

Datum vytištění: 16. 12. 2024



Rozsah platnosti:

ORLEN Unipetrol RPA s.r.o. (bez odštěpných závodů)

N NORMA

opravy odstředivých čerpadel

Schválil:

Ing. Jiří Plaček, Vedoucí odboru údržby rotačních strojů

Platnost od:

1.1.2025

Správce dokumentu:

Zdeňka Mašková, Sekce podpory údržby

Zpracovatel:

Ing. Dmytro Barna, Inženýr údržby rotačních strojů

Dokument je majetkem společnosti ORLEN Unipetrol RPA s.r.o.
Rozšiřování kopií mimo společnost je zakázáno s výjimkou jejich poskytnutí externím subjektům pro účely výběrových řízení a pro účely plnění smlouvy se společností.
Vytisknutá kopie je neřízený dokument.

Seznam změn

Číslo změny	Číslo strany		Předmět změny	Platnost od	Zpracovatel
	vyjmuté	vložené			
1			Převedení PPÚ na N normu v rámci harmonizace PPÚ a N norem	1.1.2025	Barna D.
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Upozornění: Změnové řízení je prováděno dle směrnice 821.

Obsah

Obsah	3
1 Účel	4
2 Rozsah platnosti	5
3 Pojmy, definice a zkratky	5
4 Obecné zásady oprav	5
4.1 Vizuální prohlídka-analýza poruchy	5
4.2 Demontáž	5
4.3 Nestandardní údaje o zařízení	6
4.4 Rozsah oprav	6
4.4.1 Generální oprava - GO	6
4.4.2 Střední oprava - SO	6
4.4.3 Běžná oprava - BO	6
5 Popis kontroly a opravy jednotlivých částí čerpadla	6
5.1 Hřídel	6
5.2 Ložiska	7
5.3 Ložiskový domek	8
5.4 Oběžné kolo	9
5.4.1 Vyvažování	9
5.5 Těsnicí kruhy (nákrůžky)	9
5.6 Víko spirální skříňe	9
5.7 Spirální skříň	10
5.7.1 Tolerance přírubových spojů mezi čerpadlem a připojeným potrubím	11
5.8 Mechanické ucpávky a těsnění	11
5.9 Spojky a vyrovnaní soustrojí	12
5.9.1 Spojky	12

5.9.2	Vyrovnání soustrojí	12
6	Montáž	14
6.1	Obecné požadavky	14
6.2	Pokyny pro partnera provádějícího opravu - montáž	14
6.3	Archivace revizních nálezů, vyvažovacích protokolů	15
6.4	Doporučení z opravy	15
7	Přílohy	15
Příloha 1	Protokol o opravě čerpadla (RN)	16
Příloha 2	Seznam montážních a dílčích předpisů pro jednotlivé čerpadla	18

1 Účel

Dokument „Opravy odstředivých čerpadel“ stanovuje zásady a základní kritéria pro zajištění kvalifikované a kvalitní servisní činnosti pro rotační zařízení připravené do opravy či revize. Určen pracovníkům provádějící činnosti, které spadají pod řízení výrobní sekce a mechanické údržby nebo jsou jimi iniciovány.

Tento dokument má za účel, aby všechny zainteresované osoby, které odpovídají za kvalitu oprav, dodržovali minimálně požadavky dle tohoto dokumentu. Požadavky jsou zaměřeny především na jednostupňová převislá odstředivá čerpadla max. do 3 600 1/min. Některé požadavky tohoto dokumentu se mohou též aplikovat na dvoustupňová převislá odstředivá čerpadla, vícestupňová odstředivá čerpadla a vertikální odstředivá čerpadla. Částečně lze také aplikovat na čerpadla vysokootáčková nebo hermetická, u těchto strojů je potřeba se držet především specifických požadavky dle výrobce zařízení.

Kvalitní oprava čerpadla, která je určena tímto dokumentem, se stává z kompletního rozmontování čerpadla, vizuální prohlídky všech součástí a zaznamenání jakéhokoli poškození, změření a zaznamenání všech kritických rozměrů, házení, tolerancí, předpětí mechanické ucpávky (dále jen MU) apod. Toto vše zaznamenat do protokolu o opravě čerpadla - revizního nálezu (dále jen RN) – viz příloha č. 1.

V průběhu demontáže, čištění a kontroly zařízení zjistit příčinu selhání zařízení a zaznamenat do RN. Veškeré opotřebované, poškozené součásti a součásti mimo toleranci uvést do normovaného stavu (výměnou, opravou, renovací). Do RN zaznamenat veškeré údaje při kompletaci zařízení (rozměry, tolerance, házení, předpětí MU atd.). K RN přiložit protokol o vyvážení rotoru. V případě těsnostních zkoušek přiložit protokol o těsnostní zkoušce k RN. Po instalaci stroje na pozici dodat protokol o vyrovnání soustrojí a po spuštění do provozu protokol o diagnostice.

Čerpadla („horká čerpadla“) s provozní teplotou vyšší než 100°C nebo čerpadla s médiem nad hranicí samovznícení jsou specifická požadavkem na kompletní demontáž a revizi stavu všech těsnících ploch a závitů závitových zátek v tělese čerpadla.

Při každé opravě zařízení by měl být používán zdravý rozum a dobrý úsudek. Odklon od tohoto předpisu musí být schválen příslušným technikem údržby, inženýrem údržby nebo inženýrem údržby rotačních strojů. Pokud jsou pro stroje vytvořené konkrétní dílčí/montážní předpisy provádět opravu podle nich, jinak je nutno dodržet tento dokument.

Změny provedené na zařízení nebo odlišnosti od původní dokumentace (resp. technické dokumentace výrobce), ke kterým dojde na základě provozu nebo oprav, budou technikem údržby zavede do dokumentace zařízení. Technik změny zaznamená prostřednictvím elektronického archivovaného systému a do papírové dokumentace.

