

celý zvodnělý horizont. Tento a obdobné případy je nutno řešit buď použitím filtru, jehož zrnitost je stanovena podle jemnozrnných písků, nebo každý úsek příslušně zrněným filtrem. Proto je nutné, aby při vystrojování hydrogeologických vrtů určených k čerpacím zkouškám byl celý profil zvodnělého horizontu po této stránce řádně zhodnocen ještě před zapuštěním filtrů.

Na základě získaných zkušeností byla dohodnuta s výrobcem výroba jemnozrnnějších filtrů, které by ve většině případů vyhovovaly zrnitosti písků v mostecko-bílinské oblasti. K výrobě bude použito materiálu s technickým označením VP II, nebo jemu zrnitostně odpovídajícího hrubozrnného písku. Laboratorními pokusy bylo totiž zjištěno, že propustnost těchto filtrů mnohonásobně převyšuje propustnost zdejších písků. Bylo rovněž dokázáno, že s ohledem na proplavování písčitého materiálu a ucpávání filtrů by měla zrnitost odpovídat 1–8násobku středního zrna zvodnělého materiálu a nikoliv 7–15násobku, jak je uváděno v mnohé literatuře. Zachováním tohoto zrnitostního poměru lze zamezit vyplavování, jakož i snížit ucpávání filtru na minimum.

Závěrem možno zdůraznit, že zavedení lepených filtrů pro vystrojování odvodňovacích vrtů v SHR znamená značný pokrok v odvodňovací technice. Třebaže v současné době zvy-

šují lepené filtry poněkud náklady na vystrojení vrtů, jsou tyto zvýšené výdaje pouze zdánlivé. Jejich použitím lze totiž odstranit technické nevýhody sypaných filtrů, které v některých případech znehodnocovaly celé vrty (nesoustřednost obsypu, dlouhodobé pískování vrtů apod.). Při tom správnou volbou zrnitosti a technologie odpažování zvodnělých písků odpadne dodatečné pročišťování vrtů s povrchu. Již tyto výhody představují mnohonásobně vyšší ekonomický efekt pro odvodňování než mírné zvýšení nákladů na jednotlivé vrty způsobené cenou lepených filtrů. Mimo to mechanizací výroby lepených filtrů a změnou jejich konstrukce lze předpokládat, že cena se vyrovná sypaným filtrům. Přednosti lepených filtrů tím ovšem nejsou zdaleka vyčerpány. Jejich použitím je možno využít maximální vydatnosti odvodňovacích zařízení, čímž bude podstatně zkrácena doba potřebná k odvodnění. Hydrogeologické výhody není zapotřebí zdůrazňovat.

Zavedení lepených filtrů má mimořádnou důležitost pro další vývoj odvodňovací techniky v SHR. Bez nich by totiž nebylo možné opustit tradiční způsob odvodňování spádovými vrty a nahradit je vrty čerpacími s použitím výkonných ponorných čerpadel. Podobně tomu bude při nahrazení dosavadního vrtání na sucho výplachovými vrtnými soupravami.

Josef Franta, Ladislav Laně,
Stanislav Šefler

Použití ultrazvukové defektoskopie v povrchovém hornictví

Tempo rozvoje severočeského hnědouhelného revíru je podmíněno růstem mechanizačních prostředků spojených s moderní technologií povrchového hornictví.

Mechanizace používaná v hornictví staví povrchové doly, z hlediska počtu a členitosti strojních zařízení, mezi největší strojírenské a hutnické závody.

Dobývací stroje jako základní článek dobývacího procesu pracují v podmínkách, které kladou mimořádné nároky na konstruktéry, výrobce a uživatele. V provozních podmínkách mají významnou úlohu dynamické účinky sil vznikající při rozpojování horniny.

K podobnému zatížení dochází i v provozu těžních strojů hlubinných závodů.

Tyto veličiny významně ovlivňují provozní bezpečnost hornických zařízení a vyžadují od uživatele systematickou kontrolu stavu hlavních strojních elementů. Při revizích a v průběhu provozu strojních celků je jejich stav posuzován nejen z hlediska opotřebení, ale

i z hlediska možnosti výskytu vnitřních poruch způsobených únavou materiálu.

V tomto směru se plně osvědčila metoda zkoušení ultrazvukovým defektoskopem.

Touto metodou se předešlo celé řadě provozních situací, které mnohdy by vedly k haváriím strojního zařízení.

V posledních letech bylo ultrazvukové defektoskopie využito i k zásahům, které přímo snížily poruchovost strojních částí hlavně na korečkových rypadlech.

Tyto práce byly podmíněny vypracováním metody zkoušení ocelových odlitků ultrazvukovým defektoskopem.

I když výsledky, které dává ultrazvuková defektoskopie v těchto případech, je nutno hodnotit na základě ověřovacích zkoušek, ukázalo se, že lze tyto složité úlohy zdárně řešit. Uvádíme několik typických ukázek měření ultrazvukovou defektoskopií, která měla mimořádný význam při zajišťování bezpečnosti provozu hornických zařízení.

II. Princip zkoušení materiálu ultrazvukem

Zvukové vlny se šíří homogenním prostředím obecně všemi směry od místa rozruchu. Zvýšíme-li kmitočet, shledáme, že šíření vln nabývá čím dál tím více směrových vlastností, tj. vlny postupují od místa rozruchu v uzavřeném svazku, jehož směr je určen směrem kmitání částíček v místě zdroje. Při šíření vln v kovech je směrový účinek jasně patrný již při kmitočtu 500 000 c/sec a se stoupajícím kmitočtem se tato směrovost projevuje ještě zřetelněji. Ultrazvukové vlnění prostupuje pak materiálem jako jakési záření a zkoušení materiálu lze přirovnat k prozařování svazkem ultrazvukových vln.

Dutiny v materiálu (trhliny a jiné vady) jsou místa, na nichž nastává odraz ultrazvukových vln a která vrhají do materiálu ve směru šíření vln „ultrazvukový stín“, který lze snadno zjistit, a z jeho přítomnosti a rozlohy spolehlivě stanovit polohu a velikost trhliny, která jej způsobuje. Odraz ultrazvukových vln na trhlinách a stínící účinek trhlín se projevuje zřetelně tehdy, je-li rozměr poruchy řádově srovnatelný s délkou ultrazvukového vlnění. Pro zjišťování malých vlasových trhlinek je proto nutno pokud možno zmenšit vlnovou délku. Délka vlny λ je spjata s kmitočtem f známou rovnicí

