

Nový vývoj vo vrtaní geotermálnych vrtov

Gabriel Wittenberger¹ a Ján Pinka²

New evolution at drilling geothermals wells

Geothermal energy nowadays belongs to the most interesting, renewable, progressive and ecologically pure energies. Its utilization began long ago, but because development and exploration show that fossil fuels are depletable in outlook of 40 – 50 years, it is needed to pay greater attention to perspective and economically advantageous energies, among which geothermal energy indisputably belongs. Since development continually advances also in drilling technique and technology, it is necessary to conform to this trend and to develop such technologies, procedures and devices, which would, unlike to those currently used, save time, machinery, environment and would be economically more acceptable. This article deals with several possible new methods of drilling such as slimhole drilling, improved control of drilling rinse, using of new modern and better – quality drilling instruments – drilling bits etc. The combination of these new methods and materials brings considerable saving by drilling and thereby lowers financial expense of the whole project. Since Slovakia possesses considerable geothermal sources, which are needed to be drilled and utilized, the following of new trends and methods is of good significance for us, too.

Key words : geothermal energy, geothermal well, well completion, hard rock, slim hole drilling, drilling mud

Úvod

Slovensko je jednou z krajín, ktorá vlastní značný geotermálny potenciál, ktorý chce efektívne využívať na vykurovanie sídlisk, hospodárskych budov, skleníkov, prípadne na rekreačné účely alebo ju využiť na výrobu elektrickej energie [4,5]. To samozrejme znamená, že ložisko geotermálnej energie je potrebné podrobne preskúmať a následne navŕať, čo je dosť náročná vrtná činnosť po všetkých stránkach. Preto sa vyvíja značné úsilie túto technickú a technologickú problematiku neustále zdokonaľovať. Týka sa to hlavne druhu energie, ktorá poháňa vrtný nástroj, typu vrtného nástroja, použitia vrtného výplachu a hlavne zmenšovať priemer celej vrtnej kolóny

Technológia vrtania

Zdroje geotermálnej energie pozostávajú zo zásob horúcej vody alebo pary ležiacej pod zemským povrchom. Aby boli ďalej použiteľné na výrobu elektriny, alebo tepla, musia byť tieto zásoby nájdené a zmerané pomocou vrtania zemského povrchu. Americký rezort pre energetiku, v spoločnom partnerstve s geotermálnym priemyslom, zdokonaľujú technológiu vrtania a znižujú tak celkové výdavky rezortu spojené s vývojom geotermálneho priemyslu, ktorý je neustále progresívnejší a dokonalejší.

Vo svete sa stále častejšie používa na vrtanie technológia, ktorou je možné vŕtať horizontálne a usmernené vrty s rôznym polomerom zakrivenia. Táto technológia bola použitá aj na Slovensku pri vrtaní geotermálneho ložiska neďaleko obce Ďurkov pri Košiciach, kde sa odvrtali dva usmernené vrty GTD-2 a GTD-3 [2].

Horizontálne vrty sú tie vrty, ktorých cieľové úseky sú uklonené pod určitým uhlom od osi vrtu. Podľa polomeru zakrivenia ich rozdeľujeme do troch základných skupín :

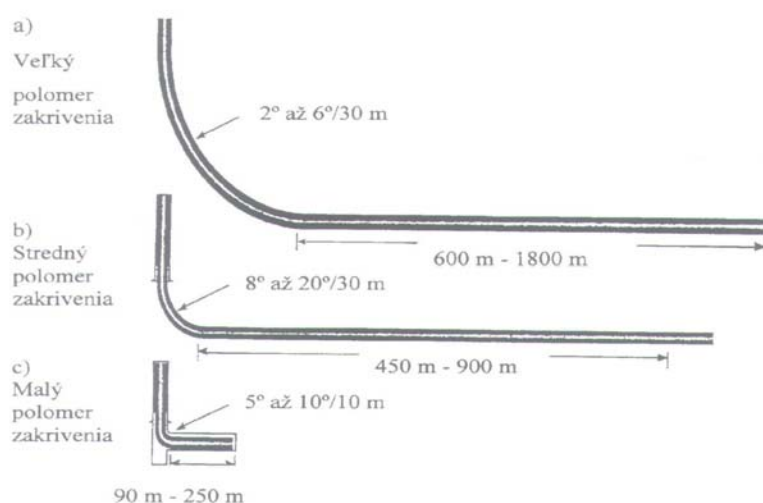
- horizontálne vrty s veľkým polomerom zakrivenia
- horizontálne vrty so stredným polomerom zakrivenia
- horizontálne vrty s malým polomerom zakrivenia.

