

TECHNOLÓGIE A TECHNICKÉ PROSTRIEDKY PRI HASENÍ ROPNÝCH A PLYNOVÝCH ERUPCIÍ A POŽIAROV

TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR EXTINGUISHING OIL AND GAS BLOWOUTS AND FIRES

Ján Pinka¹

Abstract

The article describes the analysis of the causes of accidents on oil and gas probes and their division, as well as an analysis of the methods and methods of extinguishing fires of gas and oil eruptions, including the latest knowledge using modern firefighting equipment.

Keywords: blowout, fires, extinguishing, oil, gas technical means, fire extinguishing technologies

Úvod

Ropa a zemný plyn sa začali ťažiť na území Slovenska v roku 1914 pri obci Gbely a postupne aj v celej Viedenskej panve. V päťdesiatich rokoch minulého storočia začali ťažiť zemný plyn aj na východnom Slovensku v Zemplínskej oblasti pri Michalovciach. Ťažbu ropy a zemného plynu sprevádzali už od samého začiatku mimoriadne udalosti ako sú požiare, výbuchy a erupcie. Jednou z nich bol aj výbuch zemného plynu v chatrči objaviteľa naftových polí v Gbeloch pána Jána Medlena. Počas stopäťročnej vrtnej a ťažobnej činnosti došlo v naftovom priemysle k viacerým mimoriadnym udalostiam. K najväčším haváriám patrí erupcia ropy v šesťdesiatich rokoch minulého storočia na vrte pri Plaveckom Štvrtku, pri ktorej sa zrútila a utopila v bahne a piesku celá vrtná súprava. Ďalšia rozsiahla havária s následnou erupciou a požiarom vznikla na začiatku sedemdesiatich rokov pri obci Stretava na východnom Slovensku, kde výbuch zničil celú vrtnú súpravu a pri požiari zahynuli traja zamestnanci. K najväčším erupciám zemného plynu s následným požiarom patrí nepochybne výbuch na podzemnom zásobníku zemného plynu Láb na sonde G2-32 v roku 1982. Túto haváriu, pri ktorej bola zničená vrtná súprava a zhorela celá technológia okolo sondy vrátane maringotiek pre osádku vrtnej súpravy, sa podarilo zlikvidovať až na jedenásty deň. Pri erupcii a požiari zhorelo alebo uniklo do ovzdušia niekoľko desiatok miliónov m³ zemného plynu a vzniknutá škoda presiahla v dnešnom vyjadrení sumu 750 000,- €. Po tejto udalosti bolo prijatých viacero opatrení vrátane uznesení vlády, ktoré ukladali vedeniu naftového a plynárenského priemyslu vybudovať kvalitný systém ochrany pri vrtaní a ťažbe uhl'ovodíkov vrátane rýchlej a účinnej likvidácie erupcií, požiarov a havárií [1–3].

Príčiny havárií a erupcií

Skutočnosť, že uhl'ovodíky sú vysoko horľavé, sú pre nás a pre náš priemysel všeobecne známe. Menej známe sú výbušné vlastnosti zmesí pár uhl'ovodíkov so vzduchom a dramatický vplyv vznietenia týchto zmesí na okolité štruktúry, na obyvateľstvo a na vrtný personál. Na pochopenie tohto rizika je potrebné porozumieť niektorým podmienkam zapálenia. Bod vzplanutia je najnižšia teplota, pri ktorej materiál uvoľňuje dostatok horľavých pár, aby pri krátkodobom vystavení malému plameňu vytvoril okamžitý záblesk. Teplota vzplanutia benzínu je -43 °C čo je hlavný dôvod, prečo sa považuje za vysoko horľavý. Spontánna teplota vznietenia je minimálna teplota, pri ktorej sa materiál spontánne vznieti. Metán má relatívne vysokú teplotu samovznietenia 537 °C. To sťažuje opätovné zapálenie požiaru na metánové palivo po hasení. V praxi predstavujú najväčšie nebezpečenstvo vznietenia výparov kondenzátu plynu s nízkou teplotou vzplanutia a samovoľného

¹ prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Ústav zemských zdrojov, Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 19, 042 00 Košice, Slovenská republika, jan.pinka@tuke.sk, tel.: 055/6023150

vznietenia. Výbušný limit rôznych prietokov vyfukovania sa líši v závislosti od chemického zloženia. Existuje minimálny pomer uhl'ovodíkových pár k vzduchu, pod ktorým nedôjde k vznieteniu. Alternatívne existuje aj maximálny pomer uhl'ovodíkových pár k vzduchu, pri ktorých nedochádza k vznieteniu. Tieto limity sa nazývajú dolné a horné výbušné limity. V prípade benzínových pár je výbušný rozsah od 1,3 do 6,0 % pary do vzduchu. V prípade metánu je tento rozsah 5 až 15 %. Surová ropa je vysoko prchavá, hovorovo sa rope hovorí, že je to „výbušný koktail“, ktorý je ľahší ako voda a horí dvakrát tak rýchlejšie ako uhlie. Výbuch oblaku výparov ropy z vrtu alebo zo sondy je možný v tomto poradí:

- Uhl'ovodíky sa uvoľňujú v tesnej blízkosti vrtu alebo sondy,
- niektoré plynné kvapaliny sa rýchlo odparujú a vytvárajú aerosól kvapalných kvapiek a pár,
- ťažšie uhl'ovodíkové kvapaliny uvoľňujú výpary do okolia vrtu alebo sondy,
- výpary sa zmiešajú so vzduchom a vytvoria horľavý oblak pary,
- v rámci tejto výbušnej zmesi je vystavený zdroj zapálenia,
- začína horenie a cez horľavú zónu sa šíri plameň.

