

# MONITORING NASTAVENÍ A KONDICE TVÁŘECÍ ČÁSTI KOVACÍCH LISŮ

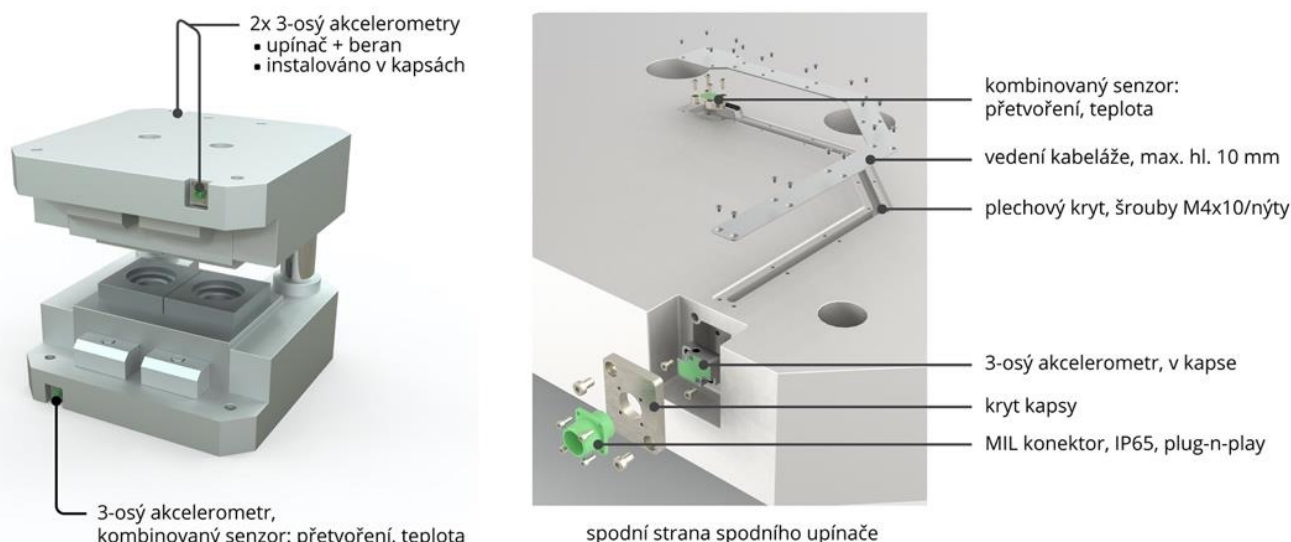
Ing. Martin Podešva – 4dot Mechatronic Systems s.r.o.

## 1. ÚVOD

Seřizování nastavení kovacího lisu a inspekce technického stavu klíčových komponent je časově náročný proces. Řadu parametrů stroje, jako je například vedení beranu nebo kondice upínačů, je možné kontrolovat pouze během odstávky stroje. Neznalost změn těchto parametrů v reálném čase může vést k nejakostní výrobě až k poškození stroje. Nastavení, kondici a chod tvářecí části kovacího lisu, je možné sledovat pomocí senzorů a vyhodnocování dat v reálném čase, a tím zvýšit produktivitu práce lisu.

## 2. POPIS MONITOROVACÍHO SYSTÉMU 4DOT

Senzory monitorovacího systému jsou umístěny na beran stroje a do upínačů nářadí. Na beran stroje je umístěna dvojice tříosých senzorů vibrací. Ty jsou instalovány na pomyslnou tělesovou úhlopříčku beranu, aby bylo možné sledovat pohyb beranu nejenom ve vodorovné a horizontální rovině, ale také jeho klopné pohyby způsobené nesouosým zatěžováním během víceoperačního kování. Do horního a spodního upínače jsou vestavěny tříosé senzory vibrací do vyfrézovaných kapes. Na spodní straně spodního upínače je do vyfrézované drážky umístěn senzor přetvoření. Senzory přetvoření jsou umístěny do středu upínače do maximální blízkosti zápustek, aby bylo možné sledovat přetvoření v místě nejvyššího zatížení. Spodní upínač je dále osazen senzorem teploty pro zvýšení přesnosti analýz.



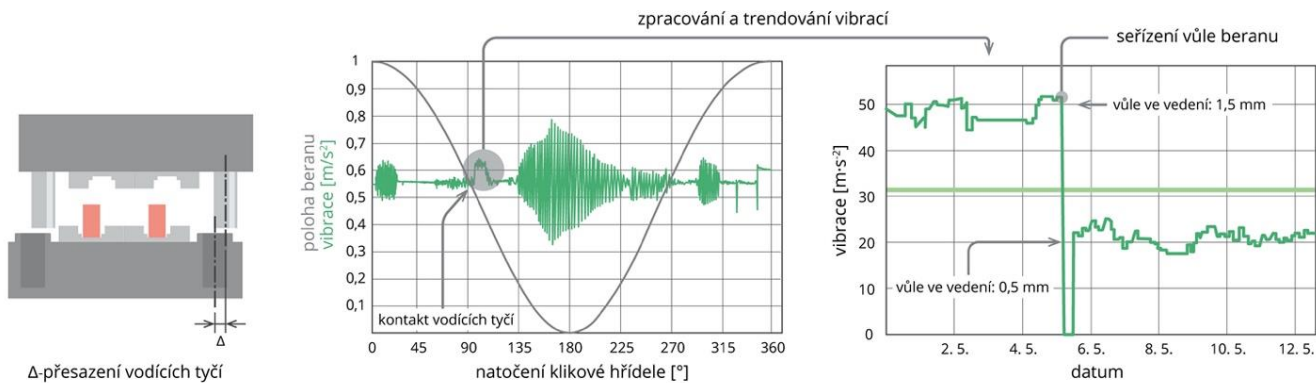
**Obrázek 1** Vestavěné senzory do upínačů nářadí. V obou upínačích jsou tříosé senzory vibrací. Ve spodním upínači je také senzor přetvoření. Celý systém byl vyvinut tak, aby odolal vibracím, teplotám a znečištění pracovního prostoru kovacího lisu.