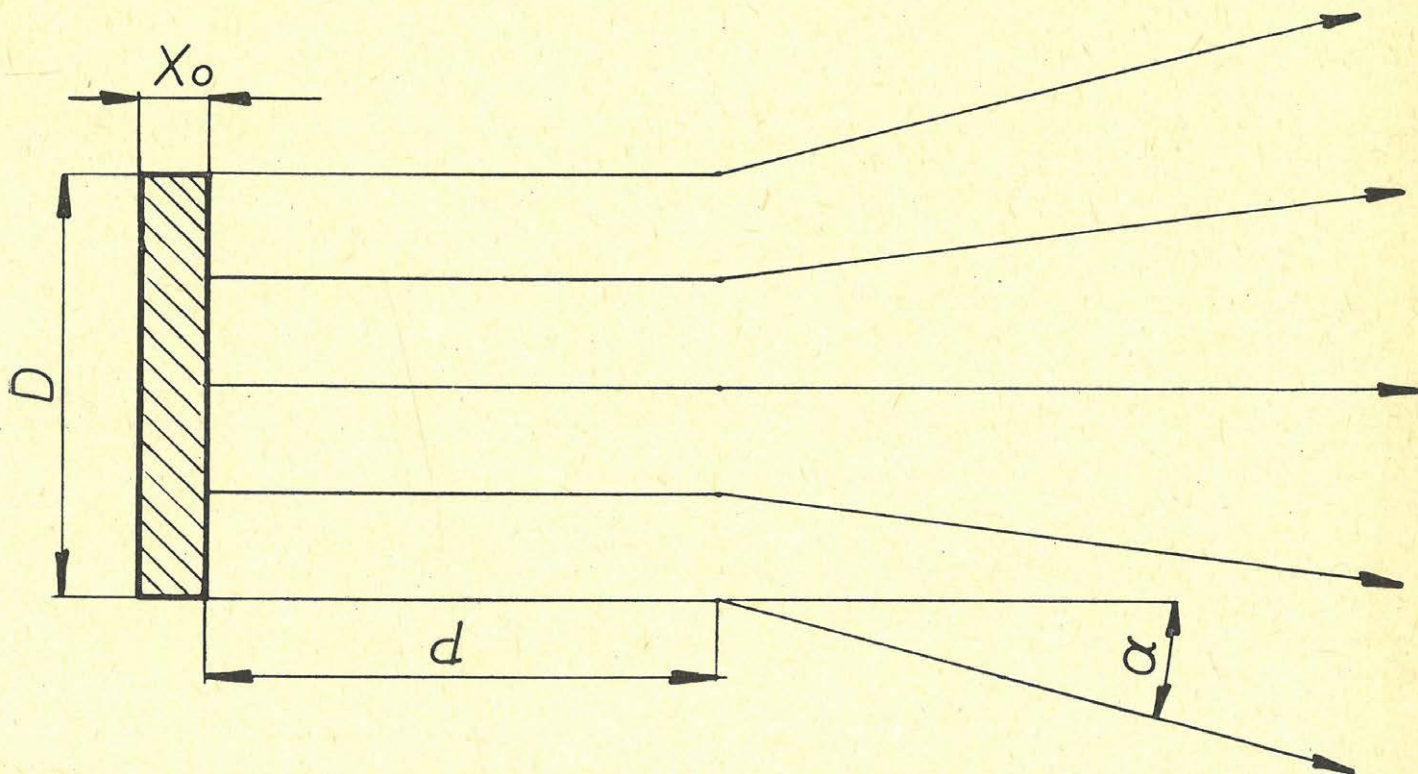
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

kde c je rychlost zvuku v daném materiálu. Pro ocel, která je převážně měřena, je c přibližně $6,1 \cdot 10^5$ cm/sec a chceme-li proto zjišťo-

vat ultrazvukem trhliny řádu milimetrů, musíme podle nahoře uvedené rovnice zvýšit kmitočet až do řádu megacyklů. U ultrazvukového defektoskopu se vyvozují ultrazvukové vlny v materiálu využitím tzv. nepřímého piezoelektrického jevu, který spočívá v našem případě v tom, že se vysokofrekvenčním střídavým napětím rozkmitá křemenná destička, která se přikládá v tzv. sondě na povrch zkoušeného materiálu. Vlnění, které prošlo zkoušeným materiálem, se po průchodu nebo odrazu zachycuje v případě jednosondového přístroje touž sondou, nebo druhou sondou v případě dvousondového přístroje, která se jím rozkmitá, a na principu přímého piezoelektrického jevu vzniká střídavé elektrické napětí. To se pak zesiluje a používá k měření a k vlastní detekci poruch ve zkoušeném materiálu.

Důležitým faktorem celého zařízení je použitá sonda, tj. ultrazvukový měnič, který je přiložen na měřenou strojní součást při měření, hlavně při zjišťování poruch v materiálu větších tloušťek.

Přesné měření ultrazvukového pole měničů, při kterých je $D/\lambda \gg 1$, přičemž D je průměr sondy, totiž ukazuje, že ultrazvukové pole je možno rozdělit na pole blízké a pole vzdálené. Idealisovaný tvar ultrazvukového pole měniče průměru D znázorněné na obr. č. 1 má tvar válce, jehož základnu tvoří plocha měniče. To znamená, že v bezprostřední blízkosti měniče se šíří rovinná vlna až do vzdálenosti d . Pak se její tvar začíná deformovat do tvaru kužele, který nemá samozřejmě přesný geometrický tvar. Hodnota vzdálenosti d a úhlu α závisí na



Obr. 1. Šíření ultrazvukového pole

poměru průměru piezoelektrického měniče k délce vlny v prostředí a je možno jej stanovit ze vztahu

$$d = \frac{D^2 - \lambda^2}{4\lambda}$$

Další postup ultrazvukového vlnění v měřeném prostředí je pak přibližně kuželovitého tvaru a poloviční úhel je opět závislý na průměru vyzařujícího měniče D a na použitém kmitočtu f a je daný vztahem

$$\sin \alpha = 1,22 \frac{\lambda}{D}$$

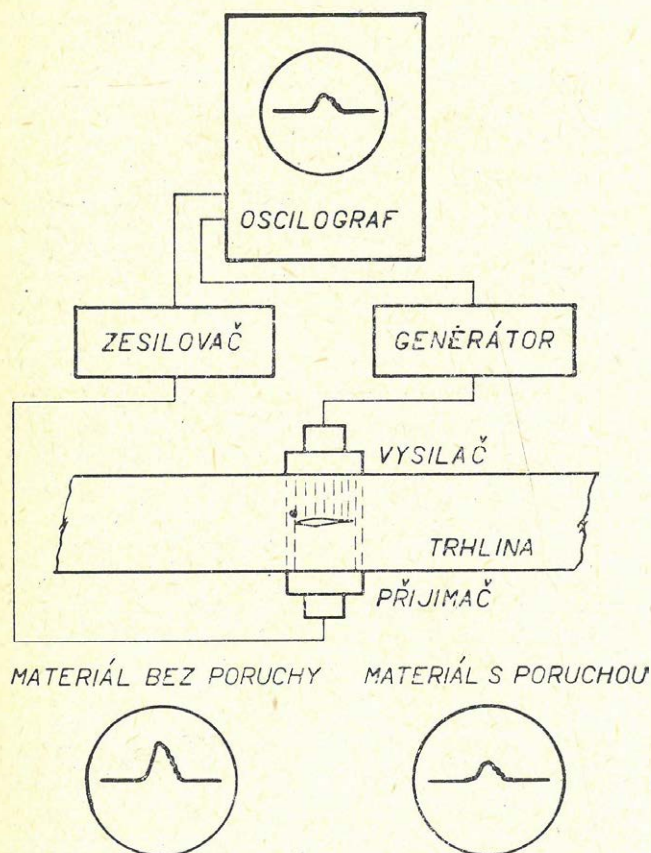
kde $\lambda = \frac{c}{f}$ je délka vlny v prostředí.