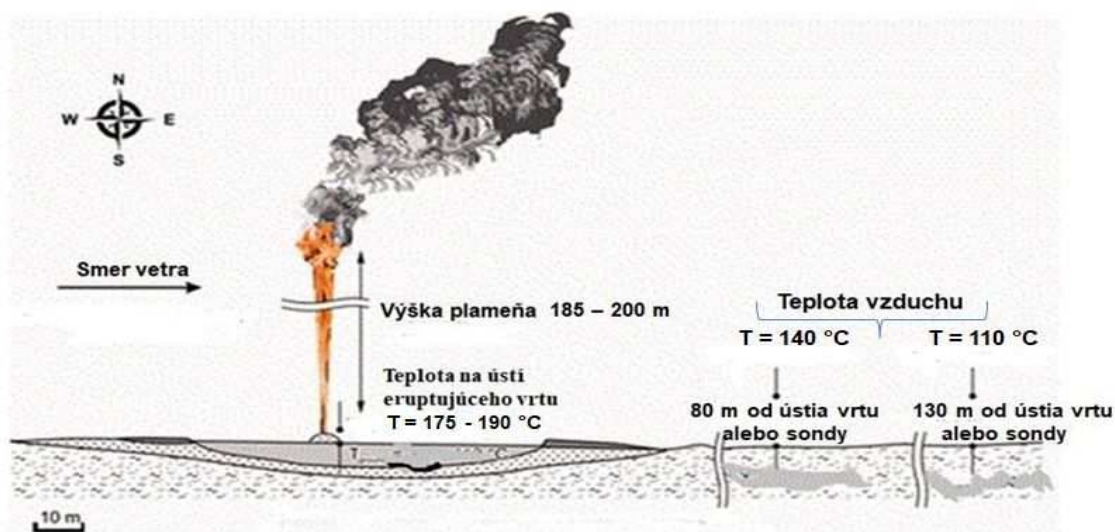
Výskum ukázal, že rýchlosť pohybu plameňa v prednej časti plameňa je priamo úmerná množstvu nadmerného tlaku. Vysoké predné rýchlosti plameňa a výsledné vysoké tlaky pri nadmernom tlaku sa pozorujú v situáciách, keď existuje značné množstvo uzavretia a preťaženia, ktoré obmedzuje rozšírenie predného plameňa a zvyšuje turbulenciu plameňa [4].

Väčšina výbuchov oblakov pary sú tzv. deflagrácie (prvá fáza výbuchu a následné vznietenie, nie detonácie (hluk pri výbuchu). Rýchlosť plameňa deflagrácie je podzvuková, pričom rýchlosť plameňa sa zvyšuje v obmedzených oblastiach a klesá v otvorených oblastiach. Je dôležité, že detonácia je nadzvuková a bude prebiehať takmer všetkými dostupnými horľavými parami pri detonačnej reakčnej rýchlosti. To vytvára omnoho závažnejšie vrcholové pretlaky a oveľa vyššie množstvá energie výbuchu (pozri obr.1).

K haváriám a erupciám na ropných a plynových sondách dochádza najmä pri vrtaní a pri podzemných opravách sond (tzv. POS operácie). Najčastejšou príčinou erupcií pri vrtaní je tlaková vrstva, v ktorej je ropa alebo zemný plyn v určitej hĺbke pod zemským povrchom pod veľmi vysokým tlakom, a to niekedy až hodnotu tlaku 30 MPa. K výronu uvedeného média dochádza vtedy, keď je tlak ropy alebo plynu vo vrte väčší ako je hydrostatický tlak umŕtvovacej kvapaliny (výplachu). Aby pri vrtaní takáto udalosť nevznikla, montuje sa na ústie vrtu automatické hydraulické uzatváracie zariadenie (takzvaný preventer z angl.), ktorým sa v prípade výronu, vrt alebo sonda uzatvára. Kritický okamih pri vrtaní nastane vtedy, keď sa z ústia vrtu demontuje preventer a začne sa montovať stabilné uzatváracie zariadenie, pričom sa dôsledne nesleduje hladina umŕtvovacej kvapaliny (pozri obr. 2).

K výronu alebo erupcii dochádza aj pri vykonávaní podzemných opráv sond, keď sa zo sondy odmontuje produkčný kríž a nie je namontovaný hydraulický uzáver (preventer) a sonda nie je dostatočne dopĺňaná umŕtvovacou kvapalinou určenou v projekte opravy sondy [1, 2, 3].

