

POHON TYPU LKP-M/4: NEJNOVĚJŠÍ POHON ŘÍDICÍCH TYČÍ ZE ŠKODA JS a.s.

CRDM TYPE LKP-M/4: THE NEWEST CONTROL ROD DRIVE MECHANISM FROM ŠKODA JS a.s.

Miloslav Ruchař a Igor Martinec

ŠKODA JS a.s., Divize D3 Jaderné zařízení, odbor Konstrukce

Abstrakt

Příspěvek prezentuje vývoj nejnovější generace lineárního krokového pohonu typu LKP-M/4. Nový pohon byl vyvinut současně s jeho elektronikou tak, aby byla zajištěna plná kompatibilita řešení s projekty nových jaderných bloků VVER 1200 i s dosud provozovanými bloky VVER 1000. Klíčová řešení a hlavní přínosy nového pohonu LKP-M/4 pro jeho koncové uživatele představují robustnost řešení čidla ukazatele polohy, které je funkční i v případě výskytu jednoduché poruchy ve vinutí čidla, možnost redundantní indikaci dolní koncové polohy řídicí tyče jako zdvojení bezpečnostní funkce pohonu, dále zjednodušení přírubového spoje čidla pro zkrácení časů během jeho utěšňování v průběhu pravidelných odstávek, zvýšenou odolnost proti opotřebení u klíčových komponent pohonu s vlivem na jeho celkovou životnost a v neposlední řadě i novou generaci řídicí a vyhodnocovací elektroniky. Projekt vývoje byl realizován ve spolupráci firem ŠKODA JS a.s., ZAT a.s. a COMTES FHT a.s. pod záštitou programu „Aplikace“ vyhlášeného Ministerstvem průmyslu a obchodu České republiky.

Abstract

The contribution deals with the development of the newest type of linear step control rod drive mechanism (CRDM) type LKP-M/4. The new CRDM was developed together with its electronics to assure full compatibility with new project of power plants VVER 1200 as well as for former power plants VVER 1000. Key solutions and benefits of new LKP-M/4 for its user are robustness of position indicator that assures control rod position indication even after the single failure occurrence in the indicator wiring, redundant indication of the control rod lower safety position, simplification of flange connections to reduce maintenance time, increase of material wearing resistance of key components limiting the mechanical lifetime and finally new state of the art generation of electronics to control power circuits as well as the position indicator. Project was done in cooperation of companies ŠKODA JS a.s., ZAT a.s. and COMTES FHT a.s. under program “Aplikace” of Ministry of Industry and Trade, Czech Republic.

Pohony regulačních orgánů ŠKODA JS a.s.

Pohony regulačních orgánů pro nejrůznější typy reaktorů si dlouhodobě drží klíčovou roli v portfoliu stabilně dodávaných produktů firmy ŠKODA JS a.s. Firma má vlastní ověřené řešení jak pro školní a výzkumné reaktory, tak pro energetické reaktory typu VVER.

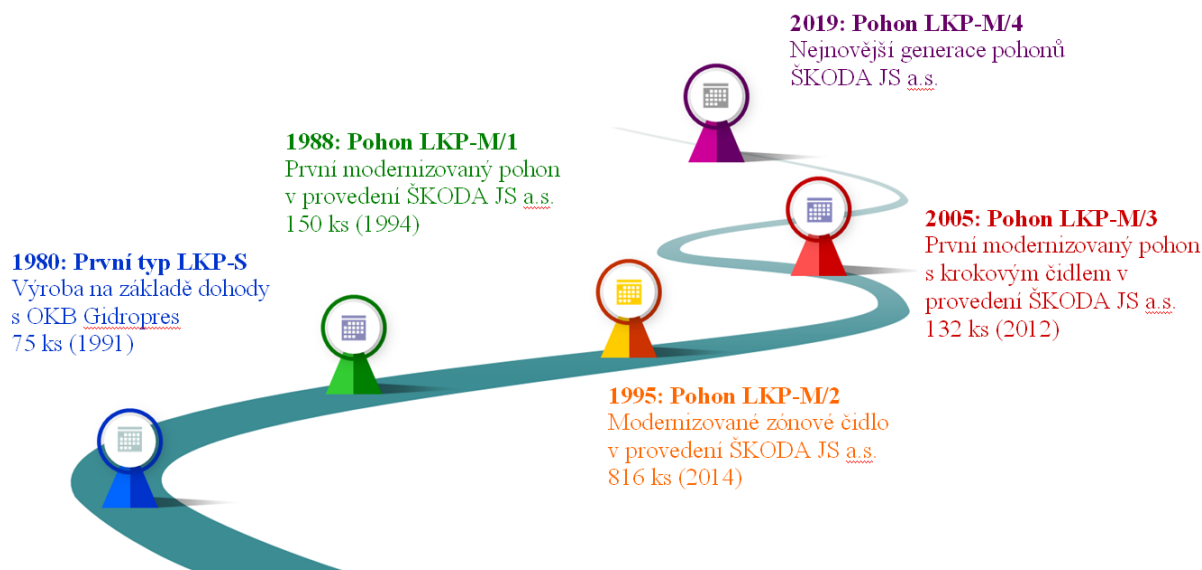
V současné době ve výrobních prostorách firmy převládá především produkce modernizované verze pohonů typu PRO-M, které jsou určeny pro reaktory VVER 440/V213 a jejich modernizované provedení nabízí v základu projektovou životnost pohonu 25 let. Pro aktuálně provozované bloky s tímto typem reaktoru, jejichž původní projektová životnost se dnes ze 30 let prodlužuje na cílových 50–60 let, to představuje spolehlivé a ověřené řešení jednoho z klíčových prvků reaktorového zařízení s vlivem na jadernou bezpečnost. ŠKODA JS a.s. úspěšně dodala tyto pohony na JE Paks, JE Mochovce, JE Bohunice, JE Dukovany a v současné době běží výroba zakázky pro JE Rovno.