2 Rozsah platnosti

Dokument „Opravy odstředivých čerpadel“ je určen pro všechny subjekty, které spadají pod sekci výrobní, sekce údržby a podílejí se na údržbě těchto typu zařízení. Norma je platná pro celou společnost ORLEN Unipetrol RPA s.r.o..

Povinnost převzít a dodržovat tuto normu mají všichni partneři a externí firmy, které provádějí zásahy na tomto typu zařízení.

3 Pojmy, definice a zkratky

MU – Mechanická ucpávka

RN – Revizní nález

GO – Generální oprava

SO – Střední oprava

BO – Běžná oprava

4 Obecné zásady oprav

4.1 Vizuální prohlídka-analýza poruchy

- Zkontrolovat celkový stav čerpadla před demontáží a během ní.
- Na požadavek je možné zajistit přes Inženýra technické diagnostiky rotačních (nebude-li domluveno jinak) kompletní diagnostické měření před odstavením čerpadla do opravy.
- Prohlédnout kompletně všechny součásti, nejen ty, které jsou jasně poškozeny a pokusit se určit příčinu poruchy. Prozkoumání všech součástí čerpadla a jejich stavu může často vést k přesné analýze původních příčin poruchy. Pokusit se zjistit proč součástka selhala.
- Veškeré údaje dokumentovat do RN.

4.2 Demontáž

Během demontáže musí být provedeny níže specifikované úkony, které zajišťuje příslušný partner. Na vyžádání je možné přizvat příslušného technika údržby, inženýra údržby nebo inženýra údržby rotačních strojů.

- Zevrubná prohlídka čerpadla pro zjištění možné příčiny poruchy či jiných problémů.
- Standartní kontroly musí být provedeny na všech čerpadlech během demontáže.
- Jestliže není možné kontroly provést, zaznamená tyto informace partner do RN (např. porušené ložisko, prasklá hřídel apod.).
- Během demontáže se musí zaznamenat do RN veškeré vůle, házení, rozměry, stav součástí, možnou příčinu poruchy a doporučení.
- Kontrola stavu všech součástí během demontáže, tak aby bylo možno určit pravděpodobnou příčinu poruchy, rozsah opravy a požadavky na nové součásti.

Změřit a zaznamenat údaje o jednotlivých součástech, výsledky měření zaznamenat do RN.

- Změřit a zaznamenat údaje o jednotlivých součástech, vůlích, tolerancích a uloženích.
- Změřit a zaznamenat souosost, šikmost uložení (zámku) čerpadla x spirální skříň čerpadla.
- Změřit a zaznamenat házení hřídele v ložiskovém domku (oba konce hřídele), vůle ložisek v ložiskovém domku a axiální vůli hřídele v ložiskovém domku (pozn. údaje slouží jako jedny z informací při rozhodnutí o rozsahu opravy).
- Změřit a zaznamenat házení hřídele, rozměry hřídele, vůli uložení oběžného kola na hřídeli, vůli uložení pouzdra na hřídeli.
- Změřit a zaznamenat házení spojky, mezikusu a vůli uložení spojky.
- Změřit a zaznamenat rozměr hřídele a vůli v uložení spojky.
- Provést záznam o všech neobvyklých zjištěních při opravě čerpadla (např. usazeniny v oběžném kole, špinavý olej v ložiskovém domku, narušené, zkorodované části apod.).
- Rozbité, zlomené součástí nespojovat! **Může dojít ke zničení informací pro následné analýzy.**

- RN vyplňuje příslušný partner provádějící servisní činnost na zařízení.
- RN musí být vyplněn kompletně - bez volných míst. U položek, které nejsou použitelné vyznačit do RN.
- Přílohy se přikládají k RN (např. vyvážení rotoru, tlakové zkoušky, vyrovnaní apod.).
- RN bude doplněn na požadavek technika údržby o fotodokumentaci (počet snímků - snímek před demontáží, demontovaná skupina dílů, detaily jednotlivých dílů demontované skupiny).
- Demontovat zátky spirální skříně a víka spirální skříně u horkých čerpadel (hydraulická část čerpadla), k revizi stavu závitů a těsnících ploch vždy při každé střední opravě, a pokud není záznam o provedené kontrole mladší 5 let u všech čerpadel.

4.3 Nestandardní údaje o zařízení

V případě existence nestandardních údajů, vůlí nebo tolerancí, které se liší od tohoto dokumentu (resp. technické dokumentace výrobce), budou zaznamenány technikem prostřednictvím elektronického archivovaného systému a do papírové dokumentace stroje.

4.4 Rozsah oprav

Bude-li prováděna oprava v rozsahu střední nebo generální opravy je nutno provést požadavky dle tohoto dokumentu v plném rozsahu. Bude-li však prováděna oprava menšího rozsahu (např. oprava mechanické ucpávky) budou požadavky dle tohoto dokumentu provedeny pouze do té míry jaký umožňuje rozsah opravy.

4.4.1 Generální oprava - GO

Generální oprava představuje rozsah opravy zařízení, při které se zařízení zpravidla celé demontuje z pozice a dochází k rozebrání stroje do dílů. Při GO dojde k výměně dílů, popř. opravám tak, aby bylo dosaženo kompletně parametrů zařízení podle výrobní dokumentace.

Termín GO je dán obvykle stanovenou provozní periodou.

4.4.2 Střední oprava - SO

Střední oprava zařízení je rozsah oprav, které slouží k navrácení zařízení do provozu za použití výměny nebo renovace dílů tak, aby zařízení mohlo být uvedeno do provozu. Do SO je ve většině případu rovněž zahrnuta BO.

Termín SO je dán stanovenou provozní periodou nebo je iniciován poruchou zařízení.

4.4.3 Běžná oprava - BO

Běžná oprava znamená výměny komponentů zařízení, které mají obecně známé omezené periody životnosti, a s jejich periodickou výměnou se uvažuje již při instalaci zařízení. Nejčastěji se jedná o výměnu ucpávek, těsnění nebo ložisek.

Termín BO závisí běžně na provozní periodě, způsobu provozování nebo je iniciován poruchou zařízení.

