

Težko gorljive hidravlične tekočine

Uporaba v industriji in rudarstvu

Wolfgang BOCK

Izvleček: Težko gorljive hidravlične tekočine uporabljamo od začetka 60. let zaradi varnosti obratovanja in zaščite zdravja. Luksemburško poročilo 7. izdaje iz leta 1994 je referenčni standard za zahteve in preizkuse, ki jih morajo izpolnjevati težko vnetljive hidravlične tekočine pri uporabi pri hidrostatičnem in hidrokinetičnem prenosu moči in krmiljih. Pomembni preizkusi in zahtevani kriteriji, predstavljeni v tem poročilu, so v veliki meri postali tudi del standardov DIN, DIN EN ali DIN ISO.

Prispevek podaja številna pojasnila in praktične napotke za uporabo tovrstnih tekočin kot tudi medsebojno primerjavo njihovih lastnosti.

Gljučne besede: težko gorljive hidravlične tekočine, testne metode, klasificiranje, primerjava,

■ 1 Uvod

Skupna letna poraba hidravličnih tekočin v Nemčiji znaša približno 155.000 ton, od tega je delež težko vnetljivih hidravličnih tekočin približno 10.000 ton. Največji del težko vnetljivih hidravličnih tekočin v Nemčiji uporabljajo v rudnikih črnega premoga (podzemni rudniki), in sicer v skladu z vladnimi predpisi iz leta 1964. Ti predpisi temeljijo na Luksemburškem poročilu, ki so ga izdale visoke oblasti Evropskega združenja premoga in jekla ECSC (European Coal and Steel Community) [1]. Luksemburško poročilo je bilo pripravljeno kot vodilo za varnost obratovanja in zaščito zdravja v rudnikih črnega premoga kot reakcija na hud požar v belgijskem rudniku Marcinelle leta 1956, ko je umrlo 262 rudarjev. Naslednja pomembna področja uporabe težko vnetljivih hidravličnih tekočin so stroji za tlačno litje, jeklarne in druga metalurška industrija (slika 1).

Dipl.-Ing. Wolfgang Bock, FU-CHS SCHMIERSTOFFE GmbH, Mannheim, Germany



Kolobar v vroči valjarni



Jeklarna z vpihanjem zraka

Vir: ThyssenKrupp Steel, Nemčija

Slika 1. Področja uporabe težko vnetljivih hidravličnih tekočin (primera)

Ker 7. Luksemburško poročilo v prihodnosti ne bo revidirano, se tam opisani najpomembnejši preizkusi in standardizirane zahteve trenutno vključujejo v ustrezne nacionalne evropske standarde. Delovna skupina ekspertov pod vodstvom okrajne vlade Arnsberga nadaljuje s predpisovanjem zahtev za nemško rudarsko industrijo. Bistvene vsebinske točke so med drugim:

- splošni predpisi in uredbe,
- testne metode za določanje težke vnetljivosti,
- testne metode za oceno ogrožanja zdravja,
- obvezni tehnološki testi,
- priporočene preizkusne metode za

oceno združljivosti z okoljem,

- priporočene tehnološke preizkusne metode.

Odpornost proti požaru je določena s sestavo tekočine in jo dosežemo bodisi z visoko vsebnostjo vode pri tekočinah HFA, HFB in HFC ali s kemično strukturo pri tekočinah HFD brez vode (poliglikoli HFDU, estri ogljikove kisline HFDU, estri fosforjeve kisline HFDR).

■ 2 Preizkušanje hidravličnih tekočin na odpornost proti požaru

7. Luksemburško poročilo med dru-

Tabela 1. Sestava težko gorljivih hidravličnih tekočin

Vrsta	Vsebnost vode	Količina vode/koncentracija	Sestava
HFA E	da	koncentracija < 20 %	emulzija olje v vodi
HFA S	da	koncentracija < 10 %	sintetična raztopina
HFB	da	koncentracija > 40 %	emulzija voda v olju
HFC	da	35–50 %, tipično: 45 %	vodna raztopina polimerov, voda/glikol
HFC E	da	20 %	vodna raztopina polimerov, voda/glikol
HFD R	ne	0 %	estri fosforjeve kisline
HFD U – ester	ne	0 %	estri ogljikove kisline
HFD U – poliglikol	ne	0 %	poliglikol

gim razlikuje med različnimi testnimi metodami za določanje odpornosti proti požaru. Te so podrobneje predstavljene v nadaljevanju.

2.1 Spray test vžiga (test z razprševanjem) po metodi »skupnosti 6 držav« glede na 7. Luksemburško poročilo [1], poglavje 3.1.1.1 (NF E48-618)

Princip:

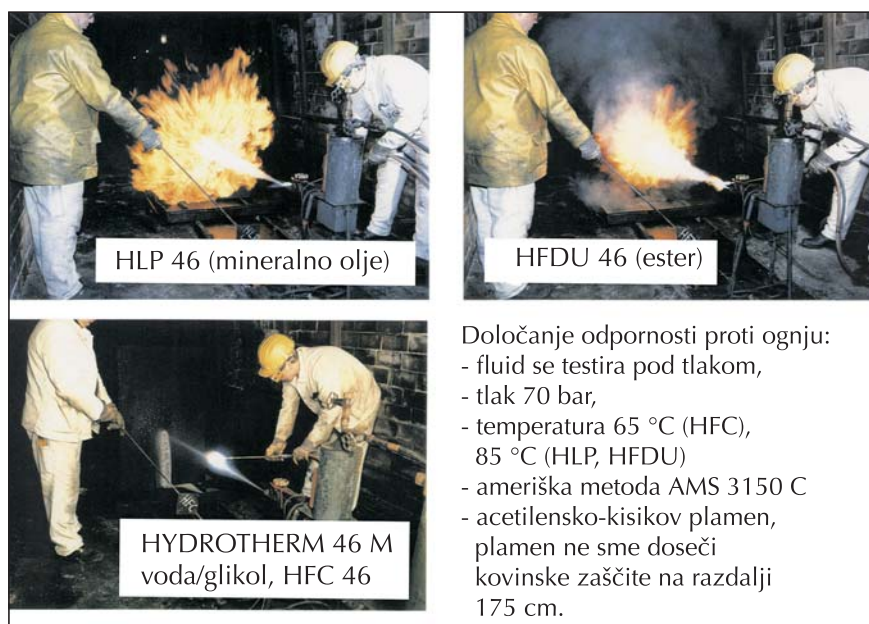
Acetilensko-kisikov plamen usmerimo v curek preizkusne tekočine, ki ga pršimo pod tlakom. Opazujemo vpliv ognja na pršeci curek (1 liter tekočine, temperatura 65 °C, tlak 70 bar, premer odprtine šobe 0,4 mm). Plamen ne sme doseči 75 cm široke in 100 cm visoke kovinske zaščite, ki je nameščena na razdalji 1,75 m od pršilne šobe, in sicer pravokotno na smer curka, tako da je središče približno v podaljšku osi šobe.

