سیل های نابالانس مزیت دارند.
- سیل های نابالانس تنها برای کاربردهای با فشار پایین توصیه می شود (هرچند که در استاندارد API 682، استفاده از آن ممنوع می باشد).

کدگذاری سیل ها Seal Codes

Table D.1—Example of an Arrangement 1 Mechanical Seal Code

Seal				Design Options				Size		Plans
Category	Arrangement	Type		Containment device	Gasket material	Face material		Shaft Size mm		Piping Plan
1	1	A	-	P	F	O	-	050	-	11

1
2
3

1
2
3

A
B
C

Inner seal/Outer seal

e.g. B/A e.g. P/N
 e.g. G/F e.g. 11/53A

P
L
F
C
S
X

F
G
H
I
R
X

M
N
O
P
Q
R

S
T
X

Example:
 25 mm = 025
 37.25 mm = 038
 34.9 mm = 035

Example:
 11
 11/53B

کدگذاری سیل ها Seal Codes – ادامه

Design Options

Containment Device

P – Plain gland with no bushing: this design can be used in **Arrangement 2** or **Arrangement 3** seals;

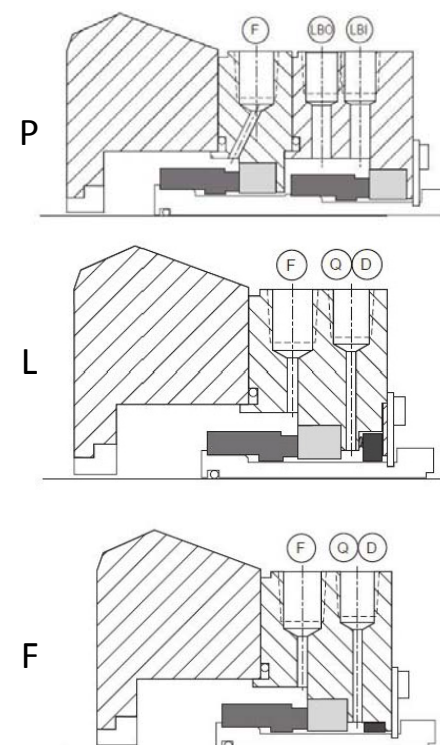
L – floating throttle bushing: this design can be used on single **Category 1**, **Category 2**, or **Category 3** seals;

F – fixed throttle bushing: this design can be used on **category 1**, **Arrangement 1** seals;

C – containment seal : a containment seal can be used in **Arrangement 2** (**2CW-CS** or **2NC-CS**) seals;

S – floating, segmented carbon bushing: a segmented carbon bushing may be specified in **Category 1**, **Category 2**, or **Category 3** seals;

X – unspecified: the option for the containment device is unknown or not covered by the standard options. This will be specified separately.



کدگذاری سیل ها Seal Codes – ادامه

Design Options

Secondary Sealing Element (Gasket) Material

F – FKM gaskets;

G – Polytetraflouroethylene (PTFE) spring energized gaskets;

H – nitrile gaskets;

I – FFKM gaskets

R – flexible graphite (with spiral wound flexible graphite gaskets for gland gasket);

X – unspecified: the option for the secondary sealing element is unknown or not covered by the standard options. This will be specified separately.

کدگذاری سیل ها Seal Codes – ادامه

Design Options

Seal Face Material Combination

M – carbon vs nickel bound tungsten carbide;

N – carbon vs reaction bonded silicon carbide

O – reaction bounded silicon carbide vs nickel bound tungsten carbide;

P – reaction bonded silicon carbide vs reaction bonded silicon carbide;

Q – sintered silicon carbide vs sintered silicon carbide;

R – carbon vs sintered silicon carbide;

S – graphite loaded, reaction bonded silicon vs reaction bonded silicon carbide;

T – graphite loaded, sintered silicon carbide vs sintered carbide;

X – unspecified: the option for the seal face material combination is unknown or not covered by the standard options. This will be specified separately.

کدگذاری سیل ها Seal Codes – ادامه

مثال ۱: کدگذاری مکانیکال سیلی به صورت **21B-LIN-075-11** می باشد. مشخصات سیل را تعیین کنید؟

3 – Category 2

1 – Arrangement 1

B – Type B seal

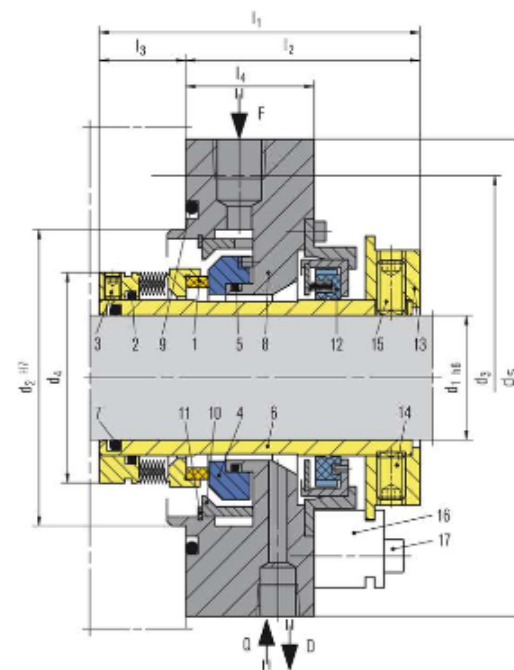
L – Floating bushing

I – FFKM secondary seal

N – Carbon vs reaction bonded silicon carbide

075 – installed on a 75 mm shaft

11 – piping plan 11



کدگذاری سیل ها Seal Codes – ادامه

مثال ۲: کدگذاری مکانیکال سیلی به صورت 22B/A-PFQ/O-050-11/52 می باشد. مشخصات سیل را تعیین کنید؟

2 – Category 2

2 – Arrangement 2

B/A – Type B inner seal with Type A outer seal

P – Plain gland with no bushing

F – FKM secondary seals in both inner and outer seals

Q/O – Sintered silicon carbide vs sintered silicon carbide
in the inner seal with carbon vs sintered silicon
carbide in the outer seal

050 – installed on a 50 mm shaft

11/52 – piping plan 11 and piping plan 52