5 Popis kontroly a opravy jednotlivých částí čerpadla

5.1 Hřídel

Pro kontrolu hřídele a ložiska je nutno vyjmout hřídel z ložiskového domku.

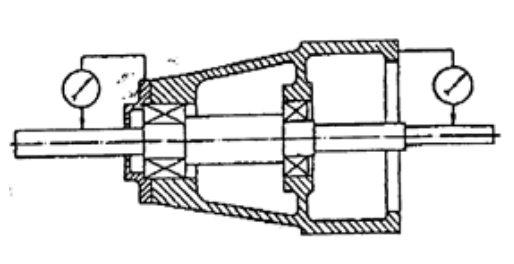
- Zkontrolovat celkový stav hřídele.
- Změřit a zaznamenat házení hřídele v partiích ložisek, oběžného kola, pouzdra a uložení spojky.
- Změřit a zaznamenat rozměry všech kritických uloženíh oběžného kola, pouzdra, ložisek a spojek.
- Porovnat uložení hřídele s uloženíh spojení a ujistit se, že jsou v toleranci.
- Změřit jmenovitý rozměr a ovalitu hřídele (pouzdra) pod mechanickou ucpávkou.
- Zkontrolovat drsnost hřídele (pouzdra) pod ucpávkou.
- Zkontrolovat náběh pro nasazení mechanické ucpávky na hřídeli (pouzdrě).
- **Rýhování uložení hřídele je nepřijatelné!**
- **V případě leštění hřídele jemným smirkovým plátnem, neleštit uložení ložisek!**

Použití Loctite/Aldurit je omezeno na opravná uložení ve zvýšené toleranci, kterou tito výrobci garantují. Každé použití bude konzultováno s technikem údržby, inženýrem údržby nebo inženýrem údržby rotačních strojů.

Umožňuje-li to konstrukční řešení čerpadla, tak po kompletaci ložiskového domku, ložisek a hřídele změřit házení hřídele na obou koncích.

Popis měřené veličiny		Tolerance
Max. dovolené házení v partiích ložisek, oběžného kola, pouzdra a spojky		0,03 mm
Kontrola dle bodu	průměr hřídele < menší než 100 mm	0,05 - 0,06 mm
	průměr hřídele > větší než 100 mm	0,07 - 0,08 mm
Uložení hřídel x ložiska		Dle požadavku výrobce zařízení či výrobce ložiska
Tolerance hřídel x oběžné kolo		Max. 0,08 mm
Tolerance hřídel x pouzdro	Ø hřídele do 50 mm	Max. 0,05 mm
	Ø hřídele od 50 mm - 100 mm	0,05 mm - 0,1 mm
	Ø hřídele od 100 mm - 150 mm	0,1 mm - 0,15 mm
Uložení hřídel x spojka		Dle doporučení výrobce spojky Jinak: H7/g6, H7/r6, nebo K7/m6
Jmenovitý rozměr hřídele (pouzdra) pod mechanickou ucpávkou		0 - 0,05 mm
Ovalita hřídele (pouzdra) pod mechanickou ucpávkou		Max. 0,02 mm
Drsnost hřídele (pouzdra) pod mechanickou ucpávkou		Ra = 0,4 - 0,8
Náběh pro nasazení mechanické ucpávky na hřídeli (pouzdrě)		2,5x15 (20); Hranu zaoblit R = 1 mm

Tabulka 1 Uložení, vůle, tolerance - Hřídel



5.2 Ložiska

Pokud umožňují provozní podmínky, je doporučeno, provést kontrolní diagnostiku čerpadla před odstavením do opravy (např. při netěsnosti mechanické ucpávky zkontrolovat před opravou této netěsnosti diagnosticky stav ložisek). Diagnostiku na vyžádání, zajišťuje inženýr technické diagnostiky rotačních strojů nebude-li stanoveno jinak.

- Ložiska a hřídel vyjmout z ložiskového domku a vizuálně prohlédnout ložisko jako celek, hřídel pod ložisky a otvory pro ložiska v ložiskovém domku. V případě potřeby se též kontroluje dráha tělísek na vnitřním a vnějším kroužku ložiska.
- Valivá ložiska vyměnit při každé generální opravě a střední opravě.
- Změřit a zaznamenat axiální posuv hřídele v ložiskovém domku.
- Změřit a zaznamenat vůle ložisek při instalaci hřídele s ložisky v ložiskovém domku.
- Šikmá kontaktní axiální ložiska musí být instalována zády k sobě na hřídel, pokud není specificky uvedeno jinak.
- Při montáži ložisek do ložiskového domku je nutné vymezením axiální vůle (přizpůsobení se tepelné roztažnosti).

Použití Loctite/Aldurit je omezeno na opravná uložení ve zvýšené toleranci, kterou tito výrobci garantují. Každé použití bude konzultováno s technikem údržby nebo Inženýrem údržby, inženýrem údržby rotačních strojů.

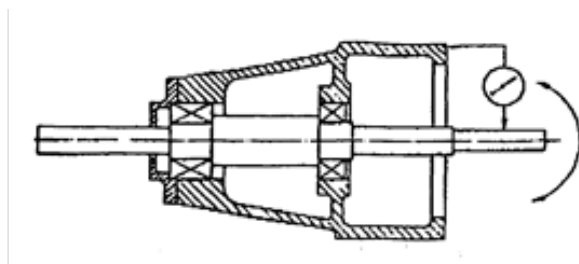
Vnější ložiskový kroužek radiálního ložiska (posuvné uložení) musí být schopen osového pohybu, aby mohl přizpůsobovat rozpínání hřídele teplem. **Na vnější prsteneц nepoužívat Loctite/Aldurit.**

Pokud je k instalaci ložisek potřeba teplo, použijte olejovou lázeň ložiskový indukční ohříváč. Ložisko ohřívané indukčním ohříváčem musí být odmagnetováno před instalací. Je vhodné mít indukční ohříváč vybavený automatickým

odmagnetovacím cyklem. Je-li tomu tak, není třeba žádného dalšího odmagnetování. **Nepřekračujte maximální teplotu danou výrobcem ložisek.**