Rezultati:

Stopnja 1: Curek se ne vname.

Stopnja 2: Curek se vname, vendar ne doseže kovinske zaščite.

Stopnja 3: Curek se vname in doseže kovinsko zaščito.



Slika 2. Odpornost proti požaru po 7. Luksemburškem poročilu »Spray test vžiga skupnosti 6 držav«

Tabela 2. Maksimalno trajanje gorenja ne sme presegati 30 sekund – čas vzdrževanja gorenja po DIN EN ISO 15029-1 [3]

Naziv izdelka	Vrsta tekočine	Povprečni čas gorenja
PLANTOFLUX AT 46 S	HFUD 46 – ester	3,8 s
PLANTOFLUX AT 68 S	HFUD 68 – ester	3,7 s
PLANTOFLUX AT 46 S + "anti-mist"	HFUD 46 – ester	3,0 s
RENOLIN PGW 46	HFUD 46 – poliglikol	5,3 s
HYDROTHERM 46 M	HFC 46 – voda/glikol	< 2 s
HYDROTHERM 68 LW	HFCE 68 – voda/glikol	< 2 s
Mineralno olje	HLP 46	> 30 s

V petih zaporednih testih mora tekočina doseči stopnjo 1 ali 2 (slika 2).

Opisani testni postopek je izpeljan iz ameriške testne procedure AMS-3150 C. Tlak brizganja in dimenzije odprtine šobe odgovarjajo vrednostim, predpisanim v tem standardu.

2.2 Spray test vžiga po metodi United Kingdom (DIN EN ISO 15029-1: 2002-10) [2]

Princip:

Testno tekočino pršimo s tlakom 70 bar. Pršeci curek usmerimo neposredno proti standardiziranemu acetilensko-kisikovemu plamenu. Ko se pršeca tekočina vname, odstranimo vžigni plamen in merimo čas vztrajanja gorenja (količina testne tekočine znaša 1,1 litra, temperatura: tekočine na osnovi vode 65 °C, ostale tekočine

Določanje odpornosti proti ognju:

- fluid se testira pod tlakom,
- tlak 70 bar,
- temperatura 65 °C (HFC), 85 °C (HLP, HFUD)
- ameriška metoda AMS 3150 C
- acetilensko-kisikov plamen, plamen ne sme doseči kovinske zaščite na razdalji 175 cm.

85 °C). To ponovimo nekajkrat, in sicer vzdolž curka od konice pršega curka do šobe. Običajno opravimo 10 testov. V vseh primerih mora biti maksimalni čas vztrajanja gorenja po odstranitvi vžignega plamena krajši od 30 sekund. Podajamo maksimalni čas vztrajanja gorenja posameznih testov in povprečni čas vztrajanja gorenja, pri tem pa pri nobenem od testov čas vztrajanja gorenja ne sme biti daljši od 30 sekund (tabela 2).

Testiranje je bilo opravljeno s tekočinami HFDU na bazi estrov ogljikove kisline. Vpliv viskoznosti na čas gorenja je bil majhen (kljub višji viskoznosti – ISO VG 68 – niso bili izmerjeni krajši časi gorenja). Dodajanje tako imenovanega "anti-mist" aditiva, torej aditiva proti megljenju, v tekočino HFDU 46 je skrajšalo čas gorenja. To pomeni, da z nizko vsebnostjo aditivov proti megljenju lahko skrajšamo čas gorenja tekočine HFDU 46. Ti aditivi lahko pri pršenju tekočin povečajo velikost kapljic, kar pomeni zmanjšanje aktivne površine in s tem pozitiven vpliv na težko vnetljivost tekočine. Aditive proti megljenju moramo uporabljati v nizkih koncentracijah. Ker imajo največkrat visoko molekularno težo in dolge verige, se te pri ekstremnih strižnih obremenitvah lahko prekinejo. Takšne prekinitve kot posledica striga se pojavljajo večinoma v črpalkah/motorjih in/ali v ventilih. To je posebej pomembno upoštevati pri izbiri aditivov proti megljenju. Če uporabljamo aditive proti megljenju z nizko strižno stabilnostjo, se bodo zaradi striga ti aditivi porabili v relativno kratkem času (nekaj ur). Zaradi tega tekočina izgublja odpornost proti požaru. Rezanje lahko spremlja tudi padec viskoznosti, ker imajo aditivi proti megljenju tudi učinek zgoščanja. V obravnavanem primeru je bil v tekočini HFDU 46 v nizki koncentraciji uporabljen aditiv proti megljenju z relativno visoko strižno stabilnostjo, da bi demonstrirali pozitiven učinek takšnih aditivov.

Testirana je bila tudi tekočina HFDU na bazi poliglukola. Njeni časi gorenja so približno v enakem območju kot v primeru tekočin HFDU na bazi estrov.

Tekočine z vsebnostjo vode so se izkazale z najkrajšimi časi gorenja. Tako tekočina HFC 46 (vsebnost vode 45 %) kot tudi tekočina HFCE 68 (vsebnost vode 20 %) sta goreli manj kot 2 sekundi in tako imeli daleč najboljši rezultat.