Keď z otvoreného vrtu alebo sondy začne vytekať ropa alebo unikať zemný plyn, osádka vrtnej súpravy musí v čo najkratšom čase osadiť na ústie vrtu uzatváraciu armatúru. Keď sa to nepodarí nastáva nekontrolovaný únik plynu, ktorý vyústi do erupcie a spravidla aj s následným požiarom. Plynové a ropné erupcie delíme podľa zloženia unikajúcich produktov, prúdu unikajúcich produktov, počtu súčasne eruptujúcich sond na jednej ploche alebo podľa množstva unikajúcej ropy, respektíve plynu za jednotku času.



Obr. 1. Teplota okolitého vzduchu v závislosti od vzdialenosti od erupujúceho vrtu s požiarom. [5]



Obr. 2. Inštalácia protierupčného zariadenia (v angl. Blowout Preventer - BOP) na ústí vrtu. [3]

Druhy ropných a plynových erupcií

a) Podľa zloženia unikajúceho produktu členíme erupcie na:

- ropné – viac ako 50 % ropy alebo kondenzátu,
- plyno-ropné – 10-50 % ropy alebo kondenzátu,
- plynové – viac ako 90 % plynu.

b) Podľa prúdu unikajúceho produktu členíme erupcie na:

- kompaktné, • rozptýlené, • kombinované.

c) Podľa počtu súčasne erupujúcich sond na plochu členíme erupcie na:

- jednotlivé, • skupinové.

Za skupinovú erupciu možno považovať obrovský požiar naftových polí v Kuvajte, ktorý vznikol v roku 1992 pri invázii Iraku do Kuvajtu, pričom horelo vyše 4000 sond.

d) Podľa množstva unikajúcej ropy alebo plynu členíme erupcie na:

- malé, • stredné, • veľké.

Množstvo unikajúcej hmoty sa vyjadruje v tisícoch m³ ropy za 24 hodín alebo v miliónoch m³ plynu za 24 hodín. Rozdelenie erupcií podľa množstva unikajúcej ropy alebo zemného plynu je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Rozdelenie erupcií podľa množstva unikajúcej ropy alebo zemného plynu [6]

Druh fontány	Množstvo unikajúcej ropy (tisíc m ³ za 24 hodín) alebo zemného plynu (milión m ³ za 24 hodín)	
	Kompaktný prúd	Rozptýlené a kombinované prúdy
malá	do 2	do 1,0
stredná	2,0 – 5	1,0 – 2,2
veľká	nad 5	nad 2

Metódy a spôsoby hasenia požiarov plynových a ropných erupcií

Hasenie ropných a plynových erupcií je veľmi komplikovaná taktická a technická operácia hasičských a záchranných zborov. V súčasnosti sa na hasenie používa niekoľko metód. V tomto článku sú uvedené tri metódy, z toho dve boli už prakticky overené a tretia metóda je v našich podmienkach úplne nová a bola odskúšaná len cvične na plynovom polygóne v Lábe. [8]

Ako najefektívnejší spôsob hasenia ropných a plynových erupcií v našich podmienkach sa osvedčili tieto metódy:

- Hasenie požiaru s nepretržitým dodávaním hasiaceho prostriedku pomocou prúdového lúča,
- hasenie pomocou vody dodávanej cez uzatváracie zariadenie sondy (obr.3),
- hasenie plynovodnými prúdmi,
- metóda hasenia erupcií pomocou mobilného monitoru Ambassador (obr. 4 a obr. 5),
- Impulzné hasenie ohňa pomocou rôznych hasiacich činidiel,
- použitie výbušnín na potlačenie a uhasenie horiacich plameňov (obr. 6),
- kombinácia vyššie uvedených prístupov.

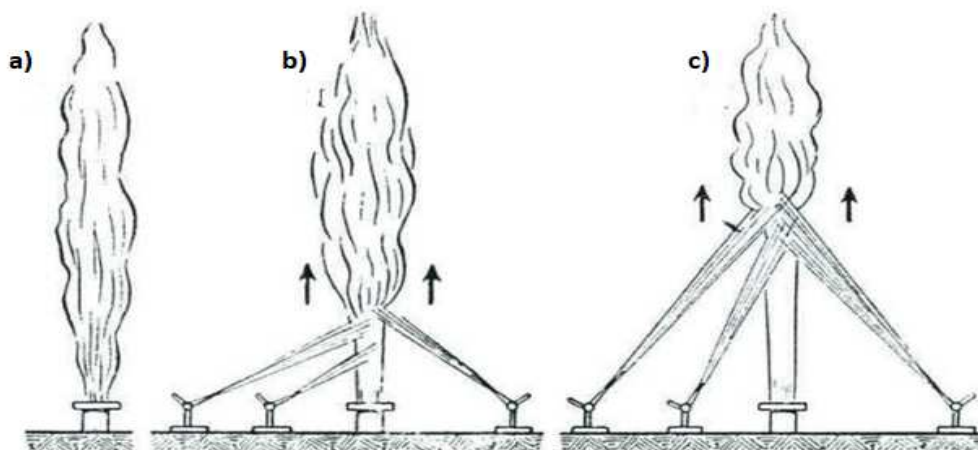
Tieto zoskupenia by sa nemali považovať za klasifikáciu metód hasenia požiaru, pretože každá skupina obsahuje množstvo procesov a rozsah je príliš široký. Niektoré z uvedených metód používané v podmienkach Slovenskej republiky si popíšeme bližšie.