Popis měřené veličiny		Tolerance
Axiální vůle ložisek v ložiskovém domku		Max. 0,05 mm
Radiální vůle ložisek v ložiskovém domku		Max. 0,08 mm
		Ve speciálních případech podle požadavků výrobce – výjimky uvést do karty (příloha č. 2)
Uložení ložisek na hřídeli a v ložiskovém domku		Dle požadavků výrobce zařízení či výrobce ložisek - tyto údaje budou zaznamenány v kartě (příloha č.2)
Vymezení axiální vůle při montáži	čerpadla do 100°C	0 - 0,02 mm
	čerpadla od 100°C - 200°C	0,02 - 0,08 mm
	čerpadla od 200°C - 250°C	0,08 - 0,12 mm
	čerpadla od 250°C - 350°C	0,12 - 0,20 mm

Tabulka 2 Uložení, vůle, tolerance - Ložiska



5.3 Ložiskový domek

- Kontrola celkového stavu ložiskového domku včetně vnitřního prostoru.
- Kontrola stavu těsnících kroužků a víka ložiskového domku.
- Změřit a zaznamenat světlosti pro ložiska.
- U čerpadel, s opakovanými poruchami ložisek, musí být uložení navzájem souosá a souběžná. Zaznamenat do RN.
- Změřit a zaznamenat vůle víka ložiskového domku a hřídele.
- Změřit a zaznamenat vůle kovových utěšňovacích kroužků (odstřikovacích kroužků) a hřídele.
- Změřit a zaznamenat vůli v uložení (zámku) ložiskový domek x víko spirální skříňě čerpadla.
- Provést kontrolu a pročištění chlazení kvůli zajištění správného průtoku.
- Při použití chladičů vestavených do ložiskových domků provést tlakovou zkoušku. Protokol o tlakové zkoušce doložit k RN.
- Kontrola vyčištění zátek, průhledítek, olejoznaků apod., při poškození výměna.
- Při montáži dodržovat standardizovaná uložení a rozměry.
- Při montáži ložisek do ložiskového domku vymezení axiální vůli (přizpůsobit tepelné roztažnosti).

Použití Loctite/Aldurit je omezeno na opravná uložení se zvýšenou tolerancí, kterou tito výrobci garantují.

Vnější ložiskový kroužek radiálního ložiska (posuvné uložení) musí být schopen osového pohybu, aby mohl přizpůsobovat rozpínání hřídele teplem. **Na vnější prstenec nepoužívat Loctite/Aldurit.**

Popis měřené veličiny		Tolerance
Ložiskový domek x víko spirální skříňě čerpadla	Volně	Max. 0,1 mm

Vůle vnější kroužek ložiska x světlost pro ložiska v ložiskovém domku o vnějšího kroužku ložiska	
25 - 50 mm	0,007 - 0,05 mm
50 - 100 mm	0,007 - 0,07 mm
100 - 150 mm	0,007 - 0,085 mm
150 - 200 mm	0,007 - 0,100 mm
200 - 250 mm	0,007 - 0,115 mm

Tabulka 3 Uložení, vůle, tolerance – Ložiskový domek

5.4 Oběžné kolo

- Kontrola celkového stavu oběžného kola. Zaměřit se na praskliny, překážky v průchodnosti lopatek, eroze, koroze, stav nákrůžků, stav drážky pro pero apod..
- V případě zjištěných závad určí technik údržby nebo inženýr údržby rotačních strojů další postup opravy (barevná indikace, výměna apod.).
- Očistit oběžné kolo od nečistot a usazenin.
- Kontrola včetně provedení záznamu házení na nákrůžku (nákrůžcích) oběžného kola.
- Při opakované poruše (kde je podezření na selhání oběžného kola) provést kontrolu a záznam o šikmosti čel náboje oběžného kola.
- Změřit a zaznamenat průměry nákrůžků, vnější průměr oběžného kola, průměr díry kola pro hřídel, vůli kola na hřídeli.
- Po ukončení veškerých opravárenských operací na oběžném kole (instalace nových nákrůžků, obrábění apod.) proveďte vyvážení oběžného kola, včetně záznamu do protokolu o vyvážení.

Popis měřené veličiny		Tolerance
Uložení oběžné kolo x nákrůžek	Přesah	0,035 - 0,08 mm
Uložení oběžné kolo x hřídel	Volně	0,000 - 0,07 mm
Házení na nákrůžku (nákrůžcích)		Max. 0,13 mm

Tabulka 4 Uložení, vůle, tolerance – Oběžné kolo

5.4.1 Vyvažování

- Oběžná kola vyvažovat na vlastním hřídeli nebo na vyvažovacím trnu již při rozsahu opravy SO.
- Vyvažovat oběžného kola při každé generální opravě nebo při podezření na nevyváženost oběžného kola.
- Vyvážení oběžného kola vystavit protokol, který bude přiložen k RN.

5.5 Těsnící kruhy (nákrůžky)

- Kontrola průměrů nákrůžků včetně stanovení vůlí mezi nákrůžky.
- Proveďte výměnu u silně zkorodovaných, erodovaných či jinak poškozených nákrůžků.
- Při výrobě nákrůžků v dílně dodržet požadavek na materiál (materiál určí technik údržby nebo inženýr údržby rotačních strojů), pro jednotlivé nákrůžky.
- Při přivařování nákrůžku na oběžné kolo umístěte svary (většinou tři) do stejných vzdáleností od sebe.
- Při výrobě nákrůžku pro instalaci na oběžné kolo, obrábějte vnější průměr až po instalaci tohoto nákrůžku na oběžné kolo.

Vůle mezi nákrůžky či mezi nákrůžkem a skříní dodržovat dle udání výrobce, či dle zkušeností z dlouhodobého provozu zařízení.