Kot referenčna tekočina je bilo testirano tudi mineralno olje (HLP 68, z vsebnostjo cinka, deemulgirno). Čas gorenja te tekočine je bil uporabljen kot referenčna vrednost. Čas gorenja tekočine na bazi mineralnega olja je bistveno daljši (> 30 sekund).

2.3 Spray test vžiga "Sproščanje toplote stabiliziranega plamena" / Buxton test (DIN EN ISO 15029-2) [4]

Princip:

V zgorevalni komori, po kateri se pretaka zrak, izpostavimo brizgajoči curek mešanice tekočine in zraka pod tlakom določenemu plamenu plinskega gorilnika. Temperaturo preizkusne opreme merimo na strani dotoka svežega zraka in na izpušni strani. Meritev temperature opravimo med delovanjem gorilnika, in sicer enkrat brez dovajanja tekočine in enkrat ob dovajanju tekočine skozi šobo. V obeh primerih zrak izhaja iz šobe. Na osnovi izmerjenih temperatur lahko določimo indeks vnetišča RI (relativna vnetljivost). Vrednost RI lahko izračunamo iz razmerja temperaturne razlike med svežim zrakom in izpušnim plinom pri delovanju samega gorilnika in temperaturne razlike med svežim zrakom in izpušnim plinom pri zgorevanju tekočine (zmešane z zrakom pri stabiliziranem plamenu). Plamen preše mešanice lahko štejemo kot stabiliziran tedaj, ko je sproščena energija v odvisnosti od časa skoraj konstantna.

Med testom dovajamo konstantno količino toplote (z gorilnikom/s pretokom propana), da vnamemo prešč curek in vzdržujemo stabiliziran plamen. Delež sproščene toplote ognja določimo s temperaturo izpušnega plina, ki je v medsebojni odvisnosti z vnetiščem tekočine. Preizkušano tekočino, katere temperatura mora biti med 13 in 20 °C, pršimo z razpršilno šobo horizontalno. V razpršilno šobo hkrati dovajamo preizkušano tekočino in zrak pod tlakom. Volumski pretok preizkušane tekočine znaša 90 ml/min. Pri neprekinjeno gorečem plamenu, predvidenem za vžig preše zmesi, gre za predhodno z zrakom zmešan propanski plamen.

Preizkuse z nizkim pretokom propana (0,13 Nm³/h) opravljamo pri tekočinah z vžignim indeksom 0 < RI

< 50. Preizkuse z visokim pretokom propana (0,40 Nm³/h) pa opravljamo pri tekočinah z RI > 50.

Pri tekočinah, katerih približne razvrstitve RI ne moremo predvideti, moramo opraviti orientacijska preizkusa z obema pretokoma, da dosežemo ustrezne temperaturne razlike za ovrednotenje.

Preizkusna oprema je kalibrirana z raztopino etilenglikol-voda, ki ima na primer naslednje vrednosti RI (vse navedbe so v volumskih %):

- 100 % etilenglikola, 0 % demineralizirane vode, pretok propana 0,13 Nm³/h: RI = 17,1
- 75 % etilenglikola, 25 % demineralizirane vode, pretok propana 0,13 Nm³/h: RI = 45,6
- 85 % etilenglikola, 15 % demineralizirane vode, pretok propana 0,13 Nm³/h: RI = 23,8

Enako kalibracijo opravimo z višjim pretokom propana:

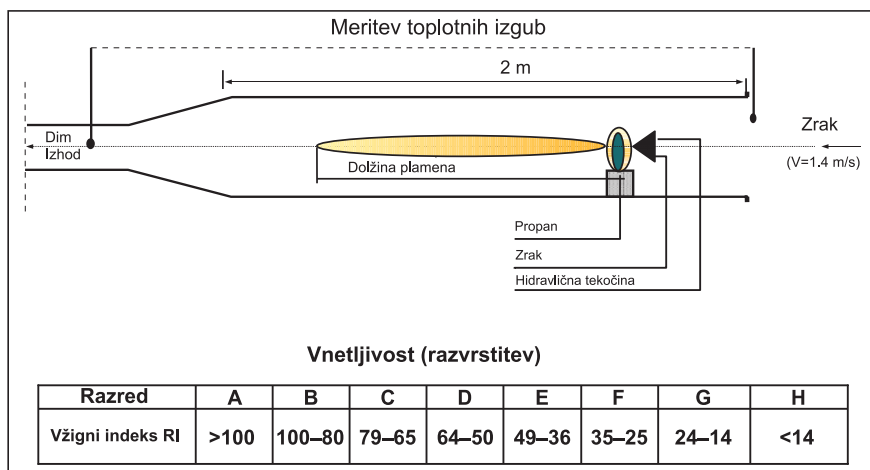
- 70 % etilenglikola, 30 % demineralizirane vode, pretok propana 0,40 Nm³/h: RI = 59,7

Izvedba preizkusa:

Količina vzorca: 1,5 litra, temperatura 13 do 20 °C, razpršitev dosežemo z dušikom pod tlakom. Najprej prižgemo plinski gorilnik in nastavimo pretok propana (0,13 Nm³/h ali 0,40 Nm³/h). V tej fazi še ni pretoka tekočine. Zgorevalno komoro ogrevamo tako dolgo, da temperaturna razlika med izpušnim plinom na izstopu zgorevalne komore in svežim zrakom na vstopu ne doseže konstantne vrednosti. Potem dovajamo tekočino z volumskim pretokom 90 ml/min skozi šobo tako, da preše curek preči plinski plamen gorilnika in se vname. Ugotovimo temperaturi izpušnega plina na izstopu zgorevalne komore in svežega zraka ter izračunamo vžigni indeks RI. Če izračunana vrednost RI preseže 50, moramo opraviti nov preizkus z višjim pretokom propana. Pri tekočinah z RI > 50 moramo izbrati pretok propana 0,13 Nm³/h.