Hasenie erupcie pomocou vody dodávanej cez uzatváracie zariadenie sondy

Táto metóda hasenia požiarov eruptujúcich sond je veľmi efektívna a pomerne rýchla a účinná. Dá sa však použiť len na tých sondách, kde vplyvom výbuchu a následného požiaru nedošlo k poškodeniu uzatváracieho zariadenia sondy.

Hasenie cez uzatváracie zariadenie sondy spočíva v tom, že na ústie sondy, ktoré je opatrené produkčným krížom, sa napojí cez oceľové potrubie vysokotlakový cementačný agregát, ktorý do sondy tlačí vodu. Keď sa voda dostane do ložiska plynu začne ju strhávať horiace médium. Voda sa do sondy dopravuje tak dlho, kým nezatlačí horiace médium do ložiska a z ústia sondy vyteká len voda s minimálnym obsahom ropy alebo plynu. V tomto momente dochádza k uhaseniu horiacej fontány, a súčasne sa začne ochladzovať ústie vrtu. Po dostatočnom ochladení ústia vrtu a uzatváracieho zariadenia treba opraviť uzatváraciu armatúru a uzatvoriť eruptujúcu sondu.

Vysokotlakový agregát musí byť umiestnený v dostatočne bezpečnej vzdialenosti od horiacej sondy a musí byť trvale ochladzovaný. Na úspešné zvládnutie erupcie touto metódou je potrebné, aby bolo v blízkosti sondy potrebné množstvo vody. Objem nádrží vody musí byť 2000 až 5000 m³ a spotreba vody sa pohybuje od 150 do 200 l.s⁻¹.



Obr. 3. Hasenie erupcie a požiaru pomocou vodných lúčov:

a) - vytvorený plameň po erupcii; b) - usmernenie prúdu vody k spodnej časti plameňa nad spaľovacím priestorom; c) - synchronónne zdvíhanie vodných dýz (trysiek) horľavým stĺpcom, prípadne oddeľuje plameň od spaľovacieho priestoru. [10]

Likvidácia erupcie plynovodnými prúdmi

Hasenie požiarov erupcií touto metódou je veľmi úspešné. Vyvinuté bolo v bývalom Sovietskom zväze a používa sa najmä v bývalých socialistických štátoch – hlavne v krajinách V4.

Touto metódou bola zlikvidovaná aj v úvode spomínaná erupcia na G2-32 v roku 1982. Maďari touto metódou úspešne likvidovali požiare na kuvajtských poliach v roku 1992.

Metóda hasenia erupcií spočíva vo využívaní hasiaceho efektu, ktorý vytvára **automobil plynovodného hasenia (APVH)**. Tento automobil pomocou leteckého sedemkomorového prúdového motoru MI-15, ktorý je umiestnený na korbe auta, vytvára plynovodnú zmes, ktorá sa skladá zo spálených plynov (40 – 47 kg.s⁻¹) a vody (60 – 63 kg.s⁻¹). Touto zmesou, ktorá sa niekedy nazýva aj **inertná**, sa najskôr ochladzuje okolie sondy a vytláča kyslík, čo zabezpečí uhasenie požiaru.



Obr. 4. Likvidácia havárií a erupcií pomocou automobilu plynovodného hasenia APVH (vľavo na obrázku) a automobil plynovodného hasenia APVH (vpravo na obrázku). [3]

Hlavnými parametrami prúdu spálených plynov a vody je ich množstvo, rýchlosť a teplota. Pokusmi bolo dokázané, že tento hasiaci prúd má najmä ochladzovací účinok. Pri hasení erupcie prúdom zmesi obsahujúcej 60 % vody, zariadenie na ústí sondy, ktoré bolo zahriate na teplotu 900 °C, sa v priebehu piatich minút ochladí na 150 °C.

Normatívny čas hasenia požiaru fontány plynu pomocou APVH je 15 minút. Optimálna vzdialenosť od ústia sondy je 15 m. Na vykonanie zásahu je potrebné vybudovať dve nástupné plochy. Z toho jednu základnú a druhá je rezervná. Obidve musia spĺňať tieto podmienky:

- základná nástupná plocha sa buduje v smere vetra, rezervná nástupná plocha sa vytvára na základe novej zmeny smeru vetra,
- šírka nástupných plôch závisí od počtu nasadených APVH; rozstup medzi APVH musí byť 1 – 1,5 m,
- nástupné plochy musia byť spojené prístupovými cestami, na ktorých musí byť pripravená vyslobodzovacia technika.

