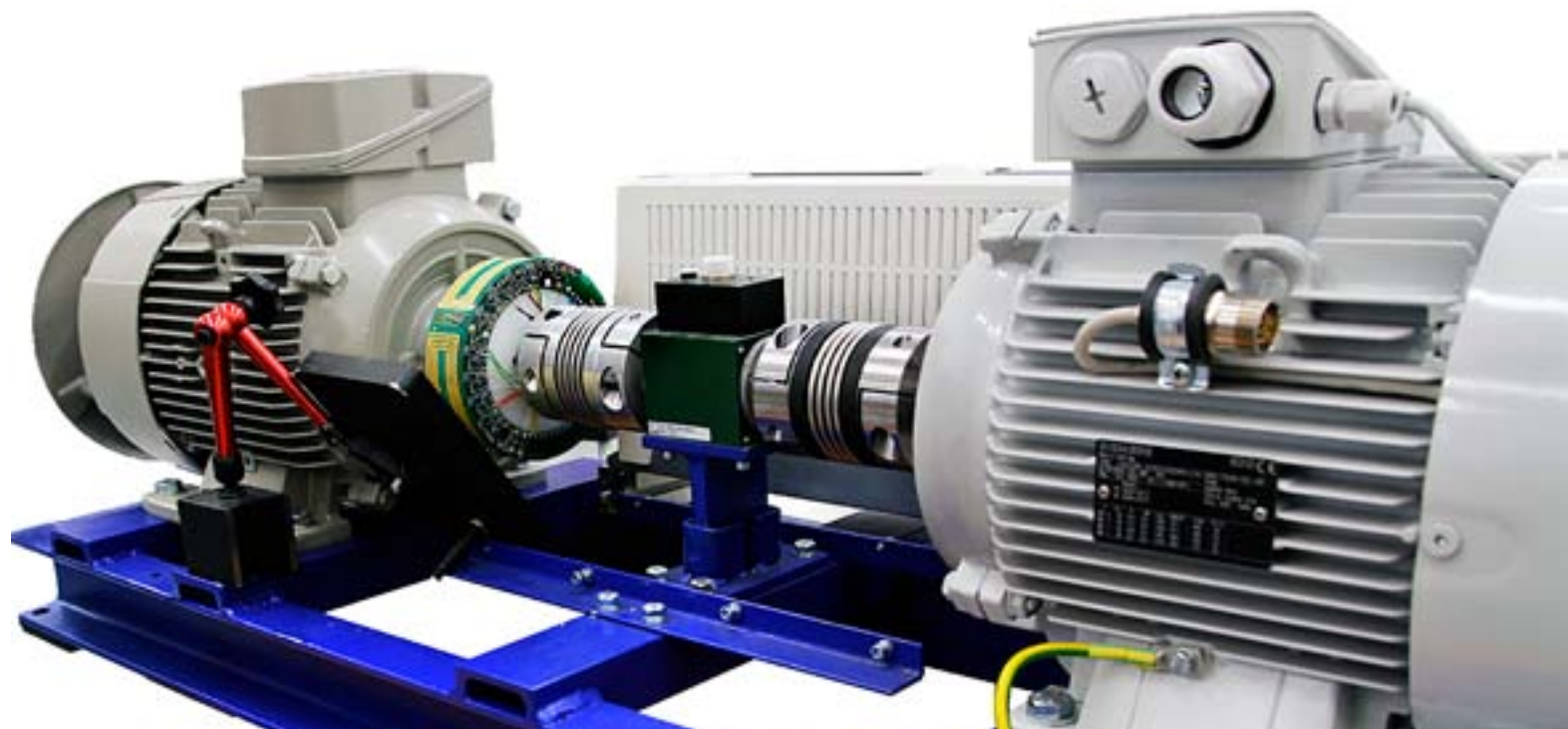




NOVÝ PATENT ZČU DOKÁŽE BEZDRÁTOVĚ NAPÁJET ELEKTRONIKU NA ROTUJÍCÍCH ČÁSTECH STROJŮ

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI ZÍSKALA NA PODZIM LOŇSKÉHO ROKU NOVÝ PATENT V OBLASTI BEZKONTAKTNÍHO PŘENOSU ELEKTRICKÉ ENERGIE. UNIKÁTNÍ TECHNOLOGII LZE VYUŽÍT ZEJMÉNA V ONLINE DIAGNOSTICE TOČIVÝCH ELEKTRICKÝCH STROJŮ.