Izračun vžignega indeksa RI poteka po spodnji enačbi:

$$RI = \frac{500 \times (T_{\text{izpušnega plina}} - T_{\text{vstopnega zraka}}) \text{ brez pršenja tekočine}}{7 \times (T_{\text{izpušnega plina}} - T_{\text{vstopnega zraka}}) \text{ pri pršenju tekočine}}$$



Slika 3. Spray test vžiga (7. Luksemburško poročilo – Poglavje 3.1.3 – “Sproščanje toplote stabiliziranega plamena” – test Buxton: Določitev vžignega indeksa RI [5])

Za določitev srednje vrednosti je potrebno opraviti zadostno število posameznih preizkusov oziroma izračunov RI (najmanj osem).

Razvrstitev hidravličnih tekočin glede na nevarnost požara

Spray test omogoča enostavno razvrstitev hidravličnih tekočin glede na nevarnosti, povezane z vnetiščem. Kot je razvidno s *slike 3*, je vsaka tekočina uvrščena v skupino. Za to razvrstitev potrebujemo vžigni indeks RI. Slika 3 prikazuje razvrstitev v razrede A do H, pri čemer razred A vsebuje najvarnejše hidravlične tekočine ($RI > 100$), razred H pa najbolj nevarne; na primer mineralna olja ($RI < 14$; vir: ATEST, preizkusni laboratorij ASCAL, Francija). Vžigni indeks in razvrstitev v skupine na osnovi RI sta najbolj pomembna faktorja za oceno tekočine. Kot izpeljanki tega testa lahko za razvrstitev hidravličnih tekočin uporabimo tudi indeks dolžine plamena RL in gostoto dima (indeks D).

Informacija – Primerjava ocene z drugimi testi:

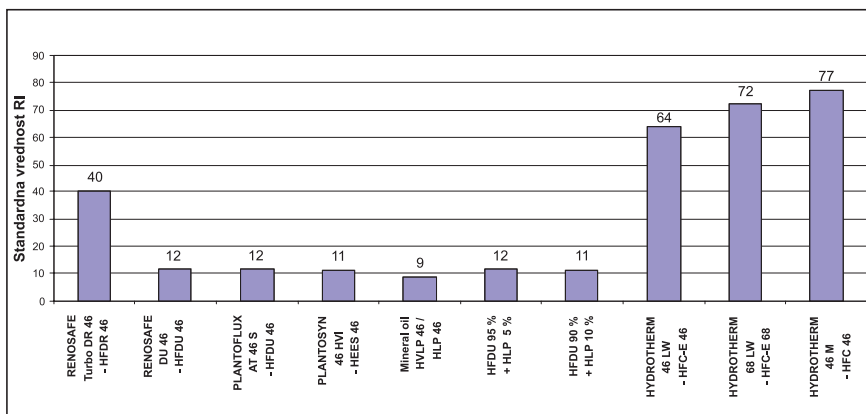
Spray test vžiga: stopnja 1 (curek se ne vname): odgovarja $RI \geq 80$

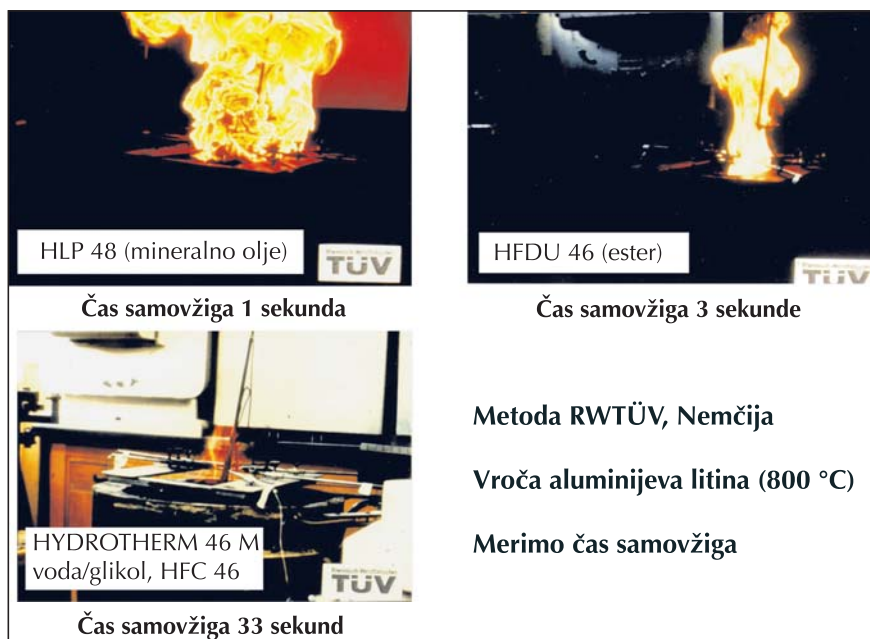
Spray test vžiga: stopnja 2 (ogenj ne doseže kovinske zaščite): odgovarja $RI \geq 60$

Spray test vžiga po metodi United Kingdom: vrednost $RI > 25$ odgovarja času gorenja < 30 sekund (glede na 7. Luksemburško poročilo).