Účinnosť APVH závisí od rýchlosti a smeru vetra. Pri rýchlosti vetra do 5,5 m.s⁻¹ je odchýlka prúdu hasenia minimálna.

Samotnému haseniu pomocou APVH (staršie označenie AGVT- plynové a vodné plynové hasiace vozidlo) predchádza jeho pripojenie na hadicové vedenie, cez ktoré sa do prúdnic umiestnených na vonkajšej strane prúdového motoru dodáva voda. Po príchode do zásahového priestoru približne 30 m od sondy sa uvedie do chodu aj prúdový motor (MIG 21). Na vytvorenie plynovodnej zmesi je potrebné dodávať minimálne 60 l vody za sekundu pre každé APVH – 100, respektíve 90 l.s⁻¹ pre každé APVH –150. K samotnému haseniu erupcie sa pristupuje až po dôkladnom ochladení zariadení na ústí sondy. Pri hasení sa postupuje tak, že prúd hasiacej látky sa nasmeruje najprv na ústie sondy a postupne sa vertikálne dodáva hasiaca zmes do horiacej fontány tak dlho, kým nedôjde k jej uhaseniu. Po uhasení plameňa treba ešte niekoľko minút ochladzovať ústie sondy a jej okolie. Veliteľ zásahu skontroluje, či je požiar uhasený a následne dá pokyn na vypnutie prúdového motora. Naďalej však treba pokračovať v ochladzovaní minimálne dvoma vodnými prúdmi. V súčasnosti je na Slovensku v majetku Hasičského a záchranného zboru - HaZZ jedno funkčné APVH a je umiestnené na Okresnom riaditeľstve OR HaZZ v Malackách. Ďalšie funkčné APVH sú v Maďarsku a v krajinách bývalého Ruska.

Likvidácia havárií a erupcií pomocou mobilného monitoru Ambassador

Automobil plynovodného hasenia s označením Ambassador 1x6 je viacúčelový mobilný monitor, ktorý sa používa na likvidáciu zložitých havárií v petrochemickom a v naftovom priemysle. Ide o moderné požiarotechnické zariadenie, ktoré je svojím technickým vyhotovením a hasiacimi parametrami predurčené na likvidáciu mimoriadnych udalostí (pozri obr. 5).

Monitor a celé technické zariadenie je uložené na dvojosom privesnom podvozku so štyrmi podperami zabezpečujúcimi stabilitu pri hasení. Monitor je určený na hasenie vodou, penou i práškom, preto je vyhotovený vo verzii Hydro-Foam (voda –pena), Hydro-Chem (voda – chemická látka).

Výkon monitora je od 3700 do 22 700 l.min⁻¹ pri tlaku 0,7MPa. Výkon možno nastaviť na automatický alebo pevný režim. Pri pevnom režime sa nastavujú hodnoty výkonu na 7400 l.min⁻¹, 11 000 l.min⁻¹, 14 800 l.min⁻¹, 18 500 l.min⁻¹ a 22 700 l.min⁻¹. Pri režime Hydro-Chem možno do prúdu vody dodávať hasiaci prášok v množstve: 11 kg, 22 kg, 33 kg a 44 kg za minútu.

Dostrek hasiaceho média pri tlaku 0,7 MPa je 67 m. Samotné hasenie pomocou Ambassadora je pomerne jednoduché a v kombinácii s práškom veľmi účinné. Dopravným potrubím sa privedie voda do monitora, ktorý podľa nastavených parametrov začne vrhať vodu do ohniska požiaru. Ak sa požiar nedarí uhasiť vodou, treba do vody primiešavať prášok, a to až do maximálneho výkonu, t. j. 44 kg.min⁻¹ [9].

Pri skúške, ktorá bola vykonaná na plynovom polygóne v roku 2006 v Lábe, sa potvrdilo, že vodou v kombinácii s práškom v pomere $3700 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a prášku $44 \text{ kg}\cdot\text{min}^{-1}$ sa erupciu horiacej sondy s tlakom v sonde $3,2 \text{ MPa}$ podarilo uhasiť do 10 sekúnd.

Na Slovensku sú tri Ambassadory 1x6. Jeden vlastní ZHÚ G4S Fire Services Slovnaft a.s. Bratislava a dva kusy sú umiestnené na ZHÚ 5 Bučany a vlastní ich Transpetrol a.s. Bratislava.



Obr. 5. Mobilný monitor Ambassador [9]

Likvidácia havárií a erupcií pomocou výbušnej nálož

Výbušná nálož sa aplikuje priamo do vrtu alebo na ústie vrtu. Výbušná nálož sa nachádza pozdĺž oceľových lanových blokov zavesených na špeciálnych podperách. Nálož sa môže namontovať aj na vozík s výložníkom a pohybovať sa po koľajniciach umiestnených pri ústí vrtu (pozri obrázok 6). Hlavné nevýhody tohto prístupu sú; vysoké riziko a potreba veľkého množstva výbušniny (100 - 1000 kg). Výbušniny generujú silné nárazové vlny. Bezpečná vzdialenosť obsluhy pri výtoky výbušniny o hmotnosti 100 kg je viac ako 150 metrov, zatiaľ čo vrtná hlavica je zničená vo vzdialenosti menšej ako je 40 metrov [10].

