



Болты Supergrip для поворотных фланцев



Сократите простои!

Когда экономическая эффективность техобслуживания в тяжёлой промышленности является одним из основных факторов, экономия времени с применением болтов Supergrip приводит к значительному снижению затрат.

При соединении болтами Supergrip не возникает проблем, связанных с трудностями демонтажа, так как заклинить этот болт практически не может. При этом не имеет значения, были ли болты защемлены или прихвачены в отверстиях. После снятия давления и растяжения каждый болт будет также легко извлечён, как и входил.

В морской промышленности муфты должны периодически разбираться для осмотра. В судах, оснащённых болтами Supergrip, снижается время на демонтаж и обратный монтаж соединительных болтов вала гребного винта до минимально возможных сроков.

Муфты паровой турбины должны располагаться с определёнными интервалами для проведения капитального ремонта, осмотра и выравнивания. Шведским Государственным Советом по энергетике (Swedish State Power Board) было проведено сравнительное исследование на основе испытаний отдельно установленных болтов с болтами Supergrip. Результат показал на 90% снижение времени на разборку и сборку муфт двух турбоагрегатов (восемь муфт).

Блок с болтами Supergrip был обратно присоединён к электрической сети на 48 часов раньше, чем блок с обычными болтами. Общая экономия составила 19 200 000 кВт·час (48 ч x 400 МВт).

Возможная экономия при применении болтов Supergrip на протяжении срока эксплуатации судна или электростанции очень существенна, если данные результаты перевести в прибыль. Это и объясняет, почему мы поставили более 150 тысяч болтов на протяжении многих лет!



Новые технологии борются со старыми проблемами

Борьба с обычными болтами

До использования болтов Supergrip монтаж и демонтаж больших поворотных фланцевых соединений, выполненных обычными болтами, проходили неудовлетворительно как с экономической, так и с технической точки зрения.

Обычные болты, которые должны устанавливаться с помощью кувалды, после длительного хонингования (вид абразивной обработки) и индивидуальной шлифовки болтов, с большим трудом можно назвать новой технологией. Этим процедурам должны подвергаться и фланцевые отверстия – что является крайне затруднительным.

Даже при привлечении квалифицированных монтажников достаточно сложно обеспечить посадку с натягом. В большинстве случаев будет иметь место небольшой зазор, и через определённое время эксплуатации зазор может увеличиться, что приведёт к большим напряжениям и вибрациям болтов, а также к повреждению фланцевых отверстий.

Несмотря на все Ваши усилия по монтажу через определенный промежуток времени Вам придётся демонтировать изделие, а значит столкнуться с прежними трудностями. Каждый болт должен демонтироваться. Работа далее усложняется попыткой

установить или высверлить обычные болты, которые прихвачены в отверстиях из-за фреттинг-коррозии, перенапряжения или слишком плотной затяжки.

Болты Supergrip являются лучшим решением для соединения поворотных фланцевых муфт. В сравнении с традиционными системами использование болтов Supergrip облегчает монтаж и демонтаж, сокращает затраты на простои оборудования и обеспечивает более надёжное соединение половинок фланцев.

Крутящий момент муфты, соединённой болтами Supergrip, передаётся двумя путями: прочностью на сдвиг расширенного болта в отверстиях, а также трением между поверхностями фланцев, создаваемым предварительным нагружением болта. Оба явления контролируются и измеряются.



Разработанные специально для применения в решениях с большим крутящим моментом, например, гребные валы, сборочные узлы рулей, генераторы турбины, прокатные станы и т.п., болты Supergrip обеспечивают значительные преимущества:

Упрощённая обработка фланцевых отверстий, отсутствие шлифовки болтов. Исключена повторная развёртка и повторное хонингование. Болты рассчитаны на установку и демонтаж с исходной посадкой с зазором. Отсутствует риск прихвачивания.

Лёгкость монтажа и демонтажа. В сравнении с обычными болтами можно значительно снизить время на монтаж и демонтаж болтов.