Hodnota úhlu α zastává důležitou úlohu při zkoušení tyčového materiálu, kde při velkém úhlu nastává velký rozptyl ultrazvukového svazku. Pro měření takových materiálů je tedy nutné respektovat vzájemnou závislost průměrů D a λ . Abychom tedy dostali pokud možno malý rozptylový úhel α při konstantním D sondy, volíme kmitočet co největší (při zachování omezené volby kmitočtu absorpcí materiálu).

Metody ultrazvukové defektoskopie

V zásadě se používá pro kontrolu materiálu ultrazvukové vlnění vysílače kontinuálně nebo v krátkodobých impulzech podle čtyř různých metod:

- metoda průchodová;
- metoda odrazová;
- metoda rezonanční;
- metoda umožňující vizuální zjištění poruchy.



Obr. 2. Schéma metody průchodové

a) Měření metodou průchodovou (obr. 2)

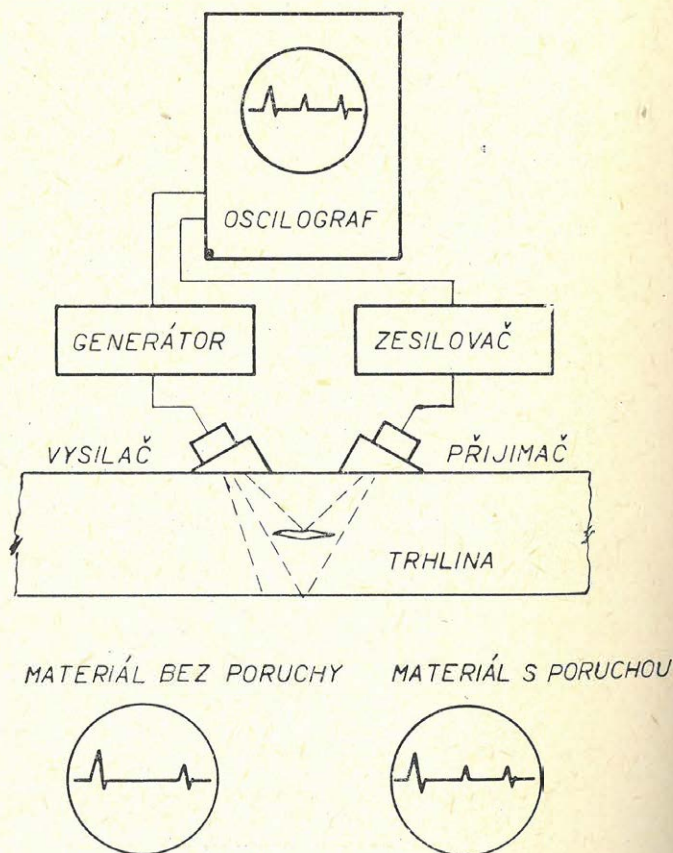
Při kontrole materiálu průchodovou metodou se pracuje se dvěma sondami, které se umísťují vždy souose na protilehlých stěnách zkoušeného materiálu.

Vysílací sonda je zdrojem ultrazvukového vlnění, které prochází přes zkoušený materiál a dopadá na přijímací sondu. Podle intenzity přijímací ultrazvukové energie se usuzuje na homogenitu materiálu mezi vysílačem a přijímačem.

Průchodová metoda je omezena na zkoušení předmětů, které mají přístupné obě protilehlé stěny. Polohu kazu možno určit jen tehdy, když je provedena kontrola ve dvou na sebe kolmých směrech. Metoda je na menší kazy málo citlivá a výsledky se při ručním zkoušení těžko reprodukuje.

b) Měření metodou odrazu (obr. 3)

Při kontrole materiálu touto metodou se používá převážně ultrazvukové zařízení s impulsovou činností. Z tohoto se ultrazvuková energie vysílá v krátkodobých impulzech a jako indikátoru se používá obrazovka. Malá opakovací frekvence impulsů umožňuje navrhnout impulsové defektoskopické zařízení tak, že vysílací sonda slouží zároveň jako sonda přijímací. Při použití odrazové metody stačí, když je



Obr. 3. Schéma metody odrazové

přístupná jen jedna strana měřené součásti. Navíc je možno z polohy poruchového odrazového impulsu na stopě stínidla obrazovky určit

vzdálenost indikovaného kazu od povrchu. Tato metoda je velmi citlivá a výsledky jsou obvykle dobře reprodukovatelné a je především vhodná pro kontrolu velkých výkovků a odlitků, rotorů, hřídelí atd.

Při použití sond na příčné vlnění je možno zjišťovat vnitřní defekty tupých svarů a indikovat zárodky únavových lomů.

Odrazová metoda umožňuje posoudit i jakost struktury kontrolovaného materiálu. Vyplývá to ze známé podmínky, že v případě, že se rozměry struktury blíží $\frac{\lambda}{2}$, nastává rychlý

útlum ultrazvukového vlnění v materiálu, které se projeví parazitními povrchovými odrazovými impulsy, odpovídajícími odrazu na rozhraní zrn, nebo rychlým útlumem koncových ozvěn. Tímto způsobem je možno např. rozlišit bezpečně bílou litinu od litiny temperované.

c) Resonanční metoda

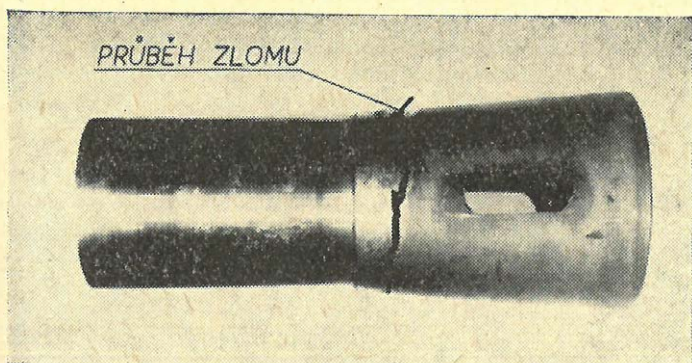
Při resonanční metodě se pomocí jedné sondy do zkoušeného předmětu vysílá spojitě ultrazvukové vlnění, jehož frekvence se mění v určitém rozsahu. Když je vzdálenost, od které se ultrazvukové vlny odrážejí, celistvým násobkem poloviční délky vlny, vznikne na tomto místě stojaté vlnění. Při vzniku stojatého vlnění dodává vysílač do zkoušeného místa minimální energii, což je možno indikovat odrazovým impulsem na stínítku obrazovky.