V budoucnu se dá předpokládat postupné snižování poptávky po těchto pohonech a firma se proto již nyní soustřeďuje na svůj další klíčový typ pohonu, konkrétně lineární krokový pohon LKP-M nejmodernější generace 4, jehož klíčová vylepšení jsou popsána v příspěvku.

Pohony typu LKP-M vyráběné ve ŠKODA JS a.s.

Historie výroby pohonů LKP-M

Výroba pohonů typu LKP-M ve ŠKODA JS a.s. sahá až do 80. let 20. století a celý chronologický vývoj jednotlivých generací pohonů je shrnut na obr. 1.



Obr. 1: Historie vývoje pohonů LKP-M ve ŠKODA JS a.s.

Z přehledu je patrné, že firma dlouhodobě a systematicky pracuje na postupných inovacích a modernizacích řešení lineárních krokových pohonů.

Pohon nejnovější generace typu LKP-M/4

Tento pohon je určen pro provoz jak na reaktorech typu VVER 1000, tak i na nově budovaných blocích s reaktory typu VVER 1200.

Při dodržení kompatibility řešení pohonu s reaktorovým zařízením i s kabelovými trasami elektrárny nabízí řešení tohoto pohonu některá unikátní konstrukční řešení, která jsou chráněna patentem nebo užitnými vzory.

Za hlavní zmínku stojí provedení uzlu ukazatele polohy. Řešení tohoto uzlu zcela zásadním způsobem zvýšilo odolnost vůči výskytu jednoduché poruchy ve vinutí čidla ukazatele polohy, kde v závislosti na místo výskytu případné poruchy buď nedojde vůbec k vlivu na funkci uzlu, nebo dojde v nejhorsím případě ke změně rozlišovací schopnosti čidla z původních 20 mm na 100 mm. Vzhledem k tomu, že u předchozích pohonů do jejich 2. generace bylo dostatečné indikovat změnu polohy regulačního orgánu po výškových zónách 350 mm, je i taková změna rozlišení pro bezpečný provoz reaktoru naprosto dostatečná a pro provozovatele to znamená zásadní zvýšení robustnosti uzlu, které v konečném důsledku nenutí provozovatele v případě výskytu takové poruchy zasahovat do výkonu bloku.

Dalším zlepšením čidla je možnost nezávislé (redundantní) indikace dolní koncové polohy regulačního orgánu v aktivní zóně reaktoru, což je bezpečnostní funkce pohonu, pomocí galvanicky odděleného kanálu. Řešení čidla společně s vyhodnocovací elektronikou, kterou vyvinula společnost ZAT a.s., nabízí i mnoho dalších výhod z hlediska podrobných informací o poloze regulačního orgánu, jeho změnách při regulaci výkonu bloku, nebo i obdobné řešení redundantní indikace horní koncové polohy regulačního orgánu. Při vývoji bylo pamatováno i na další faktory, jako je snížení počtu dílů, snížení nároků na čas přípravy pohonu během pravidelných odstávek bloku a možnost automatizovaného utahování jeho přírubových spojů pomocí elektronicky řízených utahovacích jednotek řady EZ, které společnost ŠKODA JS a.s. rovněž úspěšně dodává na provozované elektrárny s různými typy reaktorů VVER.