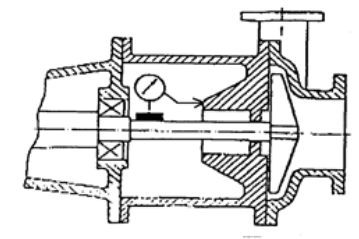
5.6 Víko spirální skříně

- Proveďte kontrolu celkového stavu víka spirální skříně.
- V případě eroze, koroze či jiného poškození vyměňte nebo opravte v místě spirální skříně, za použití správného materiálu a svářecího postupu.
- Změřte a zaznamenejte velikost a vůli nákrůžku ve víku spirální skříně.

- Zkontrolujte a zaznamenejte všechna uložení, velikosti, házení.
- Zkontrolujte a zaznamenejte průměry, které jsou součástí úložných zámků.
- Vyčistěte všechny dutiny s chladicí vodou, pokud jsou používány.
- Zkontrolujte stav závitů pro tyto otvory, případně opravte poškozené závity.
- Vyčistěte všechno přívodní, odtokové vybavení (trubičky, holendry apod.), zkontrolujte průchodnost.
- Zkontrolujte stav závitů přívodního, odtokového vybavení a případně zajistěte opravu.

Popis měřené veličiny		Tolerance
Uložení škrťací kroužek x víko spirální skříně	Přesah	0,03 - 0,075 mm
Uložení nákrůžek x víko spirální skříně	Přesah	0,03 - 0,075 mm
Uložení (zámek) ložiskový domek x víko spirální skříně	Volně	0,00 - 0,1 mm
Uložení (zámek) spirální skřín x víko spirální skříně	Volně	0,00 - 0,1 mm
Vůle škrťací kroužek x oběžné kolo (pouzdro)		Dle požadavků výrobce
Souosost hřídele k ucpávkovému prostoru		Max. 0,125 mm
Pravoúhlost dosedacích ploch víko ucpávky x víko spirální skříně		Max. 0,05 mm

Tabulka 5 Uložení, vůle, tolerance – Víko spirální skříně



5.7 Spirální skříň

- Provést vizuální kontrolu celkového stavu spirální skříně.
- Provést vizuální kontrolu přírub, podložek, matic, šroubů nebo závitů pro šrouby a všech otvorů.
- V případě zjištění závad určí technik údržby nebo specialista rotačních strojů další postup opravy.
- Změřit a zaznamenat velikost a vůli nákrůžku skříně.
- Zkontrolovat a zaznamenat průměry, které jsou součástí úložných zámků.
- Kontrolovat stav ploch, kde dosedá těsnění. Hloubku drážky, vybrání pro těsnění zkontrolovat s protikusem a s ohledem na tloušťce nově instalovaného těsnění (aby se instalovalo těsnění o správné tloušťce).
- Vyčistit všechny dutiny s chladicí vodou nebo parou, pokud jsou používány.
- Zkontrolovat stav závitů pro tyto otvory, případně opravit poškozené závity.
- Vyčistit všechno přívodní, odtokové vybavení (trubičky, holendry apod.), zkontrolovat průchodnost. Zkontrolovat stav závitů tohoto přívodního, odtokového vybavení, případně zajistit opravu.
- Při poškození, vad či úbytků materiálu spirální skříně provést hydraulickou tlakovou zkoušku.
- Na základě upozornění útvaru provádějícího opravu na výše uvedené nedostatky o provedení tlakové zkoušky rozhodne technik údržby nebo inženýr údržby rotačních strojů.
- Hydraulická tlaková zkouška spirálních skříní se provede vždy pokud dojde k mechanické opravě spirální skříně nebo víka spirální skříně.
- U čerpadel jejichž tlaková část je ze šedé litiny se provádí tato hydraulická tlaková zkouška při každé generální opravě nebo opravě při které dojde k mechanické opravě spirální skříně (víka spirální skříně).

Popis měřené veličiny		Tolerance
Uložení nákrůžek x spirální skříň	Přesah	0,03 – 0,075 mm
Uložení (zámek) spirální skřín x víko spirální skříně	Volně	0,00 – 0,1 mm

Tabulka 6 Uložení, vůle, tolerance – Spirální skříň

5.7.1 Tolerance přírubových spojů mezi čerpadlem a připojeným potrubím

A) Rovnoběžnost

- Před stažením sací a výtlačné příruby čerpadla s potrubím pomocí přírubových šroubu musí být plochy srovnány do rovnoběžné polohy.
- V toleranci 0,05 stupně ve všech směrech.

Průměr příruby	Maximální odchylka od rovnoběžné roviny přes průměr příruby
do 300 mm	0,2 mm
300 až 600 mm	0,3 mm
nad 600 mm	0,5 mm

Tabulka 7 Odchylka od rovnoběžné roviny hrdla čerpadla

B) Vůle mezi přírubami

- Musí být zkontrolován typ, materiál a velikost těsnění použité mezi přírubou čerpadla a potrubí.
- Spára mezi přírubami musí být dostatečně velká k tomu, aby do ní bylo možno bez jakéhokoliv poškození těsnění nebo těsnících ploch přírub zasunout těsnění.

C) Souosost

- Musí být zkontrolovány velikost, rozměry a materiál šroubů přírub.
- Při provádění kontroly souososti přírub, musí šrouby v otvorech obou přírub procházet zcela volně.

5.8 Mechanické ucpávky a těsnění

- Kontrola celkového stavu ucpávek, jejich součástí a doplňků pro rozpoznání pravděpodobné příčiny selhání, zvláště pokud porucha ucpávky je důvodem opravy.
- V revizním nálezu zdokumentovat výsledky, připomínky a doporučení.
- Kontrola a provedení záznamu velikostí a vůli uložení pouzdra na hřídeli. Vyměnit pouzdro, které přesahuje toleranci.
- Kontrola soustřednosti hřídelového pouzdra.
- Všechny části ucpávky vyrobené v dílně (pouzdro apod.) udržovat v tolerancích předepsaných výrobcem ucpávky.
- Kontrola šikmosti, soustřednosti čelních ploch mechanické ucpávky (uhlíku, sedla) vůči ose pouzdra.
- Kontrola a provedení záznamu předpětí mechanické ucpávky jak při demontáži použité mechanické ucpávky, tak při montáži.
- Při montáži a instalaci používejte pokynů a náčrtů výrobce mechanické ucpávky.
- Použité mechanické ucpávky se označí, uvede se specifikace čerpadla, následně se předají k opravě na sběrné místo pro odvoz do oprav nebo servisnímu technikovi výrobce.
- V případech, že se používá kazetová mechanická ucpávka, některé výše uvedené body odpadají.