Touto metodou je možno měřit sílu materiálu, který je přístupný jen z jedné strany, hlavně plech od síly 0,1 až 100 mm. Z resonanční frekvence je možno výpočtem nebo přímým odečtením na stupnici obrazovky zjistit sílu měřeného materiálu.

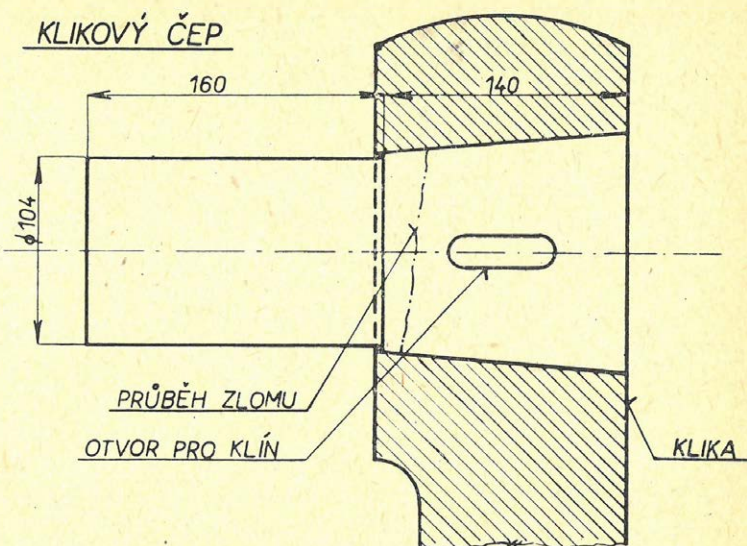
Resonanční metoda se používá na kontrolu stěn nádob, kotlů a trubek. Dále je vhodná na zjišťování kazů rovnoběžných s povrchem materiálu, na příklad pro kontrolu zdvojení plechů, kazů, výstelek ložiskových pánví a plátovaného materiálu.

d) Metoda vizuální

Plocha ultrazvukového stínu na povrchu předmětu závisí na průřezu nehomogenity a na její vzdálenosti od přijímače. Po průchodu materiálem a ultrazvukovou optikou dopadá ultrazvukový paprsek na přijímač, pomocí kterého se získá viditelný obraz.



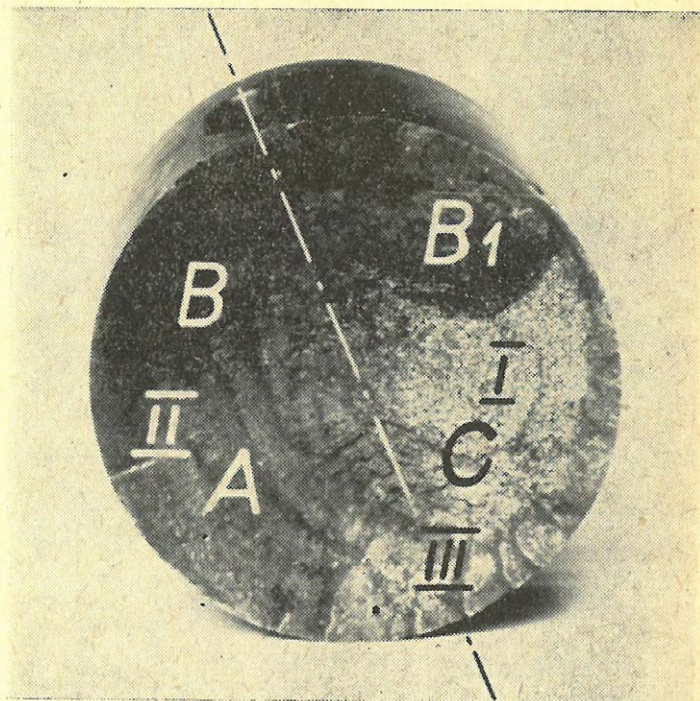
Obr. 4. Klikový čep po demontáži



Obr. 5. Klikový čep

III. Výsledky provozních zkoušek

Na Dole Rudý sever byl strojníkem a údržbářem stroje zpozorován nepravidelný chod parního těžního stroje, doprovázený slabými údery v místech bubnové hřídele. Po zevrubné prohlídce stroje nebylo zjištěno nic podezřelého, co by upozornilo na prasklý klikový čep. Další prohlídkou, pomocí ultrazvukového přístroje, byla překontrolována nejprve bubnová hřídel, potom čepy obou klik. Na levém čepu byla zjištěna trhlina (obr. 4 a 5). Indikace této trhliny určila přesný její rozsah a polohu. V době měření třetina průřezové plochy v místě poruchy byla ještě celistvá.

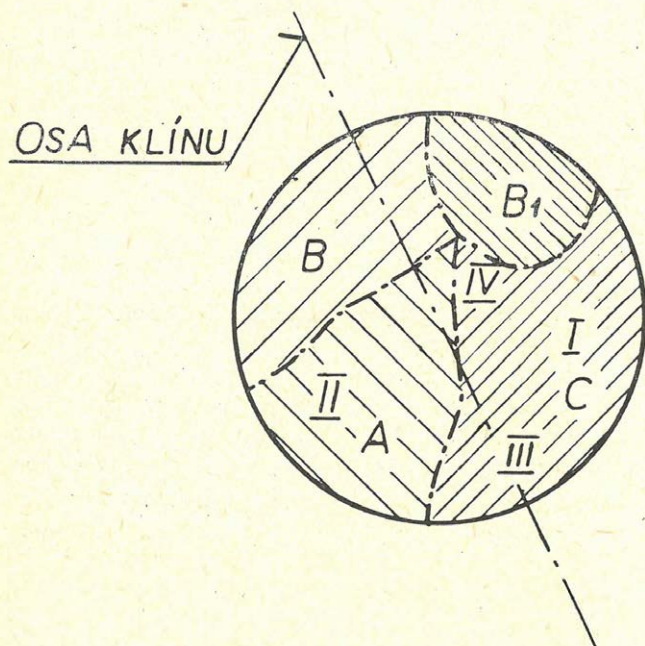


Obr. 6. Fraktografický snímek čepu

Fraktografický snímek lomové plochy čepu (obr. 6) jsme rozdělili zhruba na čtyři části podle jakosti jejího povrchu. Jednotlivé fáze postupující trhliny nelze přesně omezit, neboť

tato trhlina nebyla ultrazvukem časově sledována. Počátek trhliny byl v místě **A** a postupně se zvětšovala do místa **B** a **B₁**. V místě **A** jsou obě lomové plochy úplně hladké a tmavé, postupně jsou drsnější, avšak ještě bez nápadných ostrých malých výstupků, co lze pozorovat na ploše **B**. Na ploše **B₁**, zvláště v místech, kde tato plocha souvisí s plochou **C**, jsou nápadně ostré výstupky, plocha je velmi hrubá, světlejší, se stopami rzivých lehce mastných

skvrn. Tato část lomové plochy, zvláště její poslední fáze, vznikla pravděpodobně před několika týdny až několika dny. Avšak od vzniku trhliny až do její poslední kritické fáze, kdy byla zjištěna, uběhl nejméně jeden rok. Odůvodňujeme to tím, že byl pozorován rozměrově stejný čep na Dole Kohinoor I, který pracoval za horších podmínek. Jeho trhlina byla zjištěna v samém jejím počátku a než se zvětšila o pětinu celkového průřezu čepu, uplynulo 8 měsíců.