Obr. 2: Pohon LKP-M/4

Tab. 1: Porovnání klíčových parametrů vybraných typů pohonů

Typ pohonu	ŠEM-3	LKP-M/3	LKP-M/4
Výrobce	Gidropress (Rusko)	ŠKODA JS a.s.	ŠKODA JS a.s.
Dvojný chod (DCH) Kroky	8 000 -	6 000 2 100 000	min 10 500 *) 4 000 000 *)
Pády ZT	500	300	500 *)
Počet kroků (zdvih max.)	195 (3 900)	191 (3 800)	min. 195 (min 3 900)
Počet kroků (pracovní zdvih)	185 (3 700)	185 (3 700)	185 (3 700)
Celková životnost (roky)	30	40	min. 40 **)
Počet vodičů čidla	max. 12	18	12
Přírubové spoje v oblasti čidla	1	2	1

*) / **) Údaj ověřený: životností zkouškou na kanálu ve ŠKODA JS a.s. / kvalifikací

Řadou modernizací prošly i další konstrukční uzly pohonu s cílem zjednodušit jejich řešení, zvýšit odolnost a životnost a v neposlední řadě i snížit nároky na jejich údržbu a pravidelnou obsluhu během odstávek bloků. Jako jeden z příkladů z této oblasti je uvedena modernizace přírubového spoje pro připojení čidla ukazatele polohy v horní části konstrukce pohonu.

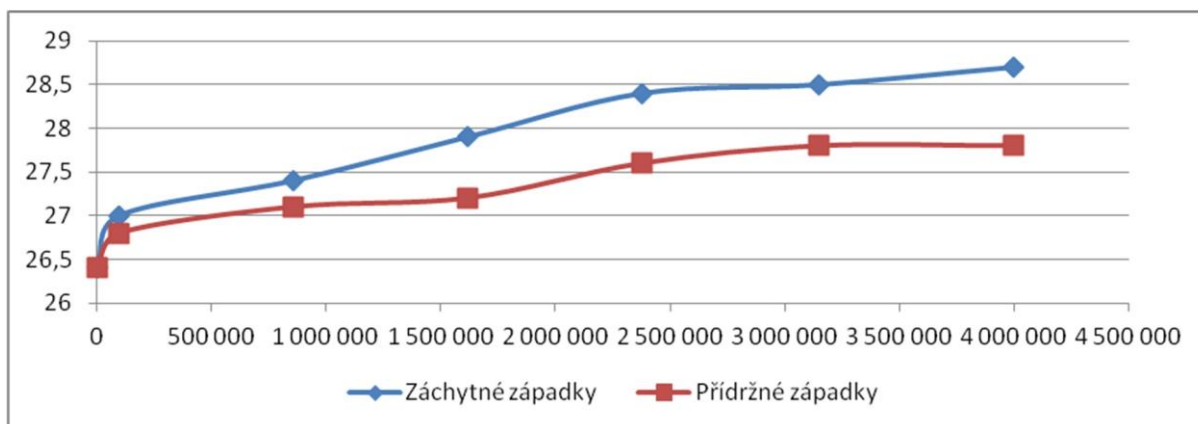


LKP-M/3:

LKP-M/4:

Obr. 3: Porovnání konstrukce přírubových spojů čidla polohy

Další modernizací prošel uzel západek, tedy klíčový kinematický prvek pohonu, kde byl ponechán osvědčený princip řešení a změny byly provedeny především v oblasti materiálů komponent. Díky nim bylo v rámci životnostního testu dosaženo výrazné zvýšení životnosti tohoto uzlu, který je i limitním uzlem mechanické odolnosti celého pohonu.



Obr. 4: Průběh opotřebení západek během životnostního testu pohonu (maximální limit nebyl dosažen a reálně má uzel vyšší životnost)

Závěr

Lze konstatovat, že nový pohon LKP-M/4 je plně připraven jak pro plánované výměny provozovaných pohonů typu LKP-M po dosažení jejich životnosti na blocích typu VVER 1000, tak i do projektů nových bloků s reaktory typu VVER 1200. Vývoj pohonu LKP-M/4 probíhal v rámci programu „Aplikace“ vyhlášeného MPO České republiky ve spolupráci s firmami ZAT a.s. a COMTES FHT a.s., a byl realizován v souladu s aktuální legislativou platnou v EU pro tento typ produktu.