

کد مقاله: SBI-CLA-0001

بسمه تعالی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵



شبکه بلبیرینگ ایران

دپارتمان تحقیق و توسعه

آشنایی با بیرینگ های فوق دقیق و کاربردهای آن ها

چکیده:

عنوان بیرینگ های فوق دقیق، به دسته ای از بیرینگ ها اطلاق می گردد که نسبت به بیرینگ های عادی از دقت بسیار بالاتری برخوردار می باشند. دقت بالای این بیرینگ ها موجب استفاده از آن ها در شرایطی شده که دقت بالا در عملکرد کلی سیستم حیاتی بوده و بیرینگ های عادی قادر به تأمین ضروریات طراحی نمی باشند. در این مقاله، ابتدا مفهوم دقت در بیرینگ ها و ارکان آن، شامل دقت ابعادی و دقت عملکردی بیرینگ ها، مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس بیرینگ های فوق دقیق معرفی و برخی از موارد کاربرد آن ها ذکر شده است.

کلمات کلیدی:

بیرینگ های فوق دقیق، تolerانس های بیرینگ ها، دقت ابعادی بیرینگ ها، دقت عملکردی بیرینگ ها.

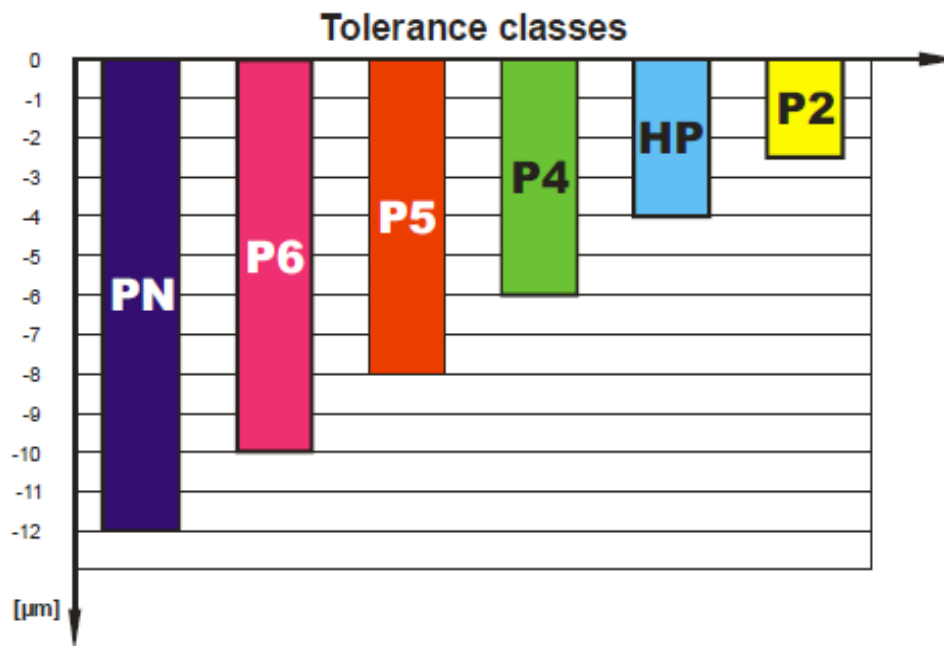
۱- مقدمه:

در مواردی که دقت عملکرد یک سیستم از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (به عنوان مثال در برخی از ابزارهای ماشین کاری)، باید از بیرینگ هایی استفاده گردد که از دقت عملکردی بالایی برخوردار باشند؛ با توجه به محدودیت بیرینگ های عادی در تأمین دقت مورد نیاز طراحان، سازندگان مطرح بیرینگ از قبیل SKF، FAG، TIMKEN و NSK اقدام به تولید بیرینگ های ویژه ای نموده اند که با نام «بیرینگ های فوق دقیق»^۱ شناخته می شوند [۱].

در ادامه این مقاله، ابتدا مفهوم دقت در بیرینگ ها مورد بررسی قرار گرفته و سپس بیرینگ های فوق دقیق معرفی و کاربردهای آن ها تبیین می گردند.