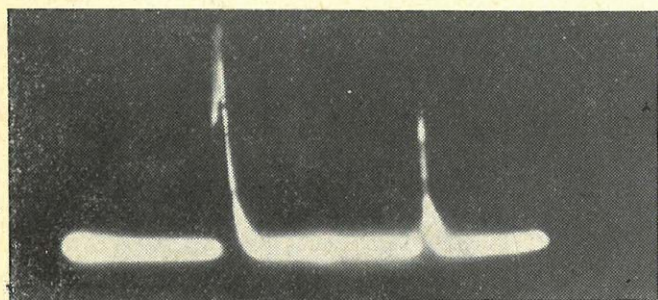


- A — HLADKÁ ČÁST PLOCHY, POČÁTEK LOMU
- B — SLABĚ UHLAZENÁ LOMOVÁ PLOCHA
- B₁ — SILNĚ HRUBOZRNNÁ LOMOVÁ PLOCHA
- C — ZBÝVAJÍCÍ CELISTVÁ ČÁST LOMOVÉ PLOCHY

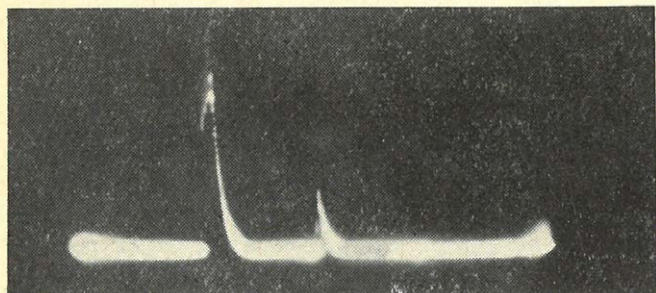
Obr. 7. Rozdělení lomové plochy čepů podle její jakosti povrchu

Na obrázku č. 7 jsou v hrubých rysech nakreslená jednotlivá pole jakosti lomové plochy. Na obou obrázcích (6 a 7) jsou také přibližně označená místa I. až III., kde byla přiložena snímací sonda. Obr. č. 8 až 10 zachycují indikace na obrazovce přístroje, snímané pomocí kamery.

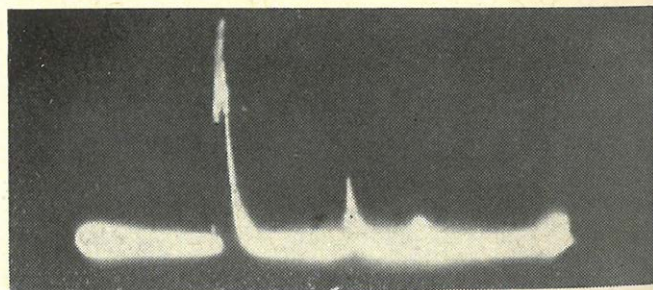
Na obr. 8 je zachycena indikace počáteční a konečná celkové délky čepu v místech, kde ještě nebyl čep porušen v době měření (viz obr. 6, obr. 7 poloha C-I). Na obr. 9 je zachycena porucha bez koncové a klínové indikace (též obr. 6, obr. 7 poloha A a B-II). Na obr. 10 je zachycena výrazná indikace klínu a slabá indikace koncová celé délky čepu. (Též obr. 6, obr. 7 poloha III.)



Obr. 8. Indikace čepu — počáteční a koncové echo



Obr. 9. Indikace čepu — poruchové echo



Obr. 10. Indikace klínové drážky — výrazné echo a slabé echo koncové

Tato porucha by vedla k vážnému ohrožení bezpečnosti stroje. Měření bylo provedeno ultrazvukovým defektoskopem značky Kretz 1000 sondou o $\varnothing$ 20 mm, 1 a 2 MHz.

Během r. 1963 byla převážná část poruch na korečkových rypadlech D 800 a DO 800 způsobena častým zlomením čepů korečkového řetě-

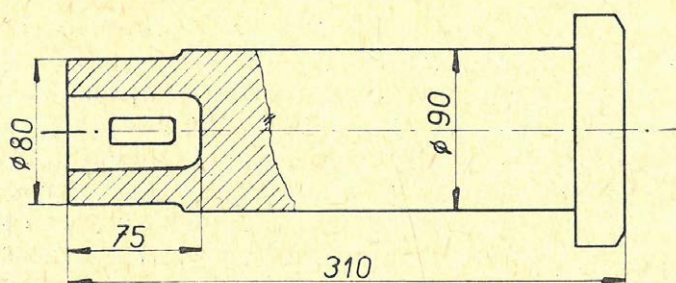
zu. Dostali jsme za úkol ultrazvukovou defektoskopií překontrolovat každý čep, který bude na stroj namontován, a vadné čepy vyřadit.

Úvodem musíme uvést, že jde o čepy nikoliv kované, běžných materiálových jakostí, nýbrž o čepy lité z legované oceli o obsahu C 1,2 %, Mn 12–14 %, Si 0,43 až 2,0 %. I když se zde nebudeme blíže zabývat tím, zda byla metalurgickému procesu věnována náležitá pozornost, musíme vzít v úvahu okolnost, že zkoušení odlitků ultrazvukovou defektoskopií bude vždy obtížné, jedná-li se o šedou litinu či litou ocel, zvláště ocel vysoce legovanou.

Indikaci odlitků ztěžuje struktura s velmi rozdílnou velikostí zrn, která oslabují zvuk více, než struktura se stejnoměrnou zrnitostí. Jsou-li jemná zrna uprostřed zkoušené části a zrna hrubá na jejím povrchu, vede to k podobným indikacím jako v případě jemně rozptýlených vměstků. Jemně rozptýlené vměstky způsobují velmi silný útlum zvuku. Podobný útlum zvuku může také způsobit silná hrubozrnnost materiálu, neboť zvuk se rozptyluje na jeho hranicích. Nepříznivě také odrážejí zvuk plynové kanálky, které nedávají žádné nebo jen slabé echo vady. Také primární struktura odlitků je pro ultrazvukové měření nepříznivá a lépe se zkouší odlitky tepelně zušlechťené.

Abychom mohli u odlévaných částí zodpovědně rozhodnouti, zda součást bude vyřazena či nikoliv, musíme náležitě zvážit všechny slévárensko-technické skutečnosti, které ovlivňují výsledky ultrazvukového měření. Vypracování metody zkoušení odlitků ultrazvukem vyžaduje porovnávací měření dalšími metodami. Např.: magnetickou metodou, rentgenem, gamadefektoskopií, případně metalurgickým rozbohem.