Mechanické úpravy upínačů jsou vždy navrhovány podle konstrukce upínačů tak, aby byl vliv na mechanickou tuhost upínače minimální. Drážka pro senzor vibrací je při instalaci zalita izolační hmotou a zakrytována plechovým krytem pro maximální životnost senzorů. Senzory byly vyvinuty 4dot, tak aby odolaly prostředí kovacího lisu. Veškeré senzory jsou propojeny chráněnou kabeláží skrze odpojitelné konektory se sběrnici dat v rozvaděči stroje. Instalaci systému je možné provést i během několika denní odstávky stroje.

## 3. ZPRACOVÁNÍ DAT ZE SENZORŮ

Pomocí senzorů lze sledovat celou řadu parametrů chodu stroje. Způsob zpracování dat je možné názorně vysvětlit na sledování správnosti nastavení vůlí ve vedení beranu a správnosti upnutí upínačů. Systém nepřetržitě měří vibrace v průběhu celého zdvihu beranu. Na základě znalosti kinematiky lisu je možné vyhodnocovat vibrace v důležitých okamžicích pracovního zdvihu.

Takovýmto okamžikem je například kontakt vodících ploch upínačů (vodící tyče nebo vedení do X). Nesprávně nastavené vedení beranu nebo upnutí upínačů způsobuje nesouosost, která se projevuje zvýšením střední hodnoty vibrací v daném okamžiku. Zároveň probíhá porovnání hodnoty v rámci komplexních analýz s hodnotami z dalších senzorů tak, aby bylo možné přesně rozlišit příčinu problému. Protože je měřen každý pracovní zdvih lisu, výsledná hodnota je trendována pro sledování změn v chodu lisu. Princip sledování vůlí ve vedení beranu je znázorněn na obrázku 2.



**Obrázek 2** Princip zpracování dat při monitoringu vůlí vedení beranu. Vibrace jsou měřeny v průběhu celého pracovního cyklu lisu (uprostřed). Pro monitoring vůlí jsou vyhodnocovány vibrace při kontaktu vedení upínače. Výsledná hodnota je následně v čase vynášena do grafu kde je sledován trend (vpravo).

Vysoká odolnost senzorů umožňuje aplikovat tuto technologii i na rychloběžné lisy a buchary. V souhrnu lze monitorovat a vyhodnocovat následující parametry stroje:

- vůle ve vedení beranu,
- klopné pohyby beranu během kování,
- správnost upnutí upínačů nářadí,
- poměr zatěžování nářadí pro sledování procesu kování a ochranu stroje před přetížením.

Zároveň je možné v reálném čase identifikovat různé poruchové stavy jako například:

- prasknutí upínacích šroubů,
- změnu tuhosti upínače (iniciace praskliny),
- prokování (plastickou deformaci) stolu stroje vedoucí ke vzniku mezery mezi upínačem a stolem.

Veškeré tyto parametry je možné sledovat přímo na panelu stroje anebo ve webové aplikaci 4dot.

#### 4. PREDIKTIVNÍ ÚDRŽBA SPODNÍHO UPÍNAČE NÁŘADÍ

Monitoring prokování (plastické deformace) stolu stroje a deformace upínače umožňuje sledovat jeho kondici a predikovat rozvoj poškození. Mezera mezi upínačem a stolem stroje vzniklá jeho prokováním vede ke zvýšení celkového napětí a změně poměru tlakového a ohybového napětí. Prokování způsobuje zvýšení ohybového napětí, na co však upínač není konstruován. Pokud není stůl stroje orovnan, může namáhání upínače vést ke vzniku prasklin až k jeho fatálnímu poškození.

Příkladem aplikace monitorovací technologie je detekce vzniku praskliny upínače svislého klikového kovacího lisu se jmenovitou silou 3 150 tun. Na základě detekce změny tuhosti upínače byla provedena vizuální inspekce upínače, při které byla odhalena malá prasklina. Vybroušením praskliny byl odstraněn koncentrátor napětí. Zároveň bylo provedeno orovnění stolu stroje. Těmito opatřeními byla životnost upínače zásadně prodloužena.



**Obrázek 3** Inspekce poškozeného upínače nářadí. Praskliny zpravidla vznikají v rozích otvorů pro vyhadzovací mechanismus (A). V tomto případě byla lokalizována rozvíjející se prasklina (B), kterou bylo možné vybrousit (C) a tím prodloužit životnost upínače.

Data z dlouhodobého měření nemusí sloužit pouze k prediktivní údržbě, tedy k předvídání poruch. Informace a zkušenosti z monitoringu namáhání upínačů mohou také doplnit pevnostní výpočty konstruktérů nářadí a zdokonalit tak konstrukci upínačů, a tím tak aplikovat údržbu preskriptivní.