۲- مفهوم دقت در بیرینگ ها:

هنگامی بررسی بیرینگ ها، دقت آن ها در قالب کلاس های تoleransi مختلف بیان می شود. برای نشان دادن این کلاس های تoleransi از پسوندهای مربوط به دقت در نام گذاری بیرینگ ها استفاده می گردد و بیرینگ های ساخته شده در یک کلاس تoleransi واحد، دارای پسوند تoleransi مشابهی می باشند. اگر چه در برخی موارد، نام گذاری این پسوندها بسته به شرکت سازنده بیرینگ، متفاوت است؛ ولی معمولاً تعریف کلاس های تoleransi بر مبنای استانداردهای رایج می باشند. مرسوم ترین استانداردهای رایج در این خصوص، برای بیرینگ های غلتشی شعاعی (DIN 620-2 (ISO 492) و برای بیرینگ های غلتشی محوری (DIN 620-3 9 (ISO 199) می باشند [۲]. شکل شماره ۱، دقت کلاس های تoleransi مختلف بیرینگ های شرکت NKE را برای یکی از پارامترهای یک نمونه موردی، با یکدیگر مقایسه می نماید.



شکل ۱: مقایسه دقت کلاس های مختلف تلرانسی با یکدیگر [۳].

مفهوم دقت در خصوص بیرینگ ها در دو قالب دقت ابعادی و دقت عملکردی مورد بحث قرار می گیرد [۴]. در خصوص دقت ابعادی، پارامترهای مختلفی مورد بررسی قرار می گیرند، که برخی از آن ها عبارتند از:

* تلرانس قطر داخلی و خارجی، عرض رینگ ها و عرض بیرینگ

* تلرانس های دایره های محاط و محیط بر غلتک ها

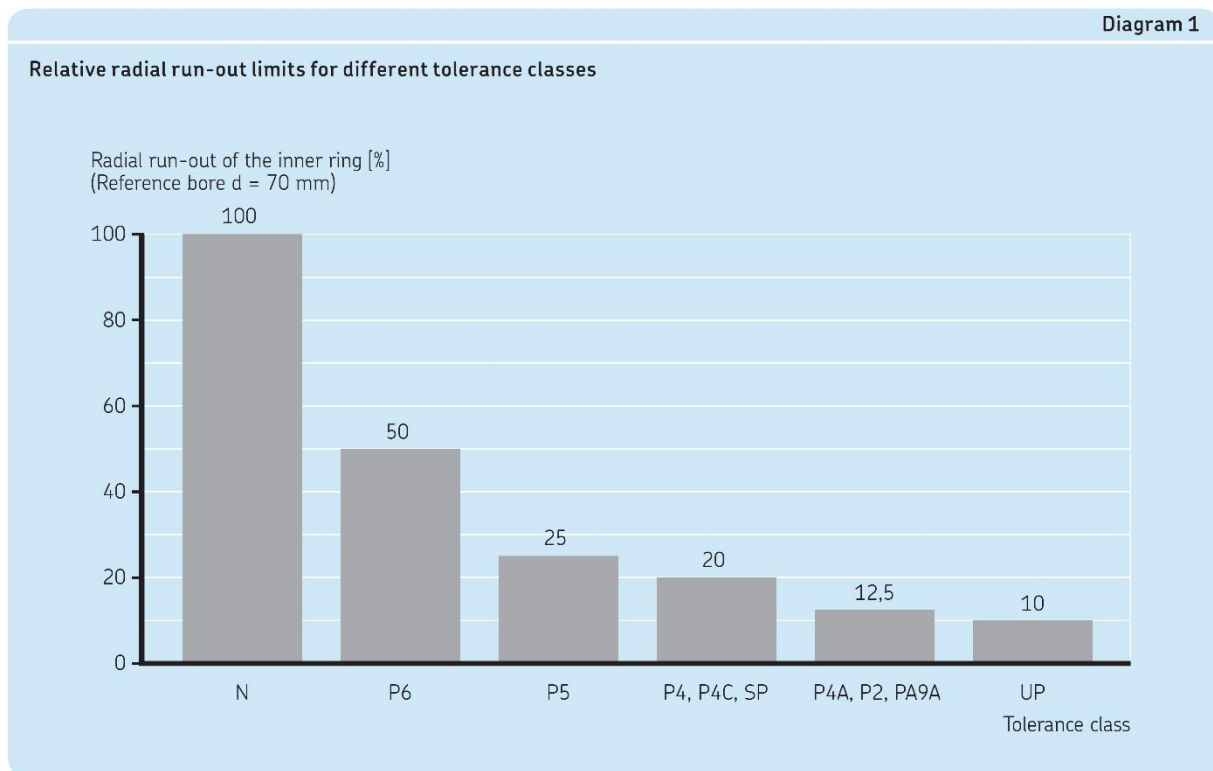
* تلرانس های ابعاد پخ ها

* تلرانس های تغییرات عرض

* تلرانس های قطرهای مربوط به رینگ های داخلی مخروطی [۵].