ČEP KOREČKOVÉHO ŘETĚZU



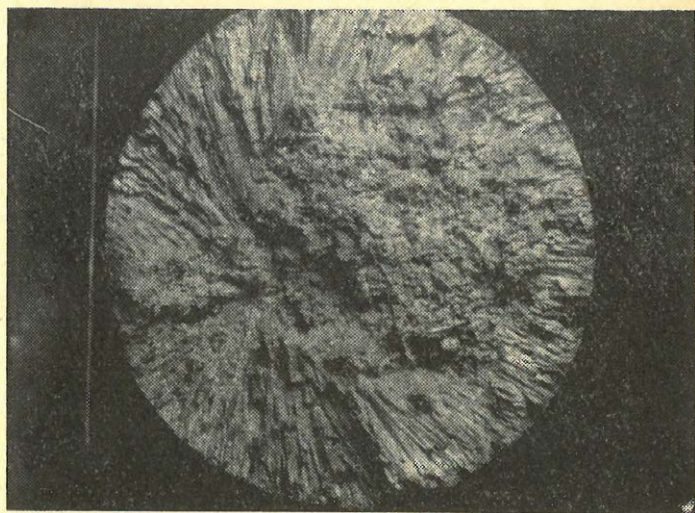
Obr. 11. Čep korečkového řetězu

V případě korečkových čepů jsme provedli ještě ověřovací zkoušky rentgenem, metodou elektromagnetickou a metalurgickým rozbohem. Rentgenový snímek zachytil jen takové trhliny, které měly velikost větší než 30 mm a které probíhaly kolmo k ose čepu. Zkouška elektromagnetická vyzněla negativně, jelikož materiál čepů vlivem manganu je antimagnetický nebo jen slabě magnetický. Poslední ověřovací zkouškou byl metalografický rozbor, spojený s řadou zkoušek fraktografických. Před každou fraktografickou zkouškou byla provedena in-

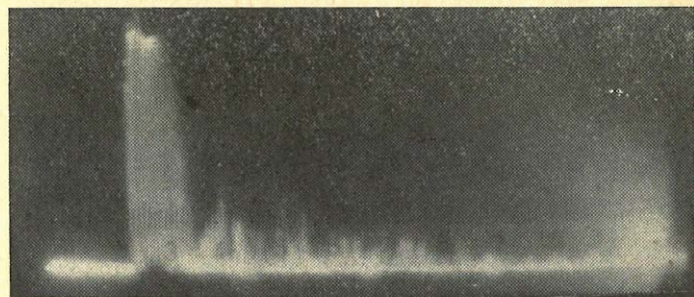
dikace celého čepu. Po provedeném zlomu byla porovnána charakteristika lomové plochy (obr. 12) s indikací ultrazvukovou (obr. 13).

Na základě získaných poznatků byly čepy zhruba rozděleny do 3 skupin dle ultrazvukových indikací. Všechny 3 skupiny měly jediný přibližně společný znak, a to v chemickém složení materiálu. Výjimku činil obsah Si od 0,43 % až 2,16 %, což se také odráželo ve struktuře tříděných čepů.

Prvá skupina čepů, která vykazuje přibližně stejné ultrazvukové indikace (obr. 13) u všech kontrolovaných čepů, má také přibližně stejný lom (obr. 12), který vykazuje mezidendrický lom. Dlouhoosé dendrity při okraji jsou ve středu čepu ostře odděleny od dendritů rovnosých.



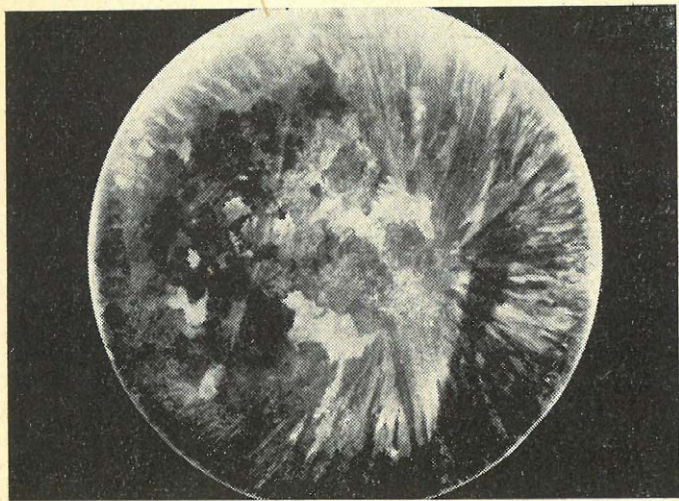
Obr. 12. Fraktografický snímek korečkového čepu



Obr. 13. Indikace první skupiny čepu — silné anomálie

Ultrazvuková indikace se provádí na čelní ploše čepu (mezikruží) mimo otvor pro klín. Indikace vykazují velmi znatelné anomálie, ze kterých ovšem nelze jednoznačně určit trhliny nebo odrazy z oxydických blan.

Po naleptání vzorku na makrostrukturu (obr. 14) byla zjištěna existence trhlín, které probíhají v kolumnární zóně. Tuto existenci trhlín (malých rozměrů) nelze na indikovaném snímku přesně rozeznat od dalších anomálií, které vznikají hrubozrnností odlitku, případně přítomností oxydických blan.



Obr. 14. Korečkový čep — makrostruktura — zjištěná existence trhlin



Obr. 15. Korečkový čep — makrostruktura — zjištěná přítomnost oxydických blan (300× zvětšeno)

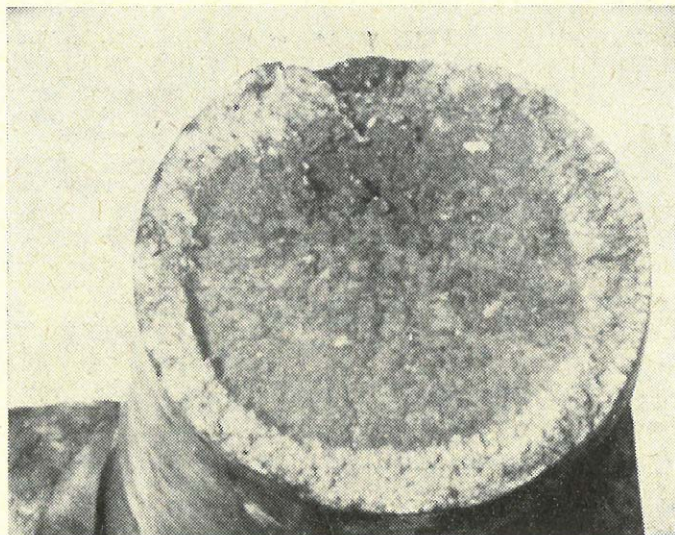
Mikrostruktura, kterou dokumentuje obr. 15, je tvořena základní austenitickou hmotou a větším množstvím nerozpuštěných karbidů. Mikroskopováním byla také zjištěna přítomnost oxydických blan, které sledují hranice zrn.

Čepy této první skupiny vykazují dle metalurgického rozboru trhliny většího nebo menšího rozsahu a zjištěné oxydické blány mají také vliv na sníženou pevnost čepu.