Tabela 3 in slika 4. Spray test vžiga (7. Luksemburško poročilo – Poglavje 3.1.3 – “Sproščanje toplote stabiliziranega plamena” – test Buxton [4, 5])

Vrsta tekočine	Naziv izdelka	RI	Razred	Pretok propana
HFDR (Ester fosforjeve kisline)	RENOSAFE Turbo DR 46 - HFDR 46	40	E	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Ester ogljikove kisline)	RENOSAFE DU 46 - HFDU 46	12	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Ester ogljikove kisline)	PLANTOFLEX AT 46 S - HFDU 46	12 / 14	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Poliglikol)	RENOLIN PGW 46	15	G	0,13 Nm ³ /h
HFDU (Poliglikol)	RENOLIN PG 46 NG (1991)	28	F	0,13 Nm ³ /h
HEES (Ester ogljikove kisline)	PLANTOSYN 46 HVI - HEES 46	11	H	0,13 Nm ³ /h
HLP / HVLP	Mineral oil HVLP 46 / HLP 46	9	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU + HLP	HFDU 95% + HLP 5%	12	H	0,13 Nm ³ /h
HFDU + HLP	HFDU 90% + HLP 10%	11	H	0,13 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 46 LW - HFC-E 46	38	E	0,13 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 68 LW - HFC-E 68	45	E	0,13 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 46 LW - HFC-E 46	64	C	0,40 Nm ³ /h
HFC-E	HYDROTHERM 68 LW - HFC-E 68	72	C	0,40 Nm ³ /h
HFC	HYDROTHERM 46 M - HFC 46	77	C	0,40 Nm ³ /h





Slika 5. Odpornost proti požaru – RWTÜV Essen, Nemčija (pogoji v livarski industriji)

bistveno višje, kar pomeni, da ta skupina izdelkov zagotavlja odlično zaščito pred požarom pri tem testu vnetljivosti. Pri navajanju vrednosti RI je obvezno potrebno navesti pretok propana pri meritvi. Pri pregledu podatkov, navajanih v literaturi, so dobljeni rezultati vrednosti RI za tekočine HFDU (estri ogljikove kisline in poliglikoli) višji. Glede na to bo v bodoče potrebno bolj podrobno raziskati primerljivost in ponovljivost preizkusov in preizkusne opreme. Obstoječi preizkusni napravi v Buxtonu (Velika Britanija) in Forbachu (Francija) sta medsebojno že izenačeni s korekturnim faktorjem [5].

■ 3 Vnetljivost tekočin v stiku s tekočo talino (v skladu z DIN EN ISO 20823: 2003-10) [6]

Poleg opisanih Spray testov po Luksemburškem poročilu se je v Nemčiji uveljavil nov požarni test, ki na bolj realen način odraža pogoje uporabe, primarno v livarski industriji: Testna metoda za določitev vnetljivosti hidrauličnih tekočin v stiku z vročimi kovinskimi talinami, ki ga je razvilo Rheinisch-Westfälischer-Technischer-Überwachungsverein¹ (RWTÜV) v Essnu, Nemčija. Kot je razvidno s *slike 5*, preizkušano

¹ Rensko-westfalsko tehnično nadzorno združenje

tekočino pršimo na kovinsko talino s temperaturo 800 °C in merimo čas do samovžiga tekočine. Pri mineralnem hidrauličnem olju (HLP 46, DIN 51524-2) znaša čas samovžiga manj kot 1 sekundo. Pri tekočini z vsebnostjo vode vrste HFC (HYDROTHERM 46 M, - HFC 46) znaša čas samovžiga okoli 33 sekund. Daljši čas samovžiga omogoča dovolj časa, da se delovno osebje odstrani od izvora požara in izvede protiukrepe.

■ 4 Testne metode za določitev časa samovzdrževanja ali širjenja ognja

S tovrstnimi testi lahko zagotovimo, da nastali ogenj pod vplivom hidraulične tekočine ne gori dalje in se tako tudi ne širi.

4.1 Testna metoda za določitev časa samovzdrževanja ognja na stenju

Čas samovzdrževanja ognja na stenju določamo po DIN EN ISO 14935 [7]. Kos aluminijevega silikatnega traku impregniramo s testno tekočino in namestimo v rezervoar, tako da eden od njegovih koncev štrli ven in tvori stenj. Z majhnim vžigalnim plamenom prižgemo štrleči konec traku. Po odstranitvi plamena merimo čas gorenja traku. Tekočina uspešno

opravi test, če je srednji čas gorenja traku krajši od 60 sekund. Pri tem ima kvaliteta robu stenja bistven pomen. Ta mora biti raven in enakomeren, saj že manjša razcefranost zelo izkrivi rezultat.

4.2 Testna metoda za določanje širjenja ognja v mešanici premogovega prahu in tekočine po 7. Luksemburškem poročilu [1], poglavje 3.2.2

Pri tej metodi merimo propanski plinski plamen v mešanici 75 g premogovega prahu in 37,5 cm³ tekočine. Test izvajamo v prostoru pri sobni temperaturi in brez umetne ventilacije. S propanskim plinskim gorilnikom usmerimo plamen na kovinsko površino, na kateri je vzorec tekočine (temperatura približno 1000 °C). Razdaljo do vrha plamena, ki nastane po vžigu, merimo v milimetrih. Poleg tega merimo čas do konca gorenja vzorca (najmanj 10 meritev). Največja razdalja do konice plamena ne sme presegati 100 mm.

■ 5 Ostale testne metode, priporočila in standardi

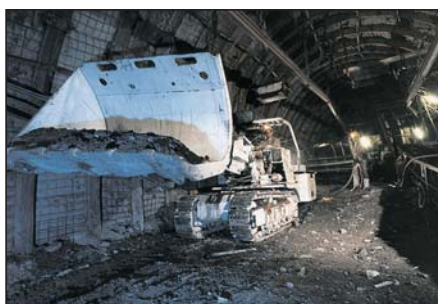
V Evropi so se med drugim uveljavili testi, ki jih prikazuje tabela 4. Nekatere od njih so standardizirani in so ali so bili pomembni za odobritev uporabe v rudarstvu. Poleg teh testov so navedene specialne nacionalne zahteve za težko vnetljive hidraulične tekočine.

Predvsem v ZDA je neizogiben test odpornosti proti požaru po zahtevah Factory Mutual. Najbolj uporabljana testna metoda je FM 6930 [8]. V zadnjem obdobju razpravljajo o tem, da bi ta standard prevedli v standard ASTM. FM 6930 je daleč najbolj razširjen test na ameriškem angleškem govornem področju. Novi testni standard FM 6930 določa tako imenovane "Spray Flammability Parameters (SFP)", ki jih določata dva ključna testa vnetljivosti:

1. določitev stopnje kemičnega sproščanja toplote pri razpršenih požarih,
2. meritev kritičnega toplotnega toka za vžig.