دقت عملکردی یک بیرینگ به طور کلی در رابطه با مفهوم «run-out» تعریف می گردد. در طی گردش یک بخش دوآر (به عنوان مثال یک شفت) تحت بار ثابت، به فاصله بین مرکز آن از مرکز چرخش، اصطلاحاً «run-out» شعاعی اطلاق می گردد. متقابلاً هر گونه جابه جایی محوری شفت مورد نظر در طی چرخش را «run-out» محوری می نامند. این تعاریف در خصوص بیرینگ های غلتشی نیز اعمال می گردند. برای یک مجموعه معین از شفت و بیرینگ ها، در صورتی که شفت، با دقت بالا تولید و در محل خود قرار داده شود، میزان «run-out» شعاعی و محوری مجموعه تا حد زیادی به تلرانس های ساخت بیرینگ های غلتشی به کار رفته بستگی خواهد داشت [۶].

شکل شماره ۲، نمودار مربوط به میزان «run-out» بیرینگ هایی با کلاس های مختلف تoleransi را نشان می دهد.



شکل ۲: نمودار مربوط به میزان «run-out» بیرینگ هایی با کلاس های مختلف تoleransi [۷].

۳- انواع بیرینگ های فوق دقیق:

همان طور که از نام بیرینگ های فوق دقیق مشخص است، این بیرینگ ها دارای دقت ابعادی و عملکردی بیشتری نسبت به بیرینگ های عادی می باشند و برخلاف بیرینگ های عادی که اغلب فاقد پسوند مربوط به کلاس تoleransi می باشند (عموماً از ذکر پسوند کلاس تoleransi در نام گذاری آن ها صرف نظر می گردد)، بیرینگ های فوق دقیق دارای پسوندهای ویژه کلاس تoleransi می باشند. به عنوان مثال، جدول شماره ۱، طبقه بندی تoleransi های برند SKF برای بیرینگ های با دقت بالا را با استانداردهای مختلف مقایسه می نماید.

جدول ۱: مقایسه طبقه بندی تلرانس های برند SKF برای بیرینگ های با دقت بالا با تعدادی از استانداردهای رایج [۷].

طبقه بندی تلرانس های بیرینگ ها در شرکت SKF	طبقه بندی تلرانس ها بر مبنای استانداردهای مختلف					
	دقت حرکت			دقت ابعادی		
	ISO492 یا ISO 199	ANSI/ABMA Std.20	DIN 620-2 یا DIN 620-3	ISO492 یا ISO 199	ANSI/ABMA Std.20	DIN 620-2 یا DIN 620-3
P4A	2*	ABEC 9*	P2*	4	ABEC 7	P4
P4	4	ABEC 7	P4	4	ABEC 7	P4
P5	5	ABEC 5	P5	5	ABEC 5	P5
P2	2	ABEC 9	P2	2	ABEC 9	P2
PA9A	2	ABEC 9	P2	2	ABEC 9	P2
P4C	4	ABEC 7	P4	4	ABEC 7	P4
SP	4	ABEC 7	P4	5	ABEC 5	P5
UP**	2	ABEC 9	P2	4	ABEC 7	P4

* برای بیرینگ هایی با $d > 120 \text{ mm}$ ، کلاس P4A شرکت SKF معادل یا بهتر از ISO 4 و ABEC 7 و DIN P4 می باشد.

** بسته به سایز بیرینگ ها، امکان داد که کلاس UP شرکت SKF، بهتر استانداردهای معادل معرفی شده باشد.

بیرینگ های فوق دقیق، شامل انواع مختلفی از بلبرینگ ها و رولربیرینگ ها می شوند که رایج ترین نمونه های آن ها عبارتند از:

* بلبرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق

* بلبرینگ های تماس زاویه ای کف گرد فوق دقیق

* بیرینگ های غلتک استوانه ای فوق دقیق

* بیرینگ های فوق دقیق نگه دارنده بال اسکروها

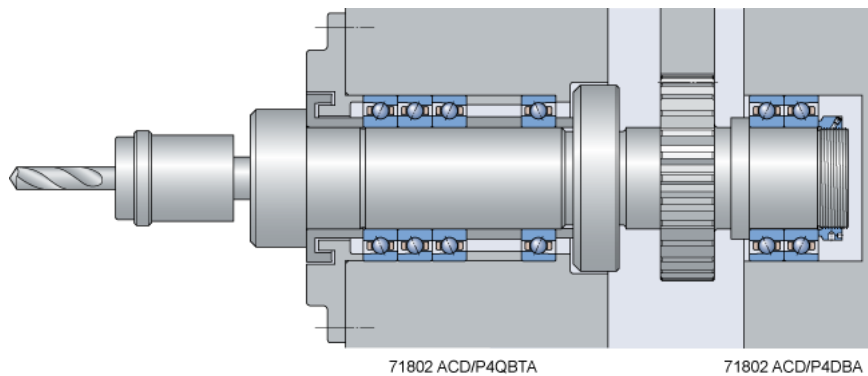
* بلبرینگ های شیار عمیق فوق دقیق [۸].

هر یک از بیرینگ های فوق، دارای ویژگی های ظاهری و عملکردی متناسب با بیرینگ های هم خانواده خود است، با این تفاوت که دقت ابعادی و عملکردی بالاتر این بیرینگ ها نسبت به بیرینگ های عادی، بسته به نوع بیرینگ فوق دقیق، باعث تقویت برخی از ویژگی های آن ها از قبیل تحمل سرعت های بالا، تحمل بار بیشتر، صلبیت بیشتر و ... شده است.

۴- کاربردهای بیرینگ های فوق دقیق:

در این بخش برخی از کاربردهای بیرینگ های فوق دقیق معرفی می شوند. رایج ترین موارد کاربرد این بیرینگ ها عبارتند از:

* ماشین ابزارها ، مانند سرهای دریل های دارای چند اسپیندل (شکل شماره ۳)؛



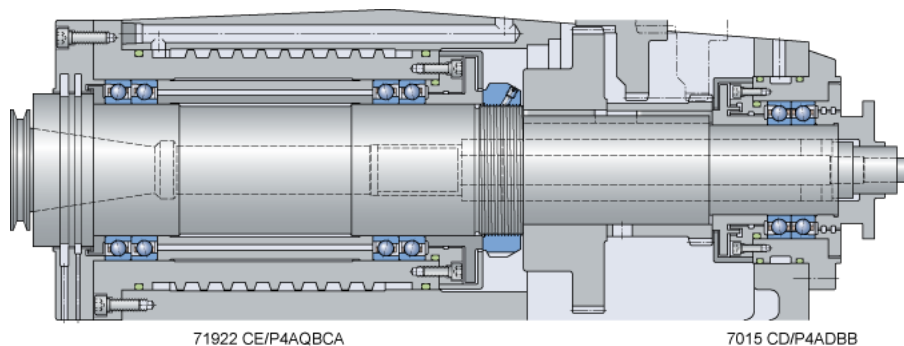
شکل ۳: نمونه کاربرد بلبرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق در سر دریل [۱].

* صنایع رباتیک

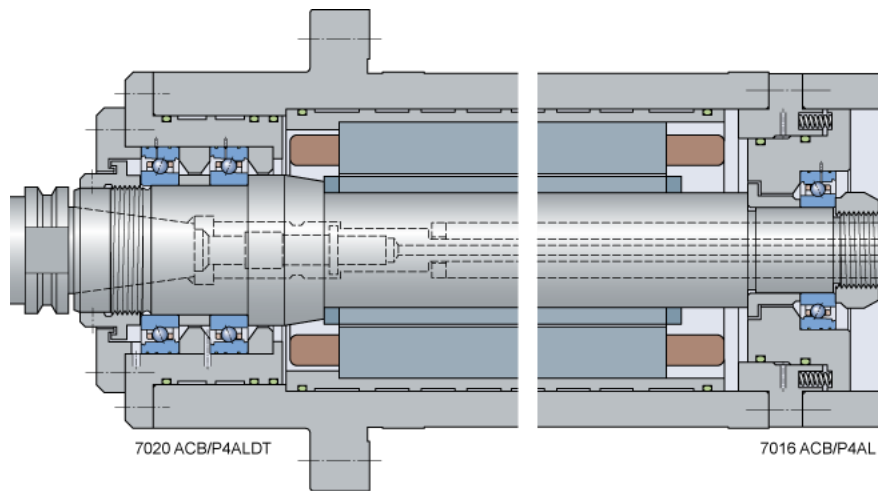
* صنعت چاپ

* سیستم های اندازه گیری

* مراکز ماشین کاری افقی و عمودی (شکل های شماره ۴ و ۵)؛



شکل ۴: نمونه کاربرد بلبرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق در ماشین ابزارها [۱].