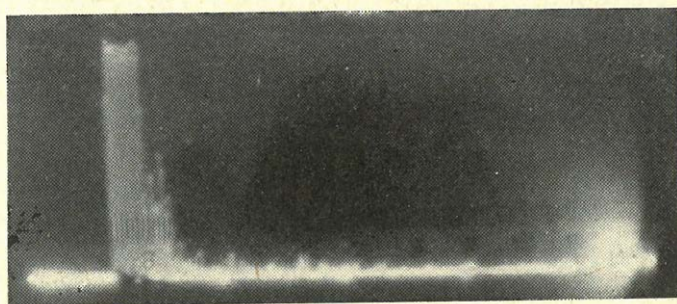
Nelze však použitým přístrojem jednoznačně určit přítomnost zmíněných vad, neboť odrazová echa poruch jsou tak ovlivněna hrubozrnností zrn o nestejně velikosti, že výsledný odraz zvuku vykazuje takové anomálie (obr. 13), z nichž nelze určit vadu. Tyto čepy plně nevyhovují podmínkám provozu, ovšem uvažíme-li, že tento druh čepů vykazuje jen ojedinělé zlomy v provozu, které vznikají za velmi nepříznivých provozních okolností, rozhodli jsme se čepy této první skupiny ponechat v provozu. Jsou to všechny čepy, které vykazují při ultrazvukových zkouškách velké anomálie bez výrazných poruchových ech (obr. 13).

U čepů druhé a třetí skupiny je chemické složení materiálu v podstatě stejné. Poněkud

odlišnou krystalisací materiálu v těchto skupinách ovlivnil slévárensko-technický proces, který nebyl přesně dodržován.



Obr. 16. Korečkový čep — fraktostruktura druhé skupiny čepů



Obr. 17. Indikace korečkového čepu druhé skupiny. Velký útlum zvuku

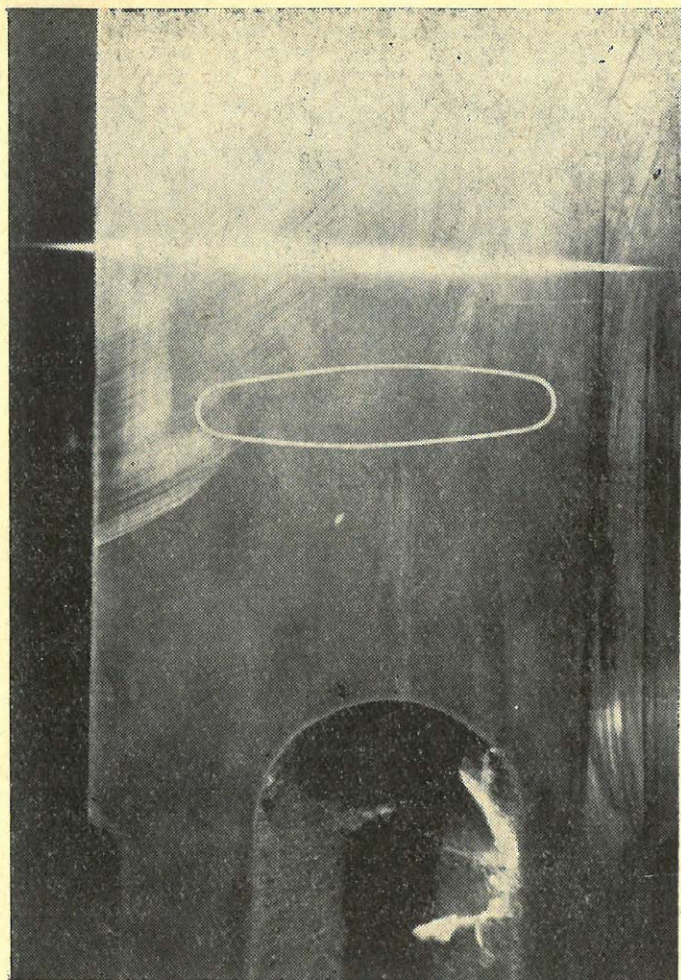
Druhá skupina korečkových čepů (obr. 16) se vyznačuje ultrazvukovými indikacemi o velkém útlumu zvuku (obr. 17). Tento nápadný útlum zvuku způsobuje náhlý přechod zvukového tlaku, který přichází z vnějšího prstencovitého okraje hrubozrnného do vnitřní části čepu, která je jemně zrnitá až celistvá (tmavá část obr. 16). Vnitřní část čepu vykazuje přibližně stejné vady jako struktura čepů skupiny první. Avšak strukturu čepů druhé skupiny ovlivňují ještě teplotní rozdíly při technologii odlévání. Pevnost těchto čepů je podstatně nižší a je příčinou nejčastějších poruch. Všechny čepy o indikaci (obr. 17) vyřazujeme.

Třetí skupina čepů, které také vyřazujeme z provozu, vykazuje ojediněle, avšak rozměrově velké trhliny materiálu.

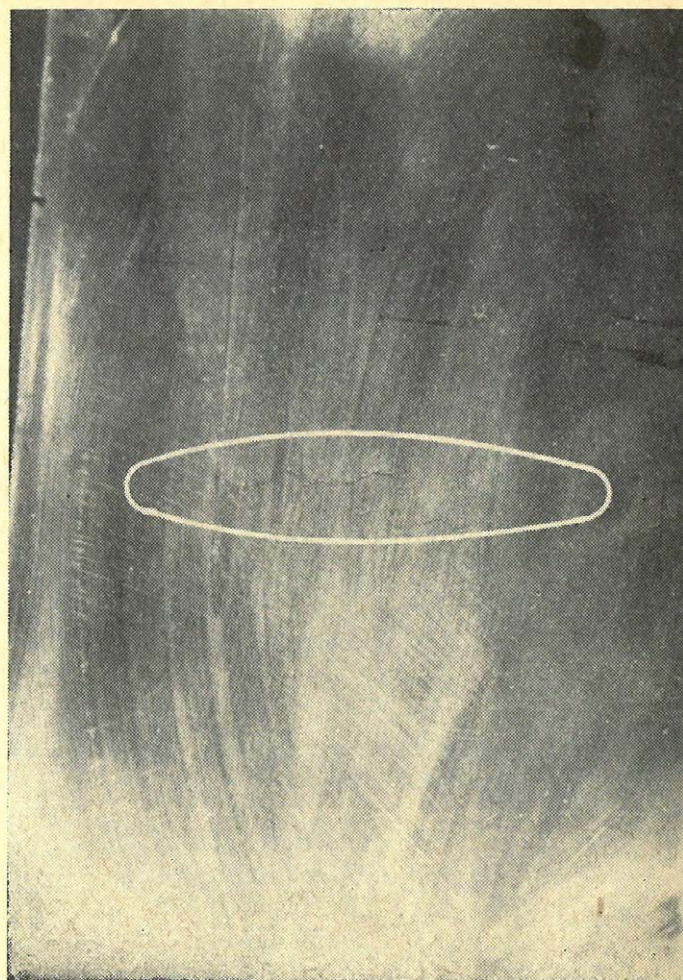
Na obr. 20 je vidět výrazné poruchové echo trhliny bez vedlejších anomálií. Trhliny dosahují délky až dvě třetiny celkového průměru čepu.