Táto metóda patrí k najstarším používaným metódam na zdoľovanie havárií a erupcií s otvoreným plameňom, teda s požiarom. Druhou možnosťou a variantom pri použití výbušnín patrí aj modifikácia predchádzajúcej metódy popísanej vyššie. Princíp modifikovanej metódy spočíva v umiestnení potrebného množstva výbušniny (v závislosti na veľkosti ohňa) do dvesto litrového suda, ktorý je následne obalený izolačným materiálom proti ohňu. Sud je premiestnený čo najbližšie k základnej prírubie horiaceho vrtu a následne na diaľku odpálený [10]. Výbuch účinkuje v dvoch rovinách:

- a) Tlaková vlna "sfúkne" plameň podobne ako sviečku,
- b) Výbuch dočasne spotrebuje kyslík v okolí erupujúceho vrtu, teda odoberie jednu z podmienok horenia a zároveň zabráni jeho okamžitému opätovnému zapáleniu.

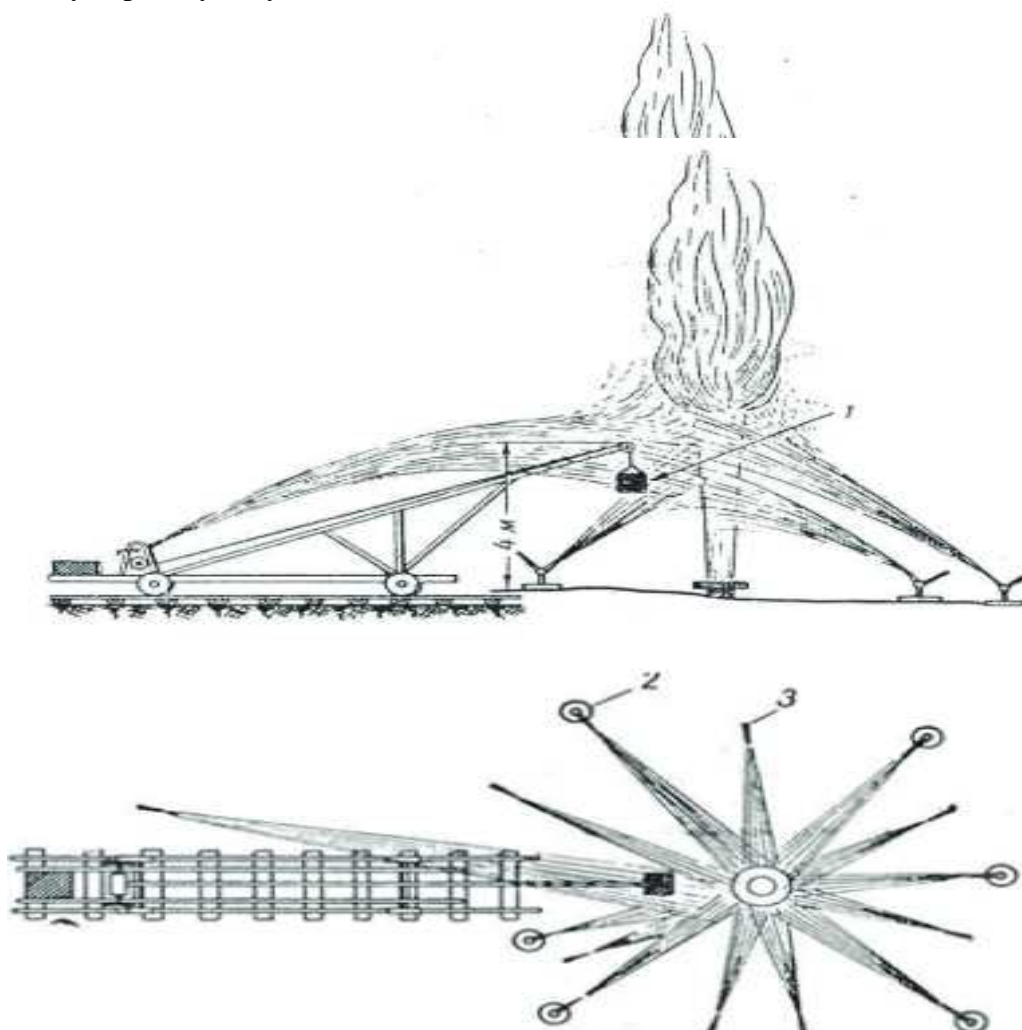
Návrh riešení prevencie proti výbuchom a erupciám pri vyhľadávaní, ťažbe a preprave ropy a zemného plynu

Jednou z najdôležitejších činností v rámci boja proti negatívnym javom spôsobeným prevádzkovaním zariadení obsahujúcich ropu alebo zemný plyn je systém opatrení zameraných na zamedzenie vzniku výbušnej atmosféry. Takýmto opatreniam hovoríme prevencia. V rámci prevencie môžeme opatrenia rozdeliť na :

- organizačné,
- kvalifikačné,
- technické.