„Tímto způsobem můžeme například bezdrátově napájet měřicí elektroniku umístěnou na rotoru stroje, a monitorovat tak jeho technický stav,“ vysvětlují spoluautoři patentu Vladimír Kindl a Tomáš Kavalír a hned na začátek doplňují, že na projektu spolupracovali se svými kolegy Pavlem Turjanicou, Martinem Zavřelem, Lukášem Pušmanem, Ludkem Elisem, Michalem Křížkem a Pavlem Drábkem.

Technologie pro bezdrátový přenos elektrické energie jsou známy

a v posledních 10 letech se už také intenzivněji používají. V čem je tedy váš patent výjimečný?

Tomáš Kavalír: Bezdrátovými technologiemi přenosu elektrické energie se na ZČU zabýváme od roku 2013 a jedním z málo probádaných směrů byl dynamický přenos elektrické energie na pohybující se části strojů. Na rozdíl od konvenčních systémů, které využívají velmi těsnou magnetickou vazbu, náš systém dokáže pracovat i na relativně velké vzdálenosti až desítek centimetrů. Například bez-

drátové napájení mobilních telefonů funguje jen na vzdálenosti několika mm.

Máme patentována dvě řešení: axiální a radiální. V axiálním případě jde o dva disky orientované proti sobě (vysílací a přijímací), které jsou umístěny v ose hřídele. V radiálním případě se naopak jedná o pásek geometricky optimalizovaných antén, kde každá z nich je připojena k vysokofrekvenčnímu usměrňovači s impedančním přizpůsobením. Všechny usměrňovače jsou vzájemně propojeny stejným smě-

nou sběrnici, ze které je napájena měřicí elektronika. Vysílací anténa je připojena k výkonovému zesilovači s modulátorem. Pásky lze nastříhat podle průměru nosné struktury zařízení a použít je prakticky na jakémkoliv zařízení.

System je primárně určen k napájení senzorů umístěných na rotujících zařízeních a pracuje v ISM pásmu 27 MHz; proč?

Vladimír Kindl: Náš patent nevyužívá klasické těsné magnetické vazby, ale tzv. dynamické vazby pracující v rezonanci a na vysokém kmitočtu v pásmu ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). V tomto relativně úzkém kmitočtovém pásmu jsou příznivější limity z hlediska vyzařování elektromagnetického pole.

Pokračování na str. 13

Podnikatelé chtějí s vládou jednat o podmínkách bezpečného podnikání

České firmy se od května chtějí samoregulovat vlastními pravidly a otevřít své provozovny očkovaným a otestovaným přes aplikaci.

Pro podnikatele a tuzemskou ekonomiku devastující plošný zákaz podnikání za situace, kdy se každý den otestuje na bezinfekčnost půl milionu zaměstnanců v podnicích a zároveň přibývají tisíce plně očkovaných lidí, ztratil význam. Podnikatelé proto vyzývají vládu, aby s nimi otevřela jednání o podmínkách, za kterých by mohli znovu otevřít své provozovny od 1. května. Po vládě požadují, aby jim umožnila samore-

gulaci, a také aby se zapojila do vývoje aplikace, která by potvrdila bezinfekčnost pro bezpečnou návštěvu v provozovně.

„Nevidím důvod, proč by člověk, který je očkovaný nebo se ráno otestuje v zaměstnání, nemohl večer zajít na zahrádku na pivo, pro knihu do knihkupectví nebo se nechat ostříhat u kaděřnice,“ uvedl prezident Hospodářské komory Vladimír Dlouhý.