Расширение и установка с предварительным натяжением до указанного уровня.

Проскальзывание муфт исключено из-за надёжной посадки с натягом и большой осевой предварительной нагрузки.

Упрощённая центровка вала. Контролируемое и постепенное расширение болта обеспечивает быстрое восстановление концентричности между фланцами.

Полная взаимозаменяемость и возможность повторного применения. Нет необходимости в комплекте запасных болтов.

Дополнительная экономия на этапе проектирования

Благодаря равномерной передаче крутящего момента между болтами в сочетании с силой трения, создаваемой между фланцами, количество и/или диаметр болтов муфты могут быть уменьшены, обеспечивая при этом безопасную работу.

Путём уменьшения диаметра болта также можно уменьшить диаметр фланца, что делает решение более компактным и менее дорогим.

Инструменты

С болтами поставляется комплект инструментов, включающий гидравлическое устройство натяжения с оснасткой и ручной насос (или пневматический насос) с гибким шлангом и быстроразъёмной муфтой. Инструменты в комплекте имеют ручное управление и легко переносятся.



Как работают болты Supergrip

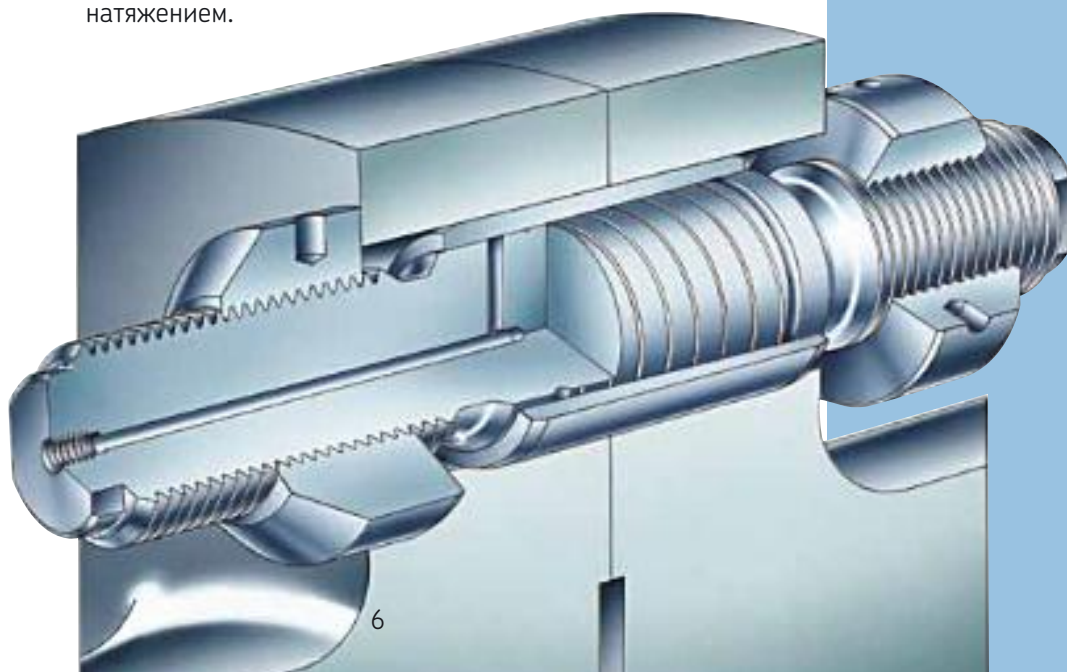
Болты имеют конусообразное тело с резьбой с обоих концов. Расширяющаяся втулка с соответствующим конусообразным отверстием устанавливается на тело болта. В комплект входят две гайки.

Снаружи втулка имеет цилиндрическую форму и её размер соответствует исходной посадке с натягом в отверстие под болт, что соответствует 0,05–0,15% от диаметра отверстия под болт. Отсутствуют высокие требования к шероховатости поверхности в отверстии. Достаточно обычного сверления с допуском (H7).