Tabela 4. V Evropi uveljavljene testne metode za določanje odpornosti proti požaru

Testna metoda	Alternativno ime	Standard po:	Vsebovan v 7. Luks. poročilu	Zahtevan za odobritev v nemški rudarski industriji	Potreben za HSE (Health and Safety Executive)	V ISO 12922: 2006
Spray test vžiga z zaščitno ploščo (p = 70 bar)	Spray test vžiga skupnosti 6 držav	NF E48-618:1973	da	ne	ne	ne
Spray test vžiga z votlim konusom (p = 70 bar)	Spray test vžiga United Kingdom	ISO 15029-1	da	ne	da	da
Spray test vžiga Sproščanje toplote stabiliziranega plamena	Buxton test/ testna metoda Yule&Moodie	ISO DIS 15029-2	da	da	da	da
določitev časa gorenja s plamenom na stenju	metoda s stenjem	ISO 14935	da	ne	da	da
določitev vnetljivosti pri kontaktu z vročimi površinami, test vnetljivosti	manifold ignition test	ISO 20823	da	ne	da	da
testna metoda za določitev širjenja ognja v mešanici premogovega prahu in tekočine		—	da	ne	ne	ne
vnetljivost na vroči kovinski talini (Al; 800 °C)	zasnova pri RWTÜV, Essen	—	ne	ne	ne	ne
plamenište COC		ISO 2592	ne	ne	da	ne
določitev temperature samovžiga	AIT (Auto-Ignition Temperature), temperatura samovžiga	DIN 51794, ISO DIS 3988, ASTM E 659:1978	ne	ne	ne	ne

**Vozilo v rudniku****Rotacijski sekač**

Vir: RAG – Deutsche Steinkohle AG

Slika 6. Uporaba težko gorljivih hidravličnih tekočin v nemški rudarski industriji (primera)

Iz obeh testov dobljene vrednosti vnetljivosti uporabljajo za določitev vrednosti SFP. Na osnovi te vrednosti razvrščamo tekočine v kategorije vnetljivosti:

– skupina 0: nevnetljivo

- skupina 1: SFP 5×10^4 ali manj
- običajno neprimerno za stabiliziranje razpršenega plamena
- skupina 2: SFP >5 do 10×10^4 – težje vnetljivo kot mineralna olja, v določenih okoliščinah je možno razpršeni plamen stabilizirati

Tekočine z vsebnostjo vode so običajno razvrščene v skupino 0 (na primer HYDROTHERM 46 M, HYDROTHERM 68 LW), tekočine HFDU (na primer PLANTOFLUX AT 46 S) pa v skupino 1.

Nadaljnji pomembni standardi in testne metode, ki so zlasti pomembni pri uporabi težko gorljivih hidravličnih tekočin (povzetek veljavnih in starejših standardov):

- VDMA 24314 (1981): Tehnologija hidravličnih tekočin – Menjava hidravličnih tekočin – Smernice
- VDMA 24317 (2005): Fluidna tehnika – Težko vnetljive hidravlične tekočine – Minimalne tehnične zahteve
- Stokovno poročilo DIN CENTR 14489 (2006): Težko vnetljive hidravlične tekočine – Razvrstitev in specifikacije, Izbira – Smernice za varnost, zdravje in zaščito okolja

- DIN EN ISO 4404-1 in -2 (2006): Proizvodi na bazi mineralnih olj in sorodni proizvodi – Določitev protikorozijskih lastnosti težko vnetljivih hidravličnih tekočin
Del 1: Tekočine z vsebnostjo vode
Del 2: Tekočine brez vode
- DIN EN ISO 12922 (2002): Maziva, Industrijska olja in sorodni proizvodi – Družina H – Hidravlični sistemi – Zahteve za kategorije HFA-E, HFA-S, HFB, HFC, HFD-R, HFD-U
- DIN 24320 (2006): Težko vnetljive tekočine – Hidravlične tekočine kategorij HFA-E in HFA-S – Lastnosti in zahteve
- DIN EN ISO 20823: Proizvodi na bazi mineralnih olj in sorodni proizvodi – Določitev lastnosti vnetljivosti tekočin v stiku z vročimi površinami

Poleg naštetih je v uporabi še nekaj standardov ISO z obravnavanega področja, npr. ISO 7745 (1989): Hidravlične tekočine – Težko vnetljive tekočine – Smernice za uporabo.

■ 6 Raziskava in ocena kriterijev težke vnetljivosti hidravličnih tekočin

Večino hidravličnih tekočin uporabljamo v procesih industrijske proizvodnje v orodnih strojih, stiskalnicah, strojih za tlačno litje itd. Poleg primarnih tehničnih lastnosti mora imeti hidravlična tekočina tudi sekundarne in terciarne lastnosti. Pri tem je še zlasti potrebno izpolniti ustrezne smernice, kot je smernica ATEX [9]. Standard DIN EN 13463-5 iz marca 2004 (neelektrične naprave za uporabo v potencialno eksplozivnem okolju) navaja v točki 4.5.1.: Maziva in/ali hladilna sredstva ... morajo imeti vnetišče najmanj 50 Kelvinov nad maksimalno temperaturo površine naprave, v kateri tekočino uporabljamo (glej IEC 60079-4). Vnetišče, podano po DIN 51794, je enako kot pri IEC 60079-4 [10].