PODNIKATELÉ SI NEPŘEJÍ BEZHLAVÉ ROZVOLNĚNÍ

Podnikatelské organizace proto chtějí s vládou projednat vlastní pravidla pro bezpečnou návštěvu provozoven a po státu požadují, aby těm, kteří se tato samoregulační pravidla zavazou dodržovat, umožnil provozovnu otevřít.

Jako příklad uvedl pravidla označená jako Bezpečná restaurace, za nimiž stojí mimo jiné Český svaz pivovarů a sladoven, nebo pravidla bezpečného provozu sportovních areálů, bazénů a saun definovaná Českou komorou fitness. Podniky se v nich zpravidla

zavazují, že nastaví vzdálenost mezi stoly či zákazníky, omezí počet zákazníků na metry čtvereční a budou provozovány za zvýšených hygienických podmínek.

Pokračování na str. 2

Plošný zákaz podnikání za situace, kdy se každý den otestuje na bezinfekčnost půl milionu zaměstnanců v podnicích a zároveň přibývají tisíce plně očkovaných lidí, ztratil význam.

Téma čísla:

Pohony v průmyslu, ložiska, mazání

Čtěte na str. 13–18





NOVÝ PATENT ZČU DOKÁŽE BEZDRÁTOVĚ NAPÁJET ELEKTRONIKU NA ROTUJÍCÍCH ČÁSTECH STROJŮ

Dokončení ze str. 1

Funguje zde například i lékařská elektronika, svářečky plastů nebo třeba bezlicenční komunikace (občanské radiostanice).

■ Jaká je účinnost přenosu elektrické energie u vámi patentovaného řešení?

Tomáš Kavalír: Moderní výkonové systémy pro bezdrátový přenos elektrické energie s potenciálním využitím v oblasti elektromobility dnes dosahují velmi vysoké celkové účinnosti včetně uvažované výkonové elektroniky (střídač, usměrňovač a další) až na hranici 97%.

Primárním cílem námi vyvinutého řešení je však dodávka elektrické energie pro potřeby napájení nízkoodběrové elektroniky (umístěné například na rotoru), jejíž příkon je v řádu jednotek wattů, proto zde nevádí ani nižší celková přenosová účinnost inovativního vysokofrekvenčního systému v řádu nižších desítek procent. Nižší účinnost je zde způsobena zejména relativně volnou dynamickou vazbou soustavy antén, kompromisním nastavením impedančního přizpůsobení

Další možné využití našeho patentu může být v oblasti obnovitelných zdrojů elektrické energie (větrné elektrárny), kde je přínosné sledovat pomocí optovláknových senzorů mechanické pnutí lopatek, což umožní včas odhalit skryté provozní vady kompozitních konstrukcí.

V současné době spolupracujeme na podobném vědecko-výzkumném projektu se společností Tes Vsetín, která vyrábí elektrické stroje. Naším cílem je navrhnout novou generaci synchronních generátorů s permanentními magnety využívající online diagnostiky v souladu s principy Průmyslu 4.0 včetně implementace umělé inteligence pro analýzu dat.

■ Hovořil jste o monitoringu rotujících součástí, jak konkrétně instalace zařízení probíhá a jaká data lze sbírat?

Tomáš Kavalír: Na rotující část umístíme flexibilní pásek s přijímacími anténami a elektronickou jednotku pro sběr dat s oboustranným komunikačním kanálem. Konkrétní topologie je odvozena od požadovaných provozních parametrů

Doc. Ing. Vladimír Kindl, Ph.D.