Jen několik čepů ze série 320 kusů kontrolovaných mají koncová echa (obr. 21).

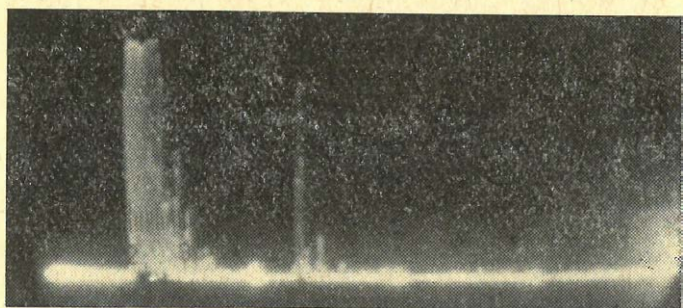
Každé měření prověřuje vždy jednu sérii, tj. 320 kusů čepů. Z této série je vyřazeno prů-



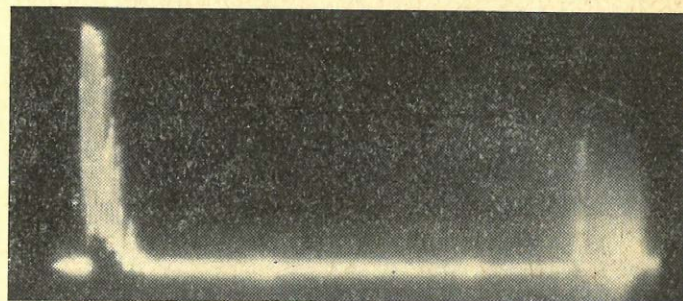
Obr. 18. Podélný řez korečkovým čepem —
trhlina ohraničena bíle



Obr. 19. Příčný řez korečkovým čepem —
trhlina ohraničena bíle



Obr. 20. Poruchové echo — indikace trhliny
uvnitř čepu



Obr. 21. Korečkový čep — koncová indikace

měrně $10 \div 20$ čepů II. skupiny a $30 \div 40$ čepů III. skupiny.

Snímací plocha u čepů je broušená, zbavená všech nečistot. K docílení akustické vazby mezi

sondou a plochou čepu bylo použito oleje, měření bylo provedeno přístrojem Kretz 1000, šířka impulsu II., bez lupy, zesílení $1/7$, sonda 2 MHz.

Důl	Sledované období	Stroj	Ztráty na těžbě				Snížení ztrát v m ³ ve sledovaném období	Snížení ztrát v m ³ v přepočtu na rok
			Čepy nebyly kontrolovány ultrazvukem		Čepy kontrolované ultrazvukem			
			hod.	skrývka m ³	hod.	skrývka m ³		
Obránců míru	1. 1. 1963 až 30. 9. 1963	D 800	228	103 600	52	22 000	81 000	101 000
	1. 1. 1964 až 30. 9. 1964	DO 800*	146	63 300	135	58 000	4 700	5 870
Jirásek	1. 11. 1963 až 29. 2. 1964	DO 800	176	106 000				
	1. 3. 1964 až 30. 9. 1964	DO 800			0	0	106 000	318 000

Tabulka 1. Ztráty na těžbě použitím čepů kontrolovaných a nekontrolovaných ultrazvukem

Tabulka 1 zachycuje ztráty na těžbě za určité období, které vznikly poruchou čepů nekontrolovaných a kontrolovaných ultrazvukem na dolech Obránců míru a Jirásek. U stroje DO 800* není podstatný rozdíl ve ztrátě na těžbě u čepů kontrolovaných a nekontrolovaných. Ze série 320 kusů čepů bylo vyřazeno 34 kusů vadných. Jelikož za vyřazené čepy nebyly náhradní, byla část těchto vyřazených čepů namontována na korečkový řetěz. Tím se také poruchovost okamžitě zhoršila. Tříděním čepů pomocí ultrazvuku se snížila poruchovost a tudíž i ztráty na těžbě o 60—70 %.

Kromě uvedených prací byla provedena další významná měření, která ukázala vážné závady v provozu, hlavně na těžním zařízení, např.:

Na Dole Kateřina dva prasklé klikové čepy parního těžního stroje, na Dole Ludmila trhliny v bubnové hřídeli těžního stroje, která byla vyměněna. Na Dole Mír prasklé dva klikové čepy kompresoru, Důl Zd. Nejedlý povrchové trhliny na obou ložiskových čepech bubnové hřídele těžního stroje, dále sledování trhlín na klikových čepech těžních strojů dolů Rudý sever, Kohinoor I, po dobu, než byly vyměněny, a řada dalších měření, která pomohla odstranit i montážní závady.

Mimo rámec prací v SHR jsme provedli měření v Chemických závodech; kontrolou hřídelů vysokotlakých kompresorů jeden případ sledoval trhlínu, měření v elektrárně na turbosoustrojích, kontrola pístních tyčí lisu pro výrobu briket, kontrola svarů montážních segmentů apod.

Z á v ě r

Řada techniků na dolech severočeského revíru velmi brzy zhodnotila výsledky ultrazvukové defektoskopie, která jim pomáhá snižovat poruchy na strojích. Měli možnost se přesvěd-

čit na celé řadě vážných poruch o spolehlivosti této zkušební metody.

Bylo však zapotřebí jednoho desetiletí stále úzké spolupráce s techniky, aby se nakonec ultrazvuková defektoskopie stala samozřejmou technickou službou. Je však nutné do této činnosti vnést systém, který by zajistil plné využití ultrazvukové defektoskopie jak z hledisek technických, tak i ekonomických požadavků.

Tento systém předpokládá:

1. Zavést prohlídky nedestruktivními defektoskopy na všech strojích v rámci ročních revisí. V první řadě pomocí ultrazvuku.
2. Určit součásti, které budou defektoskopy kontrolovány. (U velkостrojů a těžních str.)
3. Určit součásti, které budou kontrolovány v kratším nebo delším časovém intervalu než jeden rok.
4. Zavést vstupní kontrolu všech zvláště namáhaných součástí před jejich montáží.
5. Provést instruktáže dalších techniků. Umožnit těm, kteří s ultrazvukovou defektoskopií pracují, aby získali nové poznatky návštěvou přednášek, závodů a ústavů.
6. Vybavit ultrazvukové středisko dostatečným počtem výkonných přístrojů a zařízení, aby se mohla všechna měření zodpovědně zvládnout.

Další práce výzkumného ústavu jsme již zaměřili z tohoto hlediska.

Ke splnění celého programu je však velice nutná úzká spolupráce techniků celého revíru, pracovníků báňského úřadu a podpora vedoucích pracovníků a soudu sdružení a nadřízených organizací. Tímto způsobem bude možné přispět k podstatnému zvýšení technické úrovně našich revírů.