Болты монтируются в отверстие вручную. Втулка расширяется в радиальном направлении для посадки с натягом путём втягивания конусообразного тела болта в конусообразное отверстие втулки. Далее болт растягивается относительно одной гайки при закручивании вручную второй гайки. Предварительная нагрузка на болт осуществляется путём сброса давления на насосе. Предварительная нагрузка будет приводить к небольшому уменьшению диаметра болта. Однако такое уменьшение уже отрегулировано расширением втулки. Расширение втулки и натяжение болта тщательно контролируются гидравлическим насосом, включённым в комплект инструмента.

Для демонтажа болт освобождается от втулки путём подачи масла между соединяемыми конусообразными поверхностями. Масло подаётся через соединение в центре болта.

Рабочее давление устройства натяжения равняется 150 МПа (21 300 фунт/дюйм²). Манометр на насосе обеспечивает точное управление расширением и натяжением.



Ассортимент болтов Supergrip

Компактные болты Supergrip – ОКВС

Компактные болты Supergrip разработаны с утопленными концами. Утопленные концы являются обычным требованием соединения муфт паровой турбины для уменьшения давления воздуха и уровня шума.

Болты Supergrip могут применяться с раззенкованными и нераззенкованными отверстиями фланцев.

Если для балансировки вала требуется строгий допуск по массе муфты, то болты могут поставляться в соответствии со спецификацией масс.

Комбинированная система Supergrip – ОКВС и ОКВТ

При установке болтов Supergrip на фланцы муфты с заданным количеством и диаметром болтов, например, фланцы коленвала и редуктора, или при модернизации существующих муфт, то чаще всего количество болтов может быть уменьшено, обеспечивая при этом жёсткую посадку для передачи момента. Тем не менее, для гарантирования симметричного распределения нагрузки минимальное количество болтов муфты должно быть не меньше шести. Для выполнения этого требования мы разработали систему, в которой болты Supergrip сочетаются с соединительными болтами со свободной посадкой.

Соединительные болты натягиваются и предварительно нагружаются таким же образом и с помощью того же устройства натяжения, что и болты Supergrip.

В частности такая система является преимуществом в том случае, когда изгибающая и осевая нагрузки высоки относительно крутящего момента. Соединительный болт со свободной посадкой требует меньшего объёма обработки, а общая стоимость на муфту снижается.

Штифты Supergrip – ОКВД

Для соединения фланца со ступицей с глухими отверстиями нами разработана специальная система Supergrip, состоящая из уникального штифта в сочетании с натягиваемыми соединительными болтами.

Применение системы включает изготовление электрических роторов, гребных винтов с фланцевым соединением, устанавливаемых на болты лопастей гребного винта и муфт возбудителя. Штифт также может применяться для надёжного позиционирования механизмов и для глушения сливных труб или отверстий в сосудах под давлением.

Штифт также является выгодным решением по глушению отверстий в ядерных реакторах.