Docent v oboru elektrotechnika, působí jako přednášející na katedře výkonové elektroniky a strojů a zároveň jako vědecko-výzkumný pracovník výzkumného centra RICE při Fakultě elektrotechnické ZČU v Plzni. Má zkušenosti v oblasti točivých i netočivých elektrických strojů a bezdrátového přenosu elektrické energie. Zasloužil se o nastartování výzkumu a vývoje RICE v oblasti bezdrátového přenosu elektrické energie, kde se svými kolegy získal tři užité vzory a dva patenty. V současné době je spoluresitelem i členem řešitelského týmu několika projektů, kde je zodpovědný převážně za matematicko-fyzikální modelování komplexních systémů. Nově se v rámci řešeného projektu



angažuje v oblasti jaderné fúze, kde řeší problematiku magnetické senzory pro udržení plazmatu ve fúzním reaktoru TOKAMAK.

■ Když se podíváme na třetí oblast, jakým způsobem technologii přenosu zdokonalujete?

Vladimír Kindl: Jak bylo zmíněno výše, třetí řešenou oblastí na našem pracovišti jsou výkonové bezdrátové systémy s potenciálním využitím v oblasti elektromobility pro nabíjení palubních akumulátorů elektrických vozidel. Přínosem tohoto řešení je především zvýšená bezpečnost díky galvanickému oddělení paluby vozidla od distribuční sítě, takže nemůže tak dojít k úrazu elektrickým proudem. S bezpečností také souvisí přísné hygienické limity (ICNIRP 2010 a IEEE Std C95.1a 2010) z hlediska povolených úrovní elektromagnetického pole, které při návrhu musíme zohlednit.

V prostoru mezi vazebními elementy toto pole dosahuje velmi vysokých hodnot, a proto musíme zamezit jeho interakci s cizími objekty, ať už živými, nebo neživými. Z tohoto důvodu jsou všechny naše navrhované prototypy vybaveny systémy FOD (*Foreign Object Detection*), které v případě detekce cizího objektu zajistí bezpečné odstavení celého systému. Naš současný prototyp bezdrátového přenosu elektrické energie pracuje v souladu se standardem SAE TIR J2954 na frekvenci 85 kHz a umožňuje přenášet výkon 60 kW s účinností celého přenosového řetězce vyšší než 96%. Tyto parametry jsou srovnatelné s kontaktním nabíjením.

zabýváte i jinými projekty. O čem jsou?

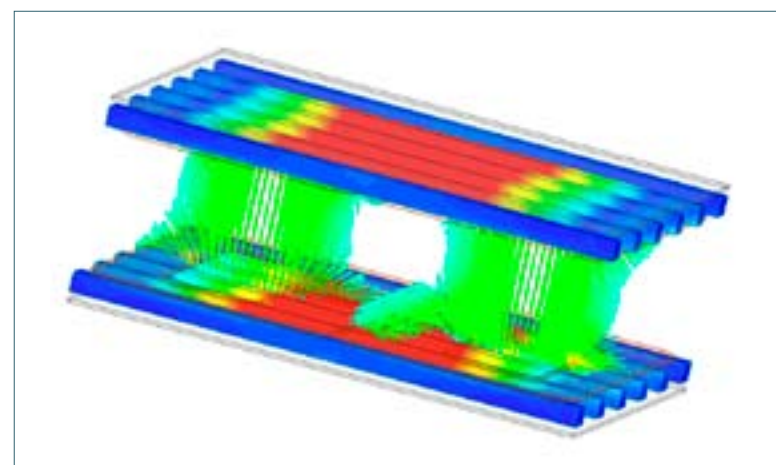
Vladimír Kindl: V rámci ZČU FEL/ RICE (Research and innovation centre for electrical engineering) řešíme bezdrátové systémy na třech základních výkonových úrovních.

Do první řadíme tzv. mikrosystémy (řádově do 1 W), u nichž využíváme vazební prvky o velmi malých rozměrech (jednotky cm²). Jedno z možných využití je např. napájení senzoriky v inteligentních hasičských oblecích, které jsou mimo jiné na RICE též vyvíjeny. V současné době máme tuto technologii implementovanou do části výstroje tohoto obleku, kde zajišťuje nabíjení integrovaného akumulátoru. Hasič může zasahovat i v extrémních podmínkách, jako je výbušné prostředí či práce pod vodou apod. Je proto nutné eliminovat veškeré kontaktní vývody a zamezit porušení integrity materiálu hasičského obleku.