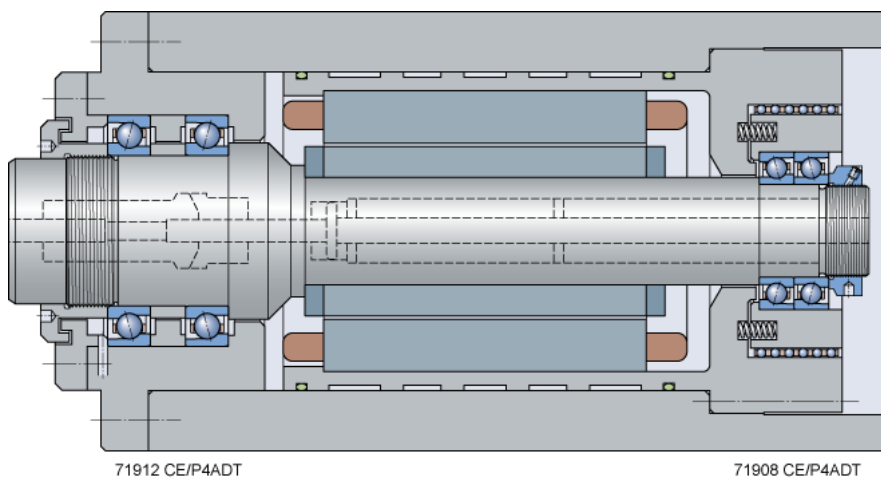
شکل ۵: نمونه کاربرد بلبرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق در ماشین ابزارها [۱].

* ماشین های فرز

* ماشین های سنگ زنی سطح خارجی

* ماشین های برش و پولیش کردن سنگ و شیشه

* ماشین های سنگ زنی داخلی (شکل شماره ۶)؛



شکل ۶: نمونه کاربرد بلبرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق در ماشین ابزارها [۱].

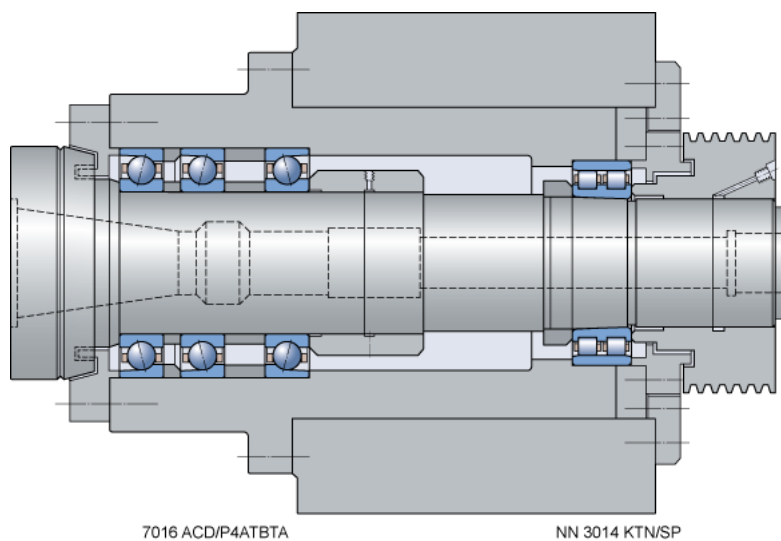
* تلسکوپ ها

* میکروتوربین ها

* ژبرویتوبلازرهای قایق ها

* تجهیزات پزشکی

* ماشین های تراش (شکل شماره ۷)؛



شکل ۷: نمونه کاربرد بلبرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق و رولربیرینگ های استوانه ای فوق دقیق در ماشین ابزارها [۱].