Компактный болт Supergrip

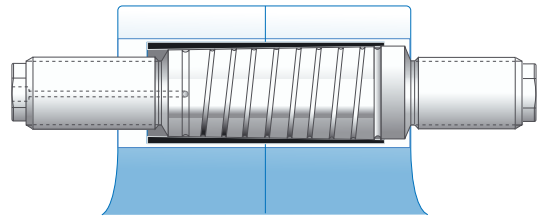


Комбинированная система Supergrip



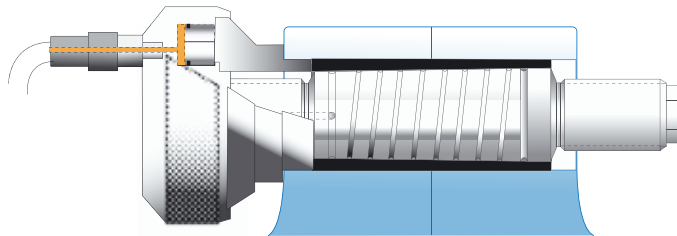
Штифт Supergrip

Монтаж болта Supergrip



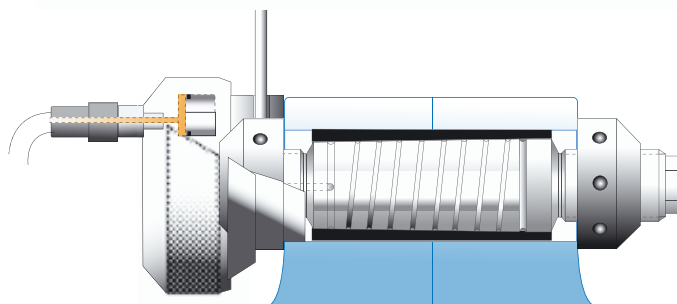
1

Так как изначально болт меньше отверстия, то его можно легко вставить рукой.



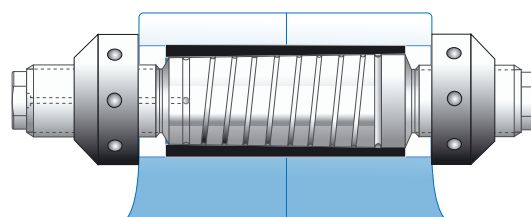
2

Конусообразное тело втягивается во втулку устройством натяжения, создавая контролируемую посадку с натягом в радиальном направлении.



3

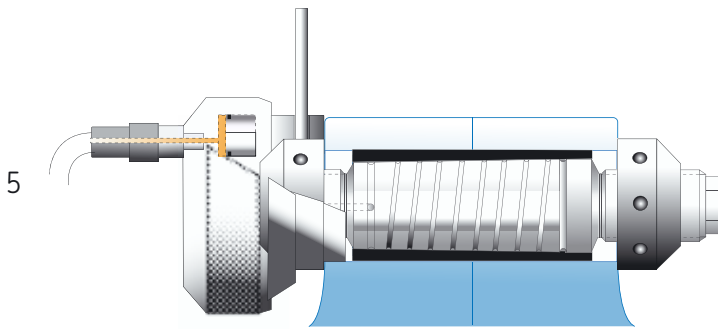
После установки гаек болт натягивается до высокой осевой предварительной нагрузки.



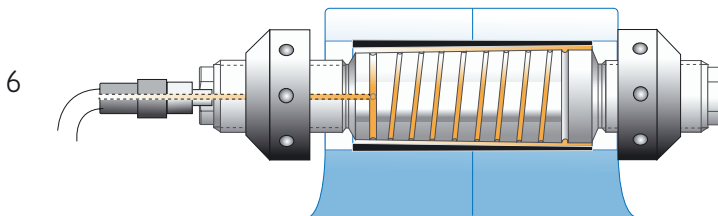
4

После отсоединения насоса и устройства натяжения болт готов к передаче высокого крутящего момента.

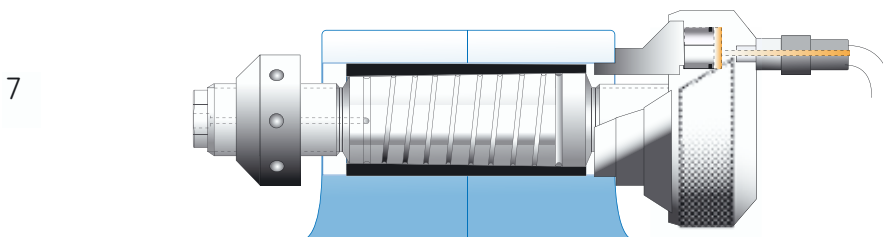
Демонтаж болта Supergrip



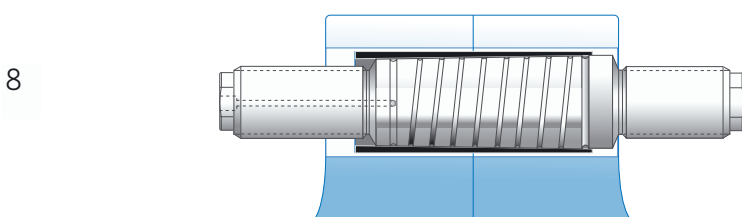
Присоединяется устройство натяжения, создаётся давление, откручивается одна гайка.