Do druhé kategorie řadíme systémy středních výkonů (orientačně 1–100 W), kam řadíme námi patentovaný systém přenosu elektrické energie na rotujících částí strojů při statickém i dynamickém nabíjení a nabíjení drobné spotřební elektroniky.

Třetí kategorií jsou výkonové systémy (orientačně 100 W – 60 kW), které můžeme využít v oblasti elektromobility nebo pro elektrické invalidní vozíky. Tato problematika už ale nesouvisí s patentem. Tam se snažíme spíše zdokonalovat to, co už je známé.

Tomáš Kavalír: Další možnou aplikací je systém bezdrátového napájení specializovaného ručního nářadí pro složky integrovaného záchranného systému. V současné době se začínají používat například vyprošťovací hydraulické nůž-



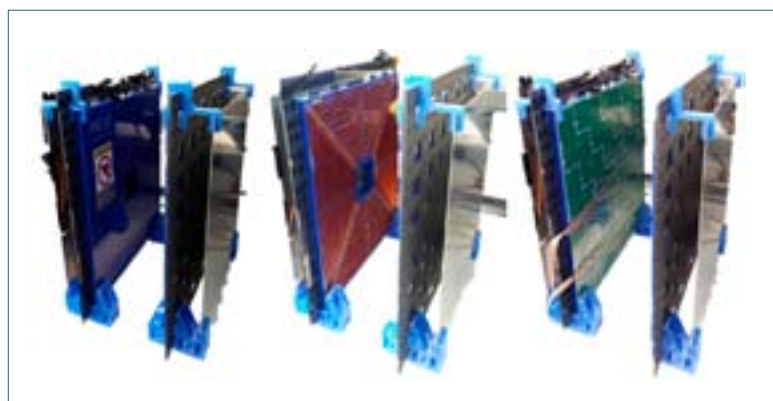
Ukázka 3D simulací metodou konečných prvků

ky s bateriovým napájením, jejichž hlavním problémem jsou elektrické kontakty, které omezují využitelnost nářadí jen na určité klimatické podmínky a zásadním způsobem ovlivňují jejich spolehlivost. V rámci aktuálně řešeného vědecko-výzkumného projektu se společností Bech Akku Power, podpořeného TA ČR, spolupracujeme na vývoji bezdrátově nabíjeného bateriového nářadí s vysokým krytím IP.

■ Co všechno lze v rámci výzkumu na výkonových bezdrátových systémech optimalizovat?

Vladimír Kindl: Hlavní podíl na takto vysoké účinnosti mají kromě kvality výkonové elektroniky samotné parametry vazebních elementů. Klíčové je jejich provedení, použité materiály a geometrie, které zásadně ovlivňují tvar elektromagnetického pole a výsledný činitel vazby.

Pokračování na str. 14



Demonstrátor systému bezdrátového přenosu energie včetně EM stínění a FOD detektorů

ni a pracovní třídou vysokofrekvenčního zesilovače (vysílače).

■ Kde se s vaším systémem může setkat?

Vladimír Kindl: Naš patent se dá aplikovat v oblasti točivých elektrických strojů pro napájení měřicí elektroniky určené k online monitoringu a dlouhodobého sběru dat z rotoru, tedy například teplot, mechanického namáhání a mnoho dalších elektrických i neelektrických veličin.

Ze změřených dat se dá vypořádat zhoršující se technický stav sledovaného zařízení a predikovat tím bližší se poruchu klíčových uzlů systému. Je tak možné plánovat včasný servisní zásah a šetřit náklady při řešení odstávky systému livem neočekávané poruchy.

testovaného zařízení, tedy rozměrů, konstrukčních materiálů, měřených veličin. Díky vysoké modularitě je možné naše řešení snadno integrovat i do stávajících technologií.

■ Využíváte při analýzách získaných dat například umělou inteligenci?