6.1 Določevanje vnetišča – Testiranje mineralnih olj in ogljikovodikov – skladno z DIN 51794 [11]

Navedeni standard velja za gorljive tekočine in pline, pa tudi za mine-

Tabela 5. Vnetišča maziv DIN 51794 – Določanje vnetišča – Preizkušanje ogljikovodikov [11]

Bazno olje / Vrsta		Viskoznost pri 40°C [mm ² /s]	Vnetišče DIN 51794
Mineralno olje / vrsta	Vretensko olje	10	330
	Vretensko olje	15	330
	Hidravlično olje	30	350
	Hidravlično olje	46	350
	Cirkulacijsko / olje za zobniške prenosnike	110	370
		460	> 400
Sintetično olje polialfaolefini (PAO)	Hidravlično / kompresorsko olje	46	380
	Olje za zobniške prenosnike	460	> 400
Polsintetično, hidrirano bazno olje - HC olja	ISO VG 10	10	339
	ISO VG 32	32	359
	ISO VG 46	46	376
Sintetično estrsko olje (POE)	ISO VG 46	46	400
	ISO VG 100	100	420
	ISO VG 320	320	390
Sintetično olje Poliglikoli (PAG)	ISO VG 46	46	365
	ISO VG 150	150	365
	ISO VG 320	320	365
Izdelek	Vrsta fluida	Viskoznost pri 40°C [mm ² /s]	Vnetišče DIN 51794
Hidravlična olja			
PLANTOFLUX AT 46 S	HFDU 46 (Ester)	46	400
PLANTOFLUX AT 68 S	HFDU 68 (Ester)	68	410
95% PLANTOFLUX AT 46 S + 5% HLP 46	HFDU 46 + HLP 46	46	400
RENOLIN B 3 VG 10	HLP 10	10	320
RENOLIN B 10 VG 32	HLP 32	32	345
RENOLIN B 30 VG 100	HLP 100	100	370
PLANTOSYN 46 HVI	HEES 46 (Ester)	46	395
PLANTOSYN 46 S	HEES 46 (Ester)	46	410
RENOLIN UNISYN OL 46	VDL 46 (PAO)	46	385
RENOLIN COOL+	VDL 46 (HC)	46	390
Olja za zobniške prenosnike			
RENOLIN CLP 220	CLP 220	220	390
RENOLIN CLP 460	CLP 460	460	400
RENOLIN UNISYN CLP 320	CLP-HC 320	320	400
PLANTOGear 320 S	CLP-E 320	320	410
RENOLIN PG 220	CLP-PG 220	220	385

ralna olja, ogljikovodike in njihove zmesi z vnetiščem med 75 in 650 °C. Določeno vnetišče predstavlja merilo za nagnjenost gorljivih snovi k vžigu zmesi z zrakom na vročih telesih in med drugim omogoča razvrstitev snovi glede na varnostno-tehnični vidik. Pri vsakem posameznem testu vžiga damo majhen vzorec testirane gorljive snovi v odprto Erlenmeyerjevo posodo, ki jo ogrevamo z električnim grelcem. Pri tem opazujemo, ali pri posamezni temperaturi in količini vzorca pride do vnetja vzorca ali ne.

Potem iz posode z izpihovanjem z zrakom odstranimo preostale izparljive dele. S spreminjanjem temperature in količine vzorca z več meritvami določimo najnižjo temperaturo, pri kateri se vzorec vname.

V okviru razvojnega projekta so pri Fuchsu raziskovali vnetišča različnih vrst baznih olj. Ugotovili so, da je vnetišče odvisno od viskoznosti olja. Nizkoviskozna mineralna olja imajo običajno nižje vnetišče kot izdelki z višjo viskoznostjo. Z uporabo sinte-

Tabela 6. Pomembni podatki za načelno razvrstitev tekočin po ANSI (NFPA) T2.13.8 R1 (april 2004) [12]

Vrsta tekočine	Zgorevalna toplota (kJ/g)	Kalorična vrednost (kJ/g)	Poraba zraka (kg/kg fluida)
mineralno olje (npr. HLP)	29,1	44,9	14,1
emulzija voda v olju (npr. HFB)	16,3	25,7	8,5
ester fosforne kisline (npr. HFD-R)	19,0	30,8	6,7
voda glikol (npr. HFC)	5,3	14,7	2,7

tičnih izdelkov, predvsem estrskih olj in polialfaolefinov, lahko vnetišče v primerjavi z izdelki na mineralni bazi bistveno zvišamo.

Poleg tega so raziskovali formulirane hidravlične tekočine glede na njihova vnetišča. Ugotovili so, da je vnetišče zelo pogojeno z vrsto in kvaliteto bazne tekočine, medtem ko je vpliv aditivov zanemarljiv. Težko vnetljive hidravlične tekočine brez vode vrste HFDU na estrski bazi in vrste hidravličnih tekočin HEES imajo vnetišča približno 50 °C višja kot pri mineralnih oljih. Izdelki z višjo viskoznostjo imajo višja vnetišča v primerjavi z nizkoviskoznimi izdelki. Vnetišča različnih baznih olj in Fuchsovih industrijskih maziv prikazuje *tabela 5*. *Tabela 6* prikazuje pomembne podatke za splošno razvrstitev tekočin glede na njihovo zgorevalno toploto, kalorično vrednost in porabo zraka po ANSI (NFPA) T2.13.8 R1, april 2004 [12].