Popis měřené veličiny		Tolerance
Vůle mezi vnitřním průměrem pouzdra a hřídele dle průměru hřídele	0 - 50 mm	0,04 - 0,05 mm
	50 - 100 mm	0,05 - 0,10 mm
	100 - 150 mm	0,10 - 0,15 mm
Soustřednost pouzdra dle průměru hřídele	0 - 50 mm	Max. 0,05 mm
	50 - 100 mm	Max. 0,08 mm
	100 - 150 mm	Max. 0,10 mm
Předpětí mechanické ucpávky		dle požadavku výrobce
Šikmost čelní plochy mechanické ucpávky vůči ose hřídele		Max. 0,125 mm (viz. bod 5.8)
Soustřednost mechanické ucpávky vůči ose hřídele		Max. 0,125 mm (viz. bod 5.8)

Tabulka 8 Uložení, vůle, tolerance – Mechanická ucpávka

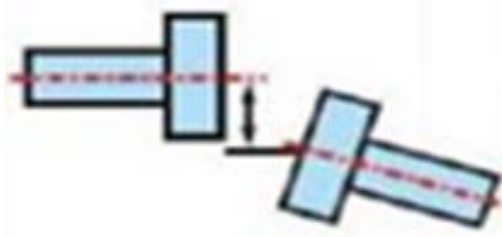
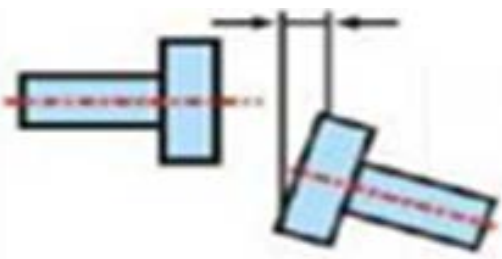
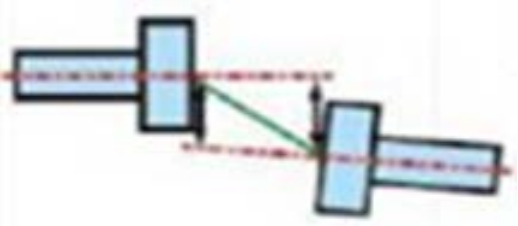
5.9 Spojky a vyrovnaní soustrojí

5.9.1 Spojky

- Kontrola celkového stavu spojky (včetně části na motoru). Erodivané, zkorodované, popraskané či jinak poškozené a degradované díly vyměnit. Vyměnit poškozené tlumící elementy a čepy.
- U spojek s ozubením provést důkladnou kontrolu, stav ozubení na jednotlivých částech. Pokud se jedná o mazanou spojku, tak tuto promazat dle mazacího návodu.
- V případě, že se hlava spojky demontuje z hřídele proveďte kontrolu soustřednosti a šikmosti. V případě, že se nedemontuje, proveďte tuto kontrolu při smontovaném stavu. Soustřednost a šikmost kontrolujte též u mezikusu, je-li instalován.
- Pro demontáž a montáž hlavy spojky se používá výhradně náradí, přípravky pro to určené (stahovák, narážecí pouzdra, hydraulické stahovák apod.).
- Není-li možné pro montáž hlavy spojky na hřídel použít teplotního ohřevu, montujte hlavu spojky tak těsně, jak je prakticky možné.

5.9.2 Vyrovnaní soustrojí

- Dosedací plochy patek zařízení musí být perfektně očištěny, stejně očištěn musí být i základ stroje v místech kam patky dosedají. Perfektně čisté musí být i ustavovací podložky
- Před vyrovnaním musí být provedena kontrola spojky – viz. výše bod 5.9.1
- Vyrovnaní musí být vždy provedeno za pomoci laserového přístroje k tomu určenému a provedeno prokazatelně proškolenou obsluhou.
- Pracovní postup vyrovnaní se řídí speciálním předpisem partnera, který odpovídá typu použitého přístroje.
- Zejména je třeba dodržet tyto body:
 - Před ustavením musí být vždy provedena kontrola všech kotevních šroubů základu a všech kotevních šroubů pevného stroje.
 - Vždy provést kontrolu na volnou patku.
 - Ustavovací podložky musí být vždy kalibrovány originály z oceli třídy 17, nikoli výstřižky plechů vyrobené na dílně.
 - Velikost ustavovacích podložek nesmí být menší než 2/3 plochy patky.
 - Při vyrovnavání soustrojí použít pod jednotlivou patkou elektromotoru maximálně tři ustavovací podložky.
 - Pod hlavu kotevního šroubu (případně matku) vždy použít plochou podložku která kompletně překryje díru pro šroub v patce. Podložka musí být pevná – při dotažení se nesmí deformovat.
- U čerpadel, kde teplota media přesahuje 100 °C se vyrovnavání soustrojí provádí jak za studeného stavu, tak po prohřátí za teplého stavu.
- Před provedením vyrovnaním za teplého stavu, se provede kontrola dotažení všech šroubových spojů (zejména s ohledem na těsnost zařízení), tyká se hlavně to přírub, zátek, trubek.
- Při ustavování musí být dodrženy předepsané tolerance pro ustavení spojek, pokud není výrobcem spojek stanoveno jinak.
- Ke **každému** vyrovnaní soustrojí je nutné dodat **protokol o vyrovnaní** s daty exportovanými z laserového přístroje vygenerovaný v software, který je k laserovému přístroji dodáván. Pokud nebude dodán protokol, nebude práce považována za ukončenou.