Vladimír Kindl: Tímto problémem se u nás seriózně zabývají jiné výzkumné týmy a naším úkolem bylo data akumulovat a filtrovat. Proto jsme si k tomu vytvořili specializovaný jednoúčelový software, abychom získaná data mohli zaznamenávat a zobrazovat.

■ V oblasti bezkontaktního přenosu elektrické energie se

Dokončení ze str. 13

Optimalizaci provádíme s využitím moderních výpočtových metod, jako je například metoda konečných prvků či konečných objemů pomocí 3D simulací. S využitím tzv. virtual prototypin-

tí v konečných stanicích. V konečném důsledku tak budou nejen levnější, ale i ekologičtější.

Další ze zajímavých projektů, na kterém spolupracujeme, je kompenzace teplotní dilatace velkého obráběcího vřetena pro Škoda Machine Tools. Bezdrátový

Ing. Tomáš Kavalír, Ph.D.

Vystudoval Fakultu elektrotechnickou Západočeské univerzity v Plzni v oboru Aplikovaná elektrotechnika, následně pokračoval studiem v doktorském studijním programu a postgraduálním studijním programu. Od roku 2009 působil na katedře aplikované elektroniky a telekomunikací a od roku 2013 působí na pozici vědecko-výzkumného pracovníka na pracovišti RICE. Jeho hlavní pracovní oblasti jsou RF systémy, EM pole v RF oblasti, výpočty a simulace EM pole, návrh a analýza systémů pro WPT. Od roku 2013 je zároveň zaměstnancem Regionálního technologického institutu na pozici vědecko-výzkumného



pracovníka. V oblasti aplikovaného výzkumu je autorem nebo spoluautorem několika desítek funkčních vzorků, tří užitných vzorů a dvou patentů.

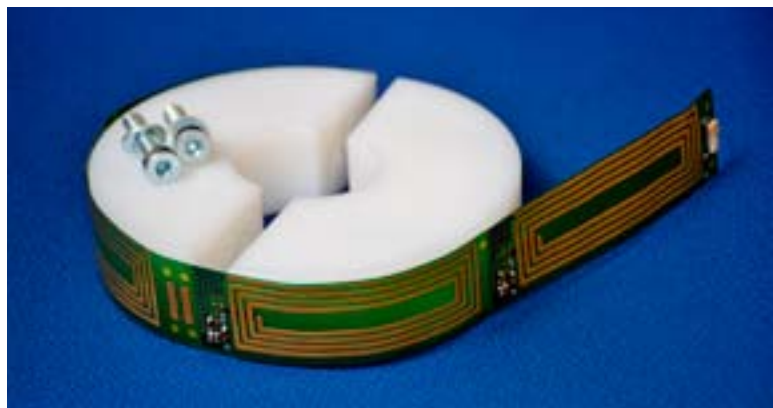
gu je možné zásadním způsobem zlepšit dosažitelné parametry a zkrátit dobu vývoje.

■ Můžete přiblížit, jak konkrétně vaše práce vypadá, respektive jaké kroky jsou součástí výzkumu?

Tomáš Kavalír: Navrhované řešení nejdříve detailně matematicky popíšeme, získáme tak dobrou představu o tom, jak se bude systém chovat a jaký vliv má změna jednotlivých paramet-

napájecí systém je umístěn uvnitř rotující pinoly délky několika metrů, specializovaný měřicí systém bude mnohobodově měřit jeho průběžný ohřev a tyto změřené údaje bude předávat řídicímu systému. Ten může následně dopočítat, o kolik mikrometrů musí kompenzovat nastavení obráběcího nástroje s ohledem na teplotní profil vřetena a s ním spojené změny jeho délky.

Tomáš Kavalír: Zmiňoval jsem projekt, na kterém spolupracujeme se společ-



Topologie páskových antén na flexibilním substrátu

trů. Pomocí sofistikovaného softwaru si následně navrhne geometrii cívek a nasimulujeme magnetické pole v jejich okolí. Pro hlubší analýzu můžeme dále provést parametrické či optimalizační výpočty.