Literatura

- [1] Europäische Kommission: 7. Luxemburger Bericht – Anforderungen und Prüfungen schwerentflammbarer Hydraulikflüssigkeiten zur hydrostatischen und hydrokinetischen Kraftübertragung und Steuerung, Dok. Nr. 4746/10/91 DE, Luxemburg, April 1994. [European Commission: 7th Luxembourg Report – Requirements and Tests of Fire-Resistant Hydraulic Fluids for Hydrostatic and Hydrokinetic Power Transmission, Doc. No. 4746/10/91 DE, Luxemburg, April 1994.]
- [2] DIN EN ISO 15029-1: 2002-10: Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung der Zündeigenschaften von Sprühstrahlen schwer entflammbarer Flüssigkeiten. Teil 1: Nachbrennzeit des Sprühstrahls mit Flamme – Verfahren mit Hohlkegelstrahl (ISO 15029-1: 1999) – Deutsche Fassung EN ISO 15029-1: 1999. [DIN EN ISO 15029-1: 2002-10: Mineral Oil Products and Related Products – Determination of Ignition Characteristics of Fire-Resistant Fluid Sprays. Part 1: Sustaining time of the jet with flame – Hollow-jet procedure (ISO 15029-1: 1999) – German version EN ISO 15029-1: 1999.]
- [3] DMT GmbH, Fachstelle für Brandschutz, Tremoniastrasse 13, 44137 Dortmund, Herr Petersmann: Brandtechnische Prüfungen gemäß DIN EN ISO 15029-1, Fuchs-Prüfberichte [DMT GmbH, Fire-Protection Office, Tremoniastrasse 13, 44137 Dortmund, Mr Petersmann: Fire and Flammability Tests According to DIN EN ISO 15029-1, Fuchs Test Reports.]
- [4] E DIN EN ISO 15029-2 – (prEN 15029-2): Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte - Bestimmung der Zündeigenschaften von Sprühstrahlen schwer entflammbarer Flüssigkeiten. Teil 2: Sprühstrahl-Zündprüfung – Wärmeabgabe einer stabilisierten Flamme Diese Norm ist in Arbeit und liegt als ISO DIS 15029-2 vor. [E DIN EN ISO 15029-2 – (prEN 15029-2): Mineral Oil Products and Related Products – Determination of Ignition Properties of Fire-Resistant Fluid Sprays. Part 2: Spray jet ignition test – Heat release of a stabilised flame. This standard is being prepared and is available as ISO DIS 15029-2.]
- [5] ASCAL (ATEST) Prüflabor, Parc d'activités Forbach-Ouest, F-57600 Forbach, Claude Barbian: Rapport d'analyses – Entflammbarkeits-Test, 7. Luxemburger Bericht § 3.1.3 – Wärmeabgabe einer stabilisierten Flamme (Buxton-Test). [ASCAL (ATEST) Test Lab, Forbach-Ouest Industrial Estate, F-57600 Forbach, Claude Barbian: Analysis Report – Flammability test, 7th Luxembourg Report § 3.1.3 – Heat Release of a Stabilised Flame (Buxton Test).]
- [6] DIN EN ISO 20823: 2003-10: Mineralölprodukte und verwandte Erzeugnisse – Bestimmung der Entflammbarkeits-Charakteristik von Flüssigkeiten bei Kontakt mit heißen Oberflächen [DIN EN ISO 20823: 2003-10: Mineral Oil Products and Related Products – Determination of Flammability Characteristics of Fluids in Contact with Hot Surfaces.]
- [7] DIN EN ISO 14935: 1998-12: Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte – Bestimmung der Nachbrennzeit schwer entflammbarer Flüssigkeiten an einem Docht (ISO 14935: 1998) – Deutsche Fassung EN ISO 14935: 1998. [DIN EN ISO 14935: 1998-12: Mineral Oil Products and Related Products – Determination of the Flame Sustaining Time of Fire-Resistant Fluids by Means of a Wick. (ISO 14935: 1998) – German version EN ISO 14935: 1998.]
- [8] Factory Mutual, USA, FM Standard 6930, Jan. 2002 / July 2003.
- [9] Atmosphere Explosive, Europäische Bestimmung für die Verwendung von Pumpen und Spritzanlagen in potentiell gefährlichen Umgebungen, ATEX-Richtlinie Nr. 1999/92/CE. [Explosive Atmosphere, European Regulation on the Use of Pumps and Spray Equipment in Potentially Hazardous Environments, ATEX Guideline No. 1999/92/CE.]
- [10] W. Hirsch, E. Brandes: Veröffentlichung des PTB über Zündtemperaturen, 2005 [W. Hirsch, E. Brandes; Publication by the Physikalisch-Technisches Bundesamt on ignition temperatures, 2005.]
- [11] DIN 51794, Mai 2003 – Bestimmung der Zündtemperatur – Prüfung von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen. [DIN 51794, Mai 2003 – Determination of the Ignition Temperature – Testing of Mineral Oil Hydrocarbons.]
- [12] ANSI (NFPA) T2.13.8 R1-200X (April 2004) – Hydraulic Fluid Power – Fire-Resistant Fluids.



Fire-resistant hydraulic fluids for industrial and mining applications

Abstract: Fire-resistant fluids have been in use since the early 1960s for reasons of operational and occupational safety. The Luxemburg report is available in its 7th edition, from 1994, and is the standard work of reference for requirements and tests of fire-resistant hydraulic fluids for hydrostatic and hydrokinetic power transmission and control. The important tests and requirement criteria described in this report have largely become part of the DIN-, DIN EN- or DIN ISO standards. The following paper presents numerous explanations and practical instructions for the use of fire-resistant fluids as well as a comparison of the characteristic properties of various different fluids.

Key words: Fire-resistant hydraulic fluids, test methods, classification, comparison,

Op.: V prispevku navedeni nazivi tekočin kot Hydrotherm, Renolin, Renosafe, Plantoflux, Plantosyn, Plantogear, ... so proizvodi podjetja Fuchs Schmierstoffe GmbH.

Originalni prispevek je bil objavljen v reviji O+P, 3/2008.

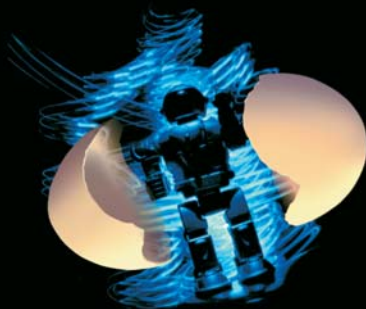
Zavarujte
svoje dragulje*

*zato na svojih strojih in opremi
uporabljajte le najboljša maziva.



FUCHS MAZIVA LSL d.o.o., Trdinova ulica 1, 8250 Brežice, Tel.: 07 499 10 30, Fax: 07 499 10 40, www.fuchs.si

IFAM
international trade fair of
automation & mechatronic
28.-30.01.2009
hall K, Celje, Slovenia www.ifam.si



Mednarodni strokovni sejem
za avtomatizacijo, robotiko,
mehatroniko, ...

International Trade Fair
for Automation, robotics,
mechatronic, ...

icm'
PASSION FOR PERFECTION
ifam@icm.si