V rámci organizačných opatrení sa odporúča systematické riešenie, t.j. vypracovanie systému prevencie proti výbuchu v ktorom by malo byť zahrnuté:

- zriadenie proti výbuchovej komisie s presným vymedzením úloh a povinností jednotlivých členov,
- pravidelné školenie zamestnancov vykonávajúcich pracovnú činnosť v priestore s nebezpečenstvom výbuchu,
- vypracovanie, vedenie a aktualizácia dokumentácie (prevádzkový poriadok, písomný pokyn na zabezpečenie ochrany pred výbuchom pri jednotlivých činnostiach),
- zavedenie systému vydávania povolení pri činnostiach v priestore s nebezpečenstvom výbuchu,
- pravidelný výcvik zamestnancov závodného hasičského útvaru v priestore s nebezpečenstvom výbuchu zameraný na vykonanie účinného zásahu v priestore s nebezpečenstvom výbuchu,
- pravidelný systém kontrolnej činnosti z úrovne proti výbuchovej komisie,
- posudzovanie projektovej dokumentácie pri rekonštrukcii zariadení a uvádzaní nových zariadení do prevádzky osobou s odbornou spôsobilosťou – špecialista pre prevenciu závažných priemyselných havárií.



V rámci technických opatrení sa odporúčajú tieto preventívne opatrenia:

- inštalácia a pravidelná kontrola plynovo - detekčných zariadení,
- inštalácia a pravidelná kontrola zariadení určených na optickú a akustickú signalizáciu vytvorenia výbušnej atmosféry v danom priestore,
- inštalácia a pravidelná kontrola požiaro-technických zariadení určených na prvotný zásah v prípade vzniku požiaru v priestore s nebezpečenstvom výbuchu,
- inštalácia a pravidelná kontrola elektrickej požiarnej signalizácie,
- zabezpečenie pravidelnej diagnostiky úniku plynu zo zariadení,
- zabezpečenie pravidelnej revízie zariadení v priestore s nebezpečenstvom výbuchu,
- používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov určených pre prácu v zóne 1 (zóna horenia) a v zóne 2 (zóna tepelného účinku),
- používanie náradia určeného do prostredia s nebezpečenstvom výbuchu,
- označovanie prostredí s nebezpečenstvom výbuchu príslušnými zákazmi a príkazmi.



Obr. 7. Cvičný polygón v Lozorne



Obr. 8. Cvičenie bankských záchranárov a pracovníkov vrtnej prevádzky na cvičnom polygóne v Lozorne. [6]

Aj tu teda dvojnásobne platí, že lepšie je haváriám a erupciám predchádzať ako ich potom dlhodobo a nákladne odstraňovať. Najprogressívnejšie a najmenej nákladné z dlhodobého hľadiska sú jednoznačne kvalifikačné opatrenia. Cvičenie banských záchranárov a pracovníkov vrtnej prevádzky na cvičnom polygóne v Lozorne je znázornený na obr. 7 a obr. 8. Pri cvičení a hlavne pri zásahoch pri erupciách ropy a zemného plynu používajú banský záchranári ochranné obleky s označením OL 2, ktoré ich krátkodobo chránia pred sálajúcou teplotou až do teploty 850 °C (pozri na obr. 9). Pri zahájení každého nového vrtu musí byť vopred vypracovaný projekt vrtu ako aj plán zdolávania závažných havárií pri vŕtaní, ťažbe a pri POS operáciách, tzv. havarijný plán [7].



Obr. 9 Pri zásahoch banských záchranárov v prostredí s vysokou teplotou sú používané ochranné obleky OL 2, ktoré krátkodobo chránia pred teplotou do 850 °C [2]