Můžeme tak navrhnout elektromagnetické stínění například v podobě feritových destiček a předběžně spočítat elektromagnetické pole vyzařované do okolí. Obrovskou výhodou těchto počítačových simulací a modelů je to, že už nejsme odkázáni pouze na stavby prototypů, což výzkum urychluje a zlevňuje.

■ Když se podíváme do blízké budoucnosti, jaké by mohly být ještě konkrétní aplikace bezdrátového nabíjení akumulátorů?

Vladimír Kindl: Zkuste si představit, že například v každé zastávce elektrobuse MHD bude v zemi instalovaný bezdrátový nabíjecí systém a po dobu nastupování a vystupování pasažérů se bude elektrobuses dobíjet. Značně se tím sníží hmotnost potřebné baterie, kterou s sebou musí vozit, a minimalizuje se čas na dobi-

ností Bech Akku Power. Naše spolupráce je také příslibem do budoucna. Pokud bude úspěšná, technologie se velmi rychle rozšíří i do oblastí běžného bateriového nářadí.

Další potenciálně zajímavou aplikací je možnost nabíjení kardiostimulátorů, jejichž životnost závisí na tom, jak dlouho funguje jejich baterie. Pacienti musí vždy po určité době po voperování prvního implantátu podstoupit další zákrok, při němž jim je voperován nový přístroj. Do budoucna by toho však mohli být ušetřeni. Vysílací anténu systému bezdrátového napájení jsme schopni tisknout přímo na látku, a vysílač by proto mohl být součástí speciální košile, kterou by člověk s kardiostimulátorem na několik hodin oblékl a přístroj by se mezitím dobil.

Zajímavých aplikací pro tuto technologii je každopádně mnoho, a dá se proto očekávat, že se s nimi budeme setkávat i v běžném životě čím dál tím častěji.

Kristina Kadlas Blümelová

Správným domazáváním k plynulejší výrobě

STATISTIKY DOKAZUJÍ, ŽE 60% VŠECH ZÁVAD ŘETĚZŮ JE ZPŮSOBENO NESPRÁVNÝM DOMAZÁVÁNÍM. VHODNÝM ŘEŠENÍM TOHOTO PROBLÉMU JE SKF CLK.

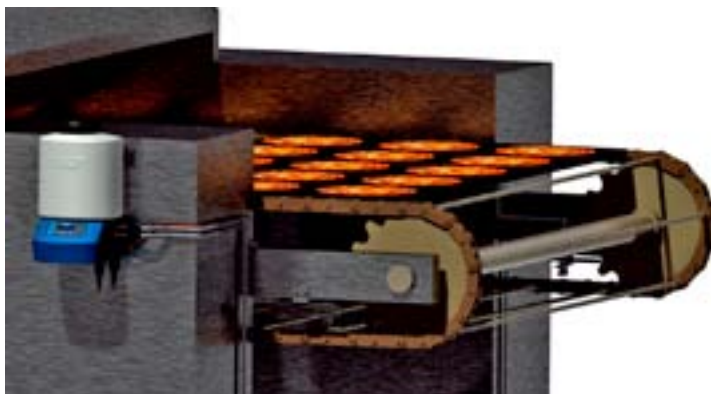
Bezvzdušný systém pro vstřikování oleje CLK je jednoduché a spolehlivé řešení se snadnou instalací na domazávání válečkových řetězů průmyslových dopravníků.

SYSTÉM CLK JAKO IDEÁLNÍ POMOCNÍK PŘI DOMAZÁVÁNÍ ŘETĚZŮ

CLK je sestaven z centrální jednotky se zásobníkem, řídicího systému, volu-

Oblasti použití CLK:

- průmyslové řetězy do pecí v pekárnách apod.;
- dopravníky sloužící k třídění, čištění, vaření a pasterizaci ovoce a zeleniny;
- řetězy v pecích/sušičkách v mnoha různých oborech (zpracování potravin, stavební materiály, dřevo apod.);
- manipulační dopravníky.