К центру болта присоединяется насос. Подаётся масло для отсоединения болта от втулки. Болт выскальзывает из конусообразного отверстия втулки, которая немедленно восстанавливает исходный диаметр.



Как альтернативный вариант болт может вытягиваться из втулки устройством натяжения, установленным с противоположного конца.



После откручивания гаек болт и втулка могут быть легко вынуты рукой.



Выбор конструкции и размера



Определение размеров

Цель проектирования фланцевого соединения состоит в оптимизации количества и размера болтов фланцевой муфты, а также размеров фланца.

Количество болтов муфты должно быть не менее шести.

Болт Supergrip рассчитывается на максимальное напряжение сдвига 280 Н/мм^2 и максимальное осевое напряжение 350 Н/мм^2 .

Обозначения

T_N	Нм	Номинальный крутящий момент
T_D	Нм	Расчётный крутящий момент
T_S	Нм	Момент, передаваемый болтами Supergrip
T_T	Нм	Момент, передаваемый соединительными болтами
n_1		Количество болтов Supergrip
n_2		Количество соединительных болтов
S		Коэффициент удара
K_1	Н	Максимальное усилие сдвига
K_2	Н	Усилие натяжения болтов Supergrip (из таблицы 1)
K_3	Н	Усилие натяжения соединительных болтов (из таблицы 1)
a		Коэффициент материала фланца (по графику 1)
b_1		Коэффициент оставшегося предварительного напряжения в болтах Supergrip = 0,7
b_2		Коэффициент оставшегося предварительного напряжения в соединительных болтах = 0,8

Геометрические размеры

E	мм	Диаметр делительной окружности
d_1	мм	Номинальный диаметр отверстия под Supergrip
d_2	мм	Номинальный диаметр отверстия под соединительный болт
d_3	мм	Диаметр вала
G	мм	Резьба болта
D_1	мм	Наружный диаметр фланца
D_D	мм	Наружный диаметр устройства натяжения
B_1	мм	Длинный конец болта Supergrip с резьбой
B_2	мм	Короткий конец болта Supergrip с резьбой
B_3	мм	Короткий конец болта Supergrip с резьбой
C_{min}	мм	Минимальная толщина обоих фланцев вместе
D_M	мм	Диаметр гайки
F	мм	Толщина гайки
R_{min}	мм	Минимальный радиус для применения стандартного инструмента
H_1	мм	Минимальное пространство для работы устройства натяжения

Расчётный крутящий момент

Расчётный крутящий момент определяется в соответствии с

$$T_D = T_N \cdot S \quad (\text{Нм}) \quad [1]$$

Коэффициент удара S можно выбрать в таблице ниже.

Коэффициент удара S

Тип источника питания	Тип нагрузки на приводную машину		
	Равномерная нагрузка Центробежный насос Вентиляторы Небольшие конвейеры Турбокомпрессоры Смесители	Средние ударные нагрузки Поршневые компрессоры Небольшие поршневые насосы Режущие машины Пакетировочные автоматы Деревообрабатывающие станки	Сильные ударные нагрузки Эксцентрикные прессы Волоочильные станки Строгальные станки Большие поршневые компрессоры
Электромотор, турбина Многоцилиндровый поршневой двигатель Одноцилиндровый поршневой двигатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3
	2,0 – 2,25	2,25 – 2,5	2,5 – 2,75
	2,25 – 2,5	2,5 – 2,75	2,75 – 3,0
	2,75 – 3,0	3,0 – 3,25	3,25 – 4,0

Если болт предназначен для применения в морских условиях, то коэффициент удара должен согласовываться с классификационным обществом.