Záver

V naftovom a plynárenskom priemysle sa uplatňujú nové a progresívne metódy nielen pri vrtnej činnosti, ale najmä pri budovaní podzemných zásobníkov plynu. Vzhľadom na skutočnosť, že tento priemysel vlastní a spravuje niekoľko stoviek plynových a naftových sond, je potrebné hľadať aj nové technológie na hasenie a likvidáciu týchto mimoriadnych udalostí. V tomto príspevku sú uvedené prakticky odskúšané metódy hasenia plyno-ropných erupcií podľa najnovších poznatkov, ktoré prinášajú so sebou nové technológie a nové technické prostriedky. Udržovať technické vybavenie, výcvikové priestory, skúšanie nových technických prostriedkov a technologických postupov, to je len jedna časť činnosti vykonávanej profesionálnymi zamestnancami Hlavných banských záchranných staníc (v skratke HBZS). Neoddeliteľnou súčasťou práce zamestnancov HBZS je protihavarijná prevencia. Táto sa realizuje na dvoch úrovniach. V zmysle platnej legislatívy HBZS vykonáva preventívne prehliadky pracovísk zamerané na kontrolu zariadení určených na predchádzanie haváriám, kontrolu havarijných plánov a dodržiavanie bezpečnostných a technologických predpisov. Druhou úrovňou je spoluúčasť na školení zamestnancov a ich príprava na používanie meracej a indikačnej techniky na kontrolu ovzdušia, poskytovanie prvej pomoci, používanie špeciálnych ochranných pomôcok, ako aj spoluúčasť pri výcviku posádok vrtných súprav a súprav podzemných opráv sond na zmáhanie tlakových prejavov (školenie vrtných pracovníkov na polygóne na cvičnej sonde 1 krát ročne, 4 krát ročne sa realizuje na vrtnej alebo na POS súprave cvičný poplach zo zmáhania tlakového prejavu a jeden krát ročne teoretické školenie zo zmáhania tlakového prejavu v hlbinnom vŕtaní na počítačovom simulátore erupcií – realizuje školiaci pracovník z Fakulty BERG Technickej univerzity v Košiciach. Samozrejme najväčšou činnosťou banských záchranárov je likvidácia havárií a ich následkov vrátane poskytovania pomoci raneným. K tejto činnosti patrí neoddeliteľne zaisťovanie nepretržitej pohotovostnej služby a vykonávanie prác v nedýchatelnom a zdravíu

škodlivom prostredí na pracoviskách. Požiar patrí k najdôležitejším faktorom, ktoré ovplyvňujú ekosystém. Požiare môžu produkovať niekoľko zmien v krátkodobom alebo aj dlhodobom horizonte v krajine a v systéme pôdy i ovzdušia. Rozsah týchto zmien vyvolaných požiarom v zložkách ekosystémov závisí od požiarnej vlastností a faktorov životného prostredia. Medzi najvýznamnejšie dopady patrí zníženie vegetačného krytu, ukladanie popola po spaľovaní ropy a zemného plynu, zvýšenie emisií ovzdušia ako aj zmeny vo vegetačnej štruktúre blízkeho okolia požiaru. Závažnosť týchto vplyvov je silne závislá na intenzite, trvaní a frekvencii požiaru. Rovnako ako všetky formy hasenia požiaru, aj hasenie ropných vrtov si vyžaduje neustálu ostražitosť, pozornosť a tímovú prácu pre bezpečné dokončenie zdoľávania ropných havárií a erupcií. Popri iných bezpečnostných otázkach sa hlavne za posledných 30 rokov stávajú aj v naftovom podnikaní na Slovensku čoraz dôležitejšie obavy z účinkov takýchto havárií na životné prostredie.

Literatúra

1. PINKA, J.: Prehľad existujúcich modelov zmáhania tlakových prejavov vo svete a v ČSFR. In *Zemní plyn a nafta*. Roč. 36, č. 3 (1991), 215–221.
2. PINKA, J.: Metódy likvidácie tlakových prejavov. In *Zemní plyn a nafta*. Roč. 37, č. 2 (1992), 129–144.
3. PINKA, J.: Využívanie počítačov pri školeniach vrtného personálu z problematiky zmáhania tlakových prejavov. In *Zemní plyn a nafta*. Vol. 38, no. 2 (1993), 41–49.
4. PINKA, J.: Metodika školenia vrtného personálu z problematiky zmáhania tlakových prejavov. Habilitačná práca. F BERG TU Košice, 1993, s. 1–131.
5. PINKA, J. *Vyhľadávanie a ťažba nekonvenčných zdrojov ropy a zemného plynu*. Monografia. TU VŠB Ostrava, Ostrava, 2013, ISBN: 978-80-248-3243-5, 1–135.
6. PINKA, J.: *Fundamentals of Petroleum Engineering*. Monografia. TU VŠB Ostrava, Ostrava, 2013, ISBN: 978-80-248-3243-2, 1–189.
7. PINKA, J.: *Fundamentals of Offshore Drilling – Part 2*. Monograph. VŠB TU Ostrava, Ostrava 2018, ISBN 978-80-248-4231-8, 1–210.
8. PINKA, J.: Zhodnotenie environmentálnych a ekonomických dopadov po erupciách a požiaroch ropy a zemného plynu pri vyhľadávaní ložísk uhl'ovodíkov v naftovom podnikaní v Českej a Slovenskej republike. In *Zborník vedeckého sympózia s medzinárodnou účasťou*. ÚGt SAV v Košiciach, Hrádok, 24. -25.10. 2019, 1–10 /v tlači/
9. Bulletin spoločnosti Williams Fire and Hazard Control. Johnson Controls, USA, 2019, <https://www.williamsfire.com/products/ambassador-monitor-trailers>.
10. KINLEY, J. D.: *Call Kinley - Adventures of an oil well firefighter*. Tulsa, Okla.: Cock-a-Hoop Pub., 1996, ISBN-13: 978-0964070615, 1–206.