Systém s elektromagnetickým čerpadlem CLK je jednoduché a spolehlivé zařízení na mazání válečkových řetězů průmyslových dopravníků, které vyniká snadnou montáží



metrického čerpadla na dávkování přesného množství maziva přes vstřikovací trysky do každého místa tření pohybujících se článků a detailního návodu s podrobnými obrázky k instalaci, kterou zvládnete sami. Pokud budete potřebovat pomoci s instalací, je vám k dispozici zákaznická linka.

Žádná ze součástí systému není v přímém mechanickém kontaktu s řetězem, čímž se předchází riziku opotřebení a potenciálního hromadění nečistot. Všechny součásti systému jsou korozivzdorné. Trysky a rozvody jsou uzpůsobené i na vysoké teploty (200 °C / 400 °F).

SKF SYSTEM 24 A TLGB 20 POMOHOU S DOMAZÁVÁNÍM LOŽISEK

Správné domazávání není složité, jen je třeba brát ohled na všechny zmiňované zásady. Díky těmto tipům a SKF aplikacím, které pomohou jak s volbou maziva samotného, tak s jeho dávkováním, můžete snadno předcházet až třetině selhání ložisek vašich strojů.

Široký sortiment maziv SKF obsahuje produkty, které jsou vyvinuty a testovány pro fungování v reálných podmínkách. Striktní kontrola kvality každé vyrobené dávky pomáhá

je rychlý výpočet intervalů domazávání na základě provozních podmínek ložiska, přičemž se tyto výpočty zakládají na teorii mazání SKF. Vypočtené intervaly mazání závisí na vlastnostech zvoleného plastického maziva, čímž se minimalizuje riziko nedostatečného nebo nadměrného mazání a optimalizuje se spotřeba plastického maziva. Aplikace navíc zahrnuje kompletní seznam příslušenství SKF System 24. Obaly od automatických maznic patřících do řady SKF System 24 je možné vrátit. Díky vráceným obalům zákazník získá další maziva za zvýhodněnou cenu. SKF



Bateriový mazací lis TLGB 20 je určen pro ruční domazávání ložisek či strojů v průmyslových a výrobních provozech



Výhody CLK

- Snižuje náklady na údržbu ve srovnání s ručním mazáním (nižší spotřeba maziva a práce).
- Eliminuje ruční mazání a související rizika pro pracovníky.
- Zvyšuje produktivitu omezením neplánovaných odstávek.
- Prolužuje provozní životnost díky menšímu opotřebení řetězu.
- Díky menšímu tření snižuje spotřebu energie.
- Zvyšuje bezpečnost obsluhy.
- Zvyšuje čistotu odstraněním nadbytečného maziva.

zajistit trvalou výkonnost. Pro výběr vhodného plastického maziva navíc existuje aplikace SKF LubeSelect, která zohledňuje konkrétní provozní podmínky a pomůže pracovníkovi údržby nalézt to, co potřebuje. Při výběru maziva je třeba brát ohled i na doporučení výrobce stroje.

Další zásadou pro správné mazání je nikdy nesměšovat různá maziva bez znalosti jejich složení. Ideální je vyměnit celou výplň, aby nedošlo k neodhadnutelným následkům. Pokud potřebujete mazivo z ložiska vymýt, doporučuje SKF užití tech-

dále vrácené obaly patřičně a ekologicky zlikviduje.

Pro ruční domazávání je ideální bateriový mazací lis TLGB 20. Domazávat je možné ve dvou rychlostech a při tlaku až 700 bar. Integrovaný průtokoměr maziva zabraňuje přemazávání nebo nedomazání ložiska. Pracovník údržby díky přehlednému LCD displeji sleduje množství nadávkovaného maziva a indikaci ucpané mazací hlavičky nebo indikaci stavu baterie.

www.skf.cz