Число болтов Supergrip

Начните с определения размера болта, затем определите диаметр делительной окружности E :

$$E = d_3 + D_0 + 10 \quad (\text{мм}) \quad [2]$$

Рассчитайте максимальное усилие сдвига на болт для выбранного размера болта

$$K_1 = 280 \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot a \quad (\text{N}) \quad [3]$$

Далее определяется число болтов Supergrip

$$n_1 = \frac{T_D \cdot 2}{E(K_1 + K_2 \cdot b_1 \cdot 0,15)} 10^3 \quad [4]$$

Если число болтов Supergrip меньше шести, выберите меньший диаметр болта и повторите расчёт.

Наружный диаметр фланца

Наружный диаметр фланца определяется следующим образом:

$$D_1 = E + 1,6 \cdot d_1 \quad [5]$$

Комбинированная система

В случае использования комбинированной системы Supergrip, например, при модернизации, число болтов Supergrip и соединительных болтов выбирается следующим образом.

Расчётный крутящий момент определяется по формуле.

Выберите размер болта Supergrip и определите диаметр делительной окружности в соответствии с формулой.

Число соединительных болтов должно быть кратно числу болтов Supergrip (1, 2, 3...).

Выберите соответствующее количество болтов Supergrip, n_1 , не менее трёх.

Рассчитайте крутящий момент, передаваемый болтами Supergrip

$$T_s = n_1 \frac{E}{2} 10^{-3} [K_1 + K_2 \cdot b_1 \cdot 0,15] \text{ (Нм)}$$

Определите крутящий момент, передаваемый соединительными болтами

$$T_T = T_D - T_s \quad \text{(Нм)}$$

Далее определите число соединительных болтов n_2

$$n_2 = \frac{T_T \cdot 2}{K_3 \cdot b_2 \cdot E \cdot 0,15} 10^3$$

Коэффициент материала фланца a

Из-за контактного напряжения во фланце во время эксплуатации соединения следует учитывать материал фланца.

Диаграмма 1



Таблица 1

Диаметр болта (мм)		Резьба	$K_2 \times 10^3$ (Н)	$K_3 \times 10^3$ (Н)
от	до			
40	44	M33	302	366
44	49	M36	352	429
49	51	M39	427	518
51	55	M42	488	592
55	58	M45	573	696
58	62	M48	647	786
62	68	M52	779	946
68	73	M56	898	1090
73	78	M60	1053	1278
78	83	M64	1194	1450
83	88	M68	1372	1666
88	93	M72	1562	1896
93	98	M76	1764	2142
98	104	M80	1978	2402
104	112	M85	2264	2749
112	118	M90	2569	3119
118	124	M95	2893	3513
124	130	M100	3236	3930
130	138	M105	3599	4370

Спецификации материала

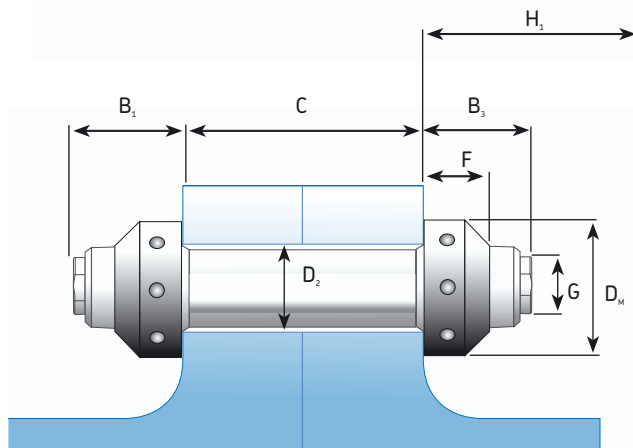
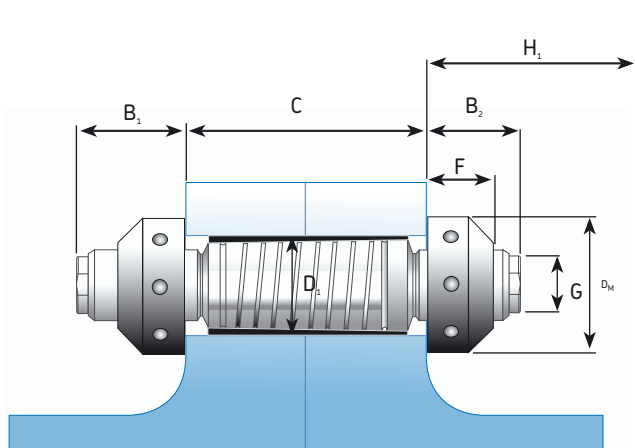
Тело болта, втулка и гайки:

Марка SS 2541 эквивалентно B.S. 817M40
DIN 34NiCrMo6
SAE 4337

Механические свойства $R_{eL} = 700 \text{ Н/мм}^2$
 $A_5 = \text{мин } 12\%$

Таблица пересчёта

1 Н = 0,102 кфунт = 0,225 фунт
1 Нм = 0,102 кфунт/м = 0,738 фунт x фут
1 МПа = 10,2 кфунт/см² = 0,145 x 103 фунт/дюйм²
1 Н/мм² = 0,102 кфунт/мм² = 0,145 x 103 фунт/дюйм²
1 м = 39,37 дюйм
1 мм = 0,03937 дюйм
1 дюйм = 25,4 мм
0°C = 273,15 K = 32°F



Размеры

Болт Supergrip

Ном. диаметр отверстия D ₁ мм	Резьба G	Мин. толщина обоих фланцев C _{мин} мм	Длинный резьб. конец болта B ₁ мм	Короткий резьб. конец болта B ₂ мм	Толщина гайки F мм	Диаметр гайки D _M мм	Общая масса болта в компл. кг	Добавка на каждые 10 мм >C _{мин}	Соединительный болт				Монтажный инструмент	
									Ном. диаметр отверстия D ₂ + 0,1 мм	Короткий резьб. конец болта B ₃ мм	Общая масса болта в компл. кг	Добавка на каждые 10 мм >C _{мин}	Наруж. диаметр устройства натяж. D _D мм	Мин. место для работы устр. натяж. H ₁ мм
40 - (44)	M33x3,5	126	64	51	27	58	2,5-2,7	0,05	34	35	1,9	0,05	88	142
44 - (49)	M36x4	140	70	56	29	63	3,3-3,6	0,06	37	37	2,5	0,06	102	149
49 - (51)	M39x4	143	78	62	31	67	4,1-4,2	0,07	40	41	3,5	0,07	102	157
51 - (55)	M42x4,5	155	83	66	34	72	5,0-5,3	0,08	43	44	4,3	0,08	118	157
55 - (58)	M45x4,5	160	87	69	36	76	6,0-6,2	0,09	46	46	5,2	0,09	118	161
58 - (62)	M48x5	172	91	72	39	81	7,3-7,6	0,10	49	49	6,3	0,10	136	177
62 - (68)	M52x5	185	99	78	42	89	9,2-9,8	0,13	53	52	8,0	0,13	136	185
68 - (73)	M56x5,5	199	106	83	45	96	11,5-12,2	0,14	57	55	10,0	0,14	156	198
73 - (78)	M60x5,5	209	114	90	48	102	14,1-14,8	0,17	61	60	12,2	0,17	156	206
78 - (83)	M64x6	222	122	96	52	109	17,2-18,1	0,19	65	64	14,9	0,19	178	231
83 - (88)	M68x6	233	128	101	55	116	20,4-21,3	0,22	69	67	17,7	0,22	178	237
88 - (93)	M72x6	243	134	105	58	122	24,0-25,0	0,25	73	70	21,0	0,25	198	245
93 - (98)	M76x6	254	140	110	61	130	28,3-29,5	0,28	77	73	24,5	0,28	198	251
98 - (104)	M80x6	267	146	114	64	137	33,0-34,6	0,32	81	76	28,5	0,32	236	282
104 - (112)	M85x6	284	154	120	68	147	39,9-42,3	0,36	86	80	34,3	0,36	236	290
112 - (118)	M90x6	297	162	126	72	155	47,5-49,5	0,41	91	84	40,6	0,41	268	310
118 - (124)	M95x6	309	170	132	76	164	55,6-57,9	0,46	96	88	47,4	0,46	268	318
124 - (130)	M100x6	321	178	138	80	172	64,2-66,6	0,52	101	92	55,1	0,52	296	334
130 - (138)	M105x6	339	186	144	84	182	74,6-78,3	0,58	106	96	64,0	0,58	296	342

Размеры могут отличаться в зависимости от применения.

Наши достижения в передаче крутящего момента

С 1940 г. более 40 тысяч муфт вала с подачей масла SKF OK и OKF поставили владельцам и операторам оборудования морской, сталелитейной промышленности и электроэнергетики для применения при передаче большого крутящего момента.

Инновационная модель муфты ОК, требующая только наличия цилиндрического вала, основана на принципе передачи момента путём применения надёжной посадки с натягом вместо применения ослабляющих вал пазов под шпонку.

При использовании метода подачи масла компании SKF сборка и разборка таких соединений занимает только часть времени, требуемого в случае обычных методов соединения.

Такая же усовершенствованная конструкция применяется в настоящее время и в отношении стяжного болта. Болты Supergrip представляют собой качественный скачок в улучшении технологии соединения поворотных фланцевых муфт. Они уже применяются на суше и в море, предоставляя информацию, подтверждающую их превосходство в сравнении с другими соединительными болтами, представленными на рынке.



Болты SKF Supergrip были установлены в поворотных фланцевых муфтах в большом диапазоне морского и наземного применения по всему миру. Применение болта Supergrip в работе оборудования было одобрено всеми ведущими международными и национальными классификационными обществами и надзорными органами.

Атомная электростанция Ringhals 1. При капитальном ремонте двух турбоагрегатов 152 болта были заменены в течение 80 часов на болты SKF Supergrip. Общая экономия времени в производстве электроэнергии составила 48 часов.



Электростанция Bermuda East, установка работающей на малом числе оборотов дизель-генераторной станции.



Установка OKBS 95 x 250 на фланцевом соединении упорного вала/промежуточного вала в Jubilee.



Круизное судно Jubilee и однотипные суда, построенные на верфи Kockums в Швеции. Общее количество болтов Supergrip на судне Jubilee: 72.

Компания SKF Coupling Systems AB была создана в начале 1940-х гг., когда главный инженер SKF Эрланд Брат изобрёл метод подачи масла SKF. В результате непрерывных разработок компания SKF в настоящее время является мировым лидером в выбранном секторе рынка.

Наша бизнес-концепция заключается в разработке, изготовлении и поставке изделий на основе метода подачи масла SKF. Такие изделия значительно уменьшают время простоя и снижают затраты на техобслуживание капиталоемкого оборудования, в котором они устанавливаются.



ЗАО СКФ

тел: + 7 495 510 18 20
факс: + 7 495 690 87 34
e-mail: skf.moscow@skf.com
www.skf.ru

© SKF является зарегистрированной торговой маркой SKF Group.
© SKF Group 2010

Содержание данной публикации является собственностью издателя и не может быть воспроизведено (даже частично) без соответствующего разрешения. Несмотря на то, что были приняты все меры по обеспечению точности информации, содержащейся в настоящем издании, издатель не несет ответственности за любой ущерб, прямой или косвенный, вытекающий из использования вышеуказанной информации.