Toto delenie vyplýva z tempa náboru krivosti a to určuje vzdialenosť, ktorá musí byť odvrtaná, aby sa mohol zmeniť smer vrtu z vertikálneho na horizontálny. Určujúcim faktorom pre výber spôsobu vrtania úhybovej časti vrtu je hĺbka, tvar a mocnosť. Horizontálnym spôsobom vrtania sa dosahuje vyššia presnosť vrtania, schopnosť prevŕtávať väčšie časti ložiska a tým zvyšovať vyťažiteľnosť daného ložiska. Usmernený vrt môžeme definovať ako vrt, v ktorom je skrivenie vyvolané umelo, a to v takom smere a pod takým uhlom, aby vrt prešiel určitou vrstvou v určitom bode. Cieľom usmerneného vrtania je dosiahnuť plánovaný bod v horninovom masíve, pričom vrt by mal mať pokojný priebeh a mal by spĺňať všetky bezpečnostné požiadavky a predpisy. Vo vrtnej praxi sa vyskytuje mnoho situácií, pri ktorých je usmernený vrt jediným praktickým riešením ako dosiahnuť požadované produktívne obzory [2].

¹ Ing. Gabriel Wittenberger, Katedra ropného inžinierstva, F BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 043 84 Košice, Tel.: (+421-55)6023148, Fax: (+421-55)6023128, Gabriel.Wittenberger@tuke.sk

² prof. Ing. Ján Pinka, CSc., Katedra ropného inžinierstva, F BERG, TU v Košiciach, Park Komenského 19, 043 84 Košice, Tel.: (+421-55)6023148, Fax: (+421-55)6023128, Jan.Pinka@tuke.sk

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 3.9.2004)



Obr. 1. Typy zakrivenia vrtov
Fig. 1. Types of well's trajectory

Horizontálne usmernené vrty delíme na :

- Jednoduché :
 - o horizontálne vrty zo šikmých vrtov
 - o šikmé vrty
 - o s krátkym, stredným a dlhým polomerom zakrivenia
 - o jednoduché usmernené vrty v tvare S
- Multilaterálne :
 - o prvý zvislý vrt a z neho vychádza viac bočných vetiev
 - o trsové – dva a viac vetiev bez vertikálnej časti
 - o oproti vetvené

Vrtanie sa používa na lokalizáciu a získavanie informácií o charaktere geotermálnych zásob, ktoré sa následne spracúvajú a vyhodnocujú. Po navŕtaní a vystrojení vrt slúži na dopravu geotermálnej vody z vrtu, pričom ochladená geotermálna voda sa začerpáva späť do vrtu. Geotermálne vrtanie predstavuje unikátnu výzvu v technológii vrtania, a to najmä kvôli obzvlášť vysokým teplotám, tvrdým formáciám hornín a častým únikom vrtného výplachu.

Na vrtanie geotermálneho vrtu sa používa vrtné dláto, ktoré je namontované na koniec dlhého oceľového potrubia. Táto vrtná kolóna prudko rotuje, aby otáčala vrtné dláto, ktoré rozrušuje a drví horninu. Oceľové trúbky sú pridávané na povrchu k vrtnej kolóne, aby sa zabezpečilo nepretržité pokračovanie vrtania ďalej do hĺbky. Na chladenie a mazanie vrtného dláta a na vynášanie vyvrtaných úlomkov z vrtu sa používa viskózna kvapalina, nazývaná vrtný výplach. Výplach je do vrtu pumpovaný vrtnou kolónou a von je vynášaný priestorom medzi vrtnou kolónou a stenou vrtu, ktorý nazývame medzikružie (obr.3).