Typ spojky	Otáčky [1/min]	Přijatelné [mm]	Výborne [mm]
		OK	😊
Krátké pružné spojky – Radiální přesazení 	600		
	750	0,19	0,09
	1500	0,09	0,06
	1800		
	3000	0,06	0,03
	3600		
	6000	0,03	0,02
	7200		
Krátké pružné spojky – Axiální přesazení (rozevření) je vztaženo na průměr 100 mm 	600		
	750	0,13	0,09
	1500	0,07	0,05
	1800		
	3000	0,04	0,03
	3600		
	6000	0,03	0,02
	7200		
Vložené hřídele a mebranové (diskové) spojky – Hotnoda radiálního přesazení vzražena na 100 mm délky vložené hřídele 	600		
	750	0,25	0,15
	1500	0,12	0,07
	1800		
	3000	0,07	0,04
	3600		
	6000	0,03	0,02
	7200		
Popis měřené veličiný		Tolerance	
Volná patka	Pro všechny otáčky	0,06 mm	
Soustřednost, šikmost hlavy spojky		Max. 0,015 mm	

Tabulka 9 Dovolené tolerance ustavení spojek

6 Montáž

6.1 Obecné požadavky

Před započítím montáže musí být přizván technik údržby nebo inženýr údržby rotačních strojů, který bude seznámen se všemi informacemi dle předchozích požadavků a schválí započítím montáže.

Vyskytnou-li se v průběhu opravy některé zvláštnosti, nezvyklosti nebo problémy, je nutné co nejrychleji přizvat technika údržby nebo inženýra údržby rotačních strojů, aby se tyto problémy vyřešily.

6.2 Pokyny pro partnera provádějícího opravu - montáž

- Při manipulaci se zařízením demontáž a zpětná montáž (kompletace) je nutné dbát na čistotu, používání správného náradí a postupů, zavedených technických praktik a pokynů dle této příručky.
- Při demontáži zkontrolovat celkový stav součástí.
- Provést vizuální revize všech částí (původních použitelných, opravených, nových) pro ujištění, že jsou součásti správné a jsou připraveny k montáži.
- Změřit a zaznamenat všechny rozměry, vůle a tolerance těch částí, které byly upraveny, opraveny nebo vyměněny (dle předchozích požadavků) do "Protokolu o opravě čerpadla (RN)".
- Při montáži změřit a zaznamenat kontroly, vůle, tolerance a údaje, které jsou požadovány v předchozích požadavcích do "Protokolu o opravě čerpadla (RN)".
- Při každé instalaci nového čerpadla, při každé demontáži čerpadla (včetně spirální skříně) ze základu provést kontrolu přírub sacího a výtlačného potrubí a jejich umístění vůči sacím a výtlačným hrdlům čerpadla. Tato kontrola se zároveň provede při každém podezření na pnutí čerpadla vlivem nesoustřednosti vnějšího potrubí vůči čerpadlu.
- V případě vypuštění staré olejové náplně, provede partner vizuální kontrolu oleje a záznam do kolonky "olejová náplň".
- Pokud bude součástí opravy i nová olejová náplň, uvede partner typ oleje do kolonky "olejová náplň".
- Za předání správného typu podle mazacího návodu oleje včetně požadované jakosti, odpovídající čerstvému oleji, odpovídá operátor příslušného provozu. Olej bude předán partnerovi v originál obalu nebo v uzavřené nádobě a označené typem oleje.
- Pro případy, kde tato pravidla nelze uplatnit je nutno informovat technika nebo Inženýra údržby, inženýra údržby rotačních strojů, který rozhodne o dalším postupu.
- Najetí čerpadla do provozu se provede za přítomnosti zástupce provádějícího opravu a zástupce provozu, případně jiných specialistů.
- Práce je považována za ukončenou po provedení úklidu a po předání do provozu.
- Součástí předání je povinné vyplnit:
 - revizní nález (papírová dokumentace při převímce)
 - protokol o vyvážení (papírová dokumentace při převímce) - pokud proběhlo
 - protokol o tlakové zkoušce (papírová dokumentace při převímce) - pokud proběhlo
 - protokol o vyrovnaní soustrojí (papírová dokumentace při převímce)
 - protokol o diagnostice (papírová dokumentace po najetí do provozu)
- Provedení kontrolního měření vibrací dle ČSN ISO 20816-1 a měření ENV/H-HFD v protokolu se uvede typ přístroje, použitý pro diagnostiku.
- Do protokolu o opravě čerpadla – Příloha č.1, List 2, tabulka měření vibrací se uvedou hodnoty vibrací do sloupců pro "Vibrace mm/s) "a do sloupce "Ložiska" se zaškrtně typ měření, buď metodou ENV nebo H-HFD a uvedou se hodnoty naměřené vybranou metodou.
- Kompletní složky jakosti - vyplněné revizní nálezy a protokoly z diagnostiky budou předávány ve formě dle PPU 303 "Manuál kvality pro technické činnosti" technikovi údržby strojů. Nejpozději do 2. dne od předání a najetí zařízení do provozu.
- Pokud nebude možné z provozních důvodů čerpadlo najet, provede se kontrolní diagnostické měření až po najetí zařízení.

6.3 Archivace revizních nálezů, vyvažovacích protokolů

Technik údržby, který práci zadal archivuje technickou dokumentaci o opravě jako součást dokumentace stroje, viz PPU 303 "Manuál kvality pro technické činnosti".

6.4 Doporučení z opravy

Technik údržby, na základě předaných revizních nálezů a zkušeností z opravy, zpracuje po opravě doporučení z opravy formou hlášení na příští opravy do systému SAP/Infor.

7 Přílohy

Příloha 1 Protokol o opravě čerpadla – revizní nález (RN) list 1 a list 2

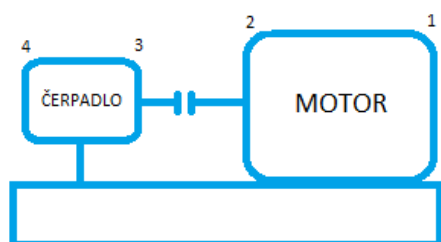
Příloha 2 Seznam montážních a dílčích předpisů pro jednotlivé čerpadla

Příloha 1 Protokol o opravě čerpadla (RN)

Protokol o opravě čerpadla – RN					List 1 z 2
Stavba				Typ čerpadla	Datum převzetí do opravy
Pozice					
Typ ložisek				Ø ob. kola	DN výtlač/sání
Typ ucpávky				Počet	Důvod opravy
Hlášená porucha					Rozsah
					Plan <input type="checkbox"/> Porucha <input type="checkbox"/> BO <input type="checkbox"/> SO <input type="checkbox"/>
Příčiny poruchy					
Dílec	Vadný	Výměna	Renovace	Popis poškození	Popis renovace
Pouzdro ucpávky					
Ucpávková komora					
Víko chlazení ucp. komory					
Měkká ucpávka / Šňůra					
MU Skládání					
MU Cartrige (kazeta)					
Těsnění MU					
Sedlo MU					
Vymez. kroužek sedla MU					
Brýle MU					
Škrtící pouzdro ucpávky					
Hřídel					
Valivá ložiska					
Kluzná ložiska					
Víčka ložisek					
Gufero					
ProTech / Labyrint					
Odstříkovací kroužky					
Oběžné kolo					
Matice oběžného kola					
Zajišťovací podložka ob.					
Nákružky oběžného kola					
Nákružky těles čerpadla					
Rozpěrné kroužky ob. kola					
Spirální skříň					
Těsnění spirální skříně					
Víko spirální skříně					
Mezistupně					
Vložky mezistupňů					
Převaděče					
Těsnění mezistupňů					
Ložiskový domek					
Lucerna					
Těsnění ploché					
„O“ kroužky					
Ostatní					
Olejová náplň	Voda	Nečistoty	Výměna	Plněno novým olejem – název	

Protokol o opravě čerpadla – RN			List 2 z 2	
Rozměrové kontroly			Při demontáži	Při montáži
Hřídel	Házení v partii - ložisek			
	- oběžného kola	<input type="checkbox"/> v lož. skř. / <input type="checkbox"/> na soustruhu		
	- pouzdra	<input type="checkbox"/> v lož. skř. / <input type="checkbox"/> na soustruhu		
	- hlavy spojky	<input type="checkbox"/> v lož. skř. / <input type="checkbox"/> na soustruhu		
	Vůle - hřídel / oběžné kolo			
	- hřídel / pouzdro			
	Přesah - hřídel / ložiska			
	- hřídel hlava spojky			
	Házení hřídele v ložiskovém domku - u pohonu / od pohonu			
	Ovalita hřídele pod MU	vyhovuje	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
	Drsnost hřídele pod MU	vyhovuje	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
	Náběh pro MU	vyhovuje	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
Jmenovitý Ø hřídele pod MU	vyhovuje	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	
Ložiska	Axiální vůle ložisek v ložiskovém domku			
	Radiální vůle ložisek v ložiskovém domku			
Ložiskový domek	Vůle ložisek v ložiskové skříni - u pohonu / od pohonu			
	Vymezení axiální vůle ložisek			
	Vůle v zámku - ložiskový domek / víko spirální skříně			
	Vůle odstřikovacích kroužků			
	Vůle hřídel / víčko ložiska			
Oběžné kolo	Ø oběžného kola			
	Ø náboje oběžného kola			
	Ø nákrůžků	sací strana výtlačná strana		
	Házení na nákrůžcích	- sací strana / výtlačná strana	/	/
Spirální skříň + víko spirální skříně	Ø nákrůžků tělesa	spirální skříň víko spirální skříně		
	Vůle - v zámku	- spirální skříň / víko		
	Vůle - škrťací kroužek/oběžné kolo, pouzdro, hřídel			
	Souosost - ucpávková komora / hřídel			
	Kolmost dosedací plochy pro ucpávkovou přírubu			
Rovnoběžnost přírub	Na sání (ANO = dodat měrný záznam)			<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
	Na výtlačku (ANO = dodat měrný záznam)			<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
Spojka	Obvodové házení hlavy spojky			
	Čelní házení spojky			
	Vyrovnání soustrojí (ANO = dodat protokol)	<input type="checkbox"/> za studena / <input type="checkbox"/> za tepla		<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
	Stav lamel, čepů a tlumících prvků po demontáži	vyhovuje	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
	Stav nábojů po demontáži	vyhovuje	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
Požadavek na vyvážení spojky (ANO = dodat protokol)			<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE	
Tlaková zkouška	Tlaková zkouška [MPa]			
Ostatní	Vyvážení oběžného kola (ANO = dodat protokol)			<input type="checkbox"/> ANO / <input type="checkbox"/> NE
Kontroly				
Poznámka:				

Diagnostické měření vibrací po opravě dle ČSN ISO 20816-1 a měření ENV/H-HFD



	Vibrace (mm/s)			Ložiska ENV/H-HFD	Dle ČSN ISO 20816-1	
	Axiál	Vertikál	Horizontál		Vyhovuje	Nevyhovuje
1						
2						
3						
4						

Příloha 2 Seznam montážních a dílčích předpisů pro jednotlivé čerpadla

Závod	Provoz	Pozice	Výrobce	Typ čerpadla
Etylenová jednotka	Benzen	GA 205 +R, GA 808 +R	Sulzer	Odstředivá vícestupňová
	DPP, Benzen, yrolíza		Sulzer	Odstředivá
	EJ		KSB řady RKP	Odstředivá jednostupňová
	Benzen		Sulzer Wiese řady GSG81	Odstředivá vícestupňová

Poznámka: Jednotlivé „Seznam montážních a dílčích předpisů pro jednotlivé čerpadla“ nejsou přímou součástí tohoto dokumentu.