* در صنعت نیمه رسانا، به عنوان مثال در واحدهای تشخیص نقص در تراشه های سیلیکونی؛

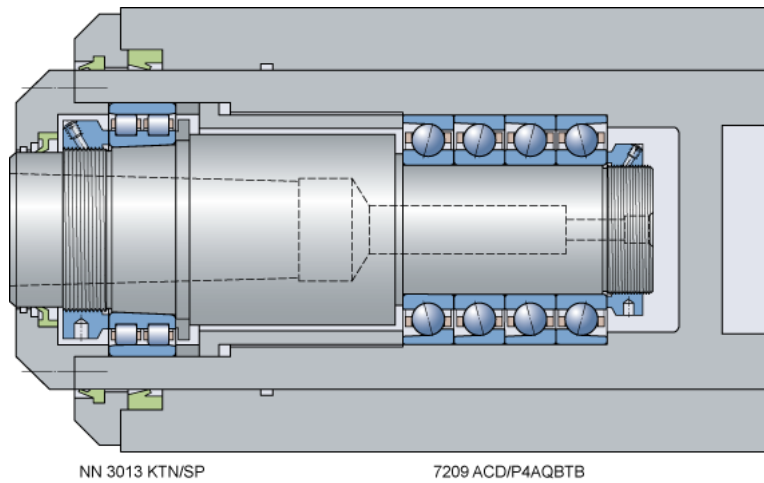
* توربوشارژرهای سرعت بالا

* اسپیندل های سرعت بالا برای دریل PCB

* ماشین های برش فلز

* ماشین آلات نجاری

* اسپیندل های ماشین ابزارها (شکل شماره ۸)؛

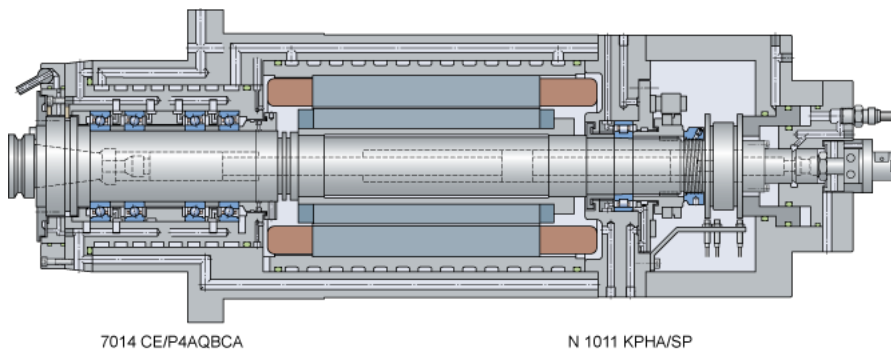


شکل ۸: نمونه کاربرد بلبیرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق و رولربیرینگ های استوانه ای فوق دقیق در ماشین ابزارها [۱].

* ماشین های حرکت موازی (PKM)

* دینامومترهایی که در تست موتورها به کار می روند؛

* اسپیندل های الکترونیکی (شکل شماره ۹)؛



شکل ۹: نمونه کاربرد بلبیرینگ های تماس زاویه ای فوق دقیق و رولربیرینگ های استوانه ای فوق دقیق در ماشین ابزارها [۱].

* بال اسکروهای دقیق

* پمپ های خلأ

* ماشین های مسابقه ای

و ... [۱].

۵- بحث و نتیجه گیری

با توجه به رویکرد صنایع مختلف که به دنبال بهره گیری از ماشین آلات سریع تر و دقیق تر می باشند، طراحی و ساخت بیرینگ هایی با قابلیت های ویژه که قادر به تأمین خواسته های فوق باشند، ضروری است. به همین دلیل است که شرکت های بزرگ تولید کننده بیرینگ در سطح جهان، اقدام به ساخت بیرینگ هایی با ویژگی های برتر نسبت بیرینگ های عادی نموده اند. یک دسته از این بیرینگ های ویژه که در ماشین آلات مختلف کاربرد دارند، بیرینگ های فوق دقیق می باشند. دقت های ابعادی و عملکردی این بیرینگ ها، فراتر از بیرینگ ها عادی بوده و در مواردی به کار می روند که عملکرد دقیق دستگاه ها ضروری است. همان طور که در این مقاله اشاره شد، این بیرینگ ها دارای انواع مختلفی بوده و در ماشین ابزارهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرند.

منابع:

- [1] <http://www.skf.com>, Date of access: 2016.04.18
- [2] <http://medias.ina.com>, Date of access: 2016.04.18
- [3] NKE Wälzlager Vertriebsges.m.b.H., "NKE Bearing Collage" booklet, 2012.
- [4] SKF Group (2013), "Rolling bearings".
- [5] NSK Motion & Control TM, "NSK_CAT_E1102m-A58-81".
- [6] Harnoy; A. (2005), "Bearing design in machinery (Engineering tribology and lubrication)", Marcel Dekker Inc, New York.
- [7] SKF Group (2016), "Super-precision bearings", Pub BU/P1 13383/2 EN.
- [8] NSK Motion & Control TM, "Super Precision Bearings".