Ekonomika vrtania a vývoj vrtného dláta

Náklady na vrtanie môžu dosiahnuť viac ako 1/3 celkových nákladov, najmä pre tvrdosť horniny, vysoké teploty, korozívne účinky vôd geotermálneho prostredia, plus problémy so stratou cirkulácie – stratou výplachu v skalných prasklinách. Americký energetický rezort (DOE) podporuje vývoj týchto častí vrtného procesu, čo má dopad na celkovú redukciu výdavkov, vrátane silnejšieho vrtného dláta, detekciu a opravu zón, kde je prerušená cirkulácia, podporuje použitie menej nákladného „ malopriemerového vrtania “, spojeného so zlepšeným meraním na počve vrtu a spracovávanie dát.

Výdavky na vrtanie sú stanovené tým, ako rýchlo vrtné dláto prenikne cez tvrdé, abrazívne a popraskané horniny geotermálnej lokalizácie, a tým, ako dlho trvá, kým bude vrtná kolóna vytiahnutá na povrch, aby sa mohlo vymeniť poškodené a nefunkčné vrtné dláto. Zdvojnásobenie penetračnej rýchlosti a dĺžky života dláta môže priniesť výsledok v podobe 15%-ného zníženia nákladov na vrtanie (obr.2).



Obr. 2. PDC dláto na vrtanie geotermálnych vrtov
Fig. 2. PDC drill bits used by drilling of geothermal wells

Výskumníci pracujú na zlepšení rezacieho tvaru typického dláta analyzovaním tepelného a mechanického zaťaženia a úpravou rozšírenej odolnosti pokrokových materiálov, používaných na výrobu vrtných dlát. Program sa postupne blíži k svojmu cieľu, čo je vyvinutie optimálnej konfigurácie strižnej plochy na vrtnom dláte a použitie vhodných materiálov na zvýšenie penetračnej rýchlosti v horúcej a tvrdej hornine.

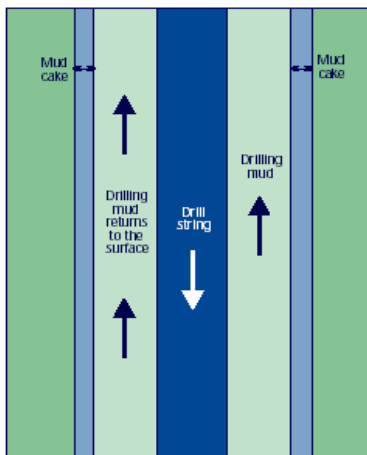
Prerušená cirkulácia porovnávaná so stratou produktivity

Program DOE sa taktiež zaoberá lokalizovaním oblastí, kde sa môže strácať vrtný výplach. Strata vrtného výplachu do okolitej horniny môže tvoriť 20 až 30 % celkových výdavkov na vrt. V prvom rade kvôli strate času na vrtanie a riskovaním vážnych problémov, a to nestability steny vrtu alebo uviaznutie vrtnéj kolóny. Výskumníci vyvinuli valcový plávajúci meter a použili ho spolu s pokročilejším Dopplerovým prietokomerom na zistenie a vyčíslenie strát výplachu. Táto technológia sa práve aplikuje v priemysle. Práca sa teda zameriava na integrovanie meracích zariadení do pokrokového systému na diagnostikovanie vrtných problémov. DOE podporuje testovanie nových, vysoko odolných cementov proti teplu, ktoré redukujú výdavky pri prevrtaní zóny, ktorá môže zapríčiniť prerušenie cirkulácie vrtného výplachu.

Malopriemerové vrty šetria výdavky

Použitím menších ako štandardne rozmerných vrtných dlát a potrubí, sa prechádza na malopriemerové vrtanie, šetriace výdavky pri ťažbe ropy a plynu o 25 až 75%. Výskumníci skúmajú, či malopriemerové vrtanie môže zabezpečiť dostatočné údaje, ktoré by charakterizovali geotermálne ložisko a ohodnotili výdavky na malopriemerové vrtanie. Počiatkové výsledky sú veľmi povzbudzujúce, čo značne rozšírilo malopriemerové vrtanie pri ťažbe geotermálnych zásob.

Zlepšené prístroje na úsporu nákladov



Obr. 3. Princíp výnosu vrtnéj drte výplachom
Fig. 3. Principle of well cleaning during drilling

Aby sa geotermálne zásoby efektívne využívali, zariadenia používané v naftovom priemysle na zhromažďovanie informácií o vrte, musia byť prispôbené na malopriemerové vrtanie a teplotné podmienky. Malopriemerové vrtanie alebo vrtanie s vinutými stúpačkami spájajú povrchové a podpovrchové zariadenia v jeden ucelený kompaktný celok, ktorý je schopný realizovať rôzne spôsoby vrtania. Vinuté stúpačky s väčším priemerom vrtania majú výhodu lepšej hydrauliky a väčšiu odolnosť voči reaktívnemu momentu ponorného motora. Vytvárajú sa meracie zariadenia na počve vrtu, ktoré budú zabezpečovať meranie teploty a spĺňajú požiadavky geotermálneho priemyslu, vrátane pripravovaného nového nezávislého akumulátora, ktorý je napojený na počítačový systém s pamäťou na uloženie informácií. Tieto zariadenia sú už k dispozícii na použitie alebo sú v poslednom štádiu testovania [4].

Budúcnosť

Prostredníctvom práce DOE vo vrtnom priemysle sa geotermálny program neustále vyvíja a vylepšujú sa i vrtné technológie, pričom je koncentrácia úsilia nasmerovaná do tých odvetví, v ktorých sa dajú zredukovať finančné náklady. Redukcia vrtných nákladov podstatne zníži náklady geotermálneho výskumu, čo pomôže k celkovému rozvoju geotermálneho priemyslu a jeho podnikaní v ňom. Na projektovanie, výpočty a sledovanie trajektórie vrtu je potrebné používať počítače s vhodným programovým vybavením. Investície do vrtnéj a výpočtovej techniky sa rýchlo vrátia vo forme ušetrého času pri optimalizácii vrtného procesu a počtom usmerných vrtov, ktoré zasiahnu cieľ.

Záver

Vo všetkých krajinách s podobnými podmienkami a možnosťami ako SR sa venuje veľká pozornosť vrtnej problematike so zameraním na vrtanie a následné využívanie geotermálnej energie, nakoľko konvenčná energia je z roka na rok finančne náročnejšia a nedostupnejšia. Hlavným cieľom je dosiahnuť čo najmenšie investície a čo najväčšiu vyťažiteľnosť ložísk, pričom dôležitým faktorom je aj návratnosť investícií a samotné napredovanie technológií vrtania. Už blízka budúcnosť ukáže, ako sa krajiny disponujúce geotermálnou energiou postavili k problematike využívania tejto nesporne dostupnej, čistej a obnoviteľnej energii.

Práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA č. 1/9365/02.

Literatúra - References

- [1] Pinka, J., Wittenberger, G., Marcin, M., Sidorová, M.: The History of Geothermal Energy in the Area of East Slovakian Neogen in Slovakia from the Time of Geological Works to the Production Tests, 2002
- [2] Pinka, J., Wittenberger, G.: Nové poznatky v oblasti vrtania, ťažby, dopravy a uskladňovania uhľovodíkov, 2002
- [3] Product catalogue 1998/1999 Tarko ENERGI, *The taro pipe system*
- [4] Tkáč, J., Hvizdoš, M., Mešter, M.: Development of Geothermal Energy Exploitation. In: *The Effective Use of Physical Theories of Conversion of Energy 2003*, ZĚU Plzeň, Czech Republic, 2003, pp. 40 - 45. ISBN 80-7082-959-1
- [5] Tkáč, J., Hvizdoš, M., Mešter, M.: Possibilities of Utilization of Renewable Energy Sources in Slovakia. In: *III. Internal Scientific Conference of the Faculty of Electrical Engineering and Informatics ISC '2003*, TU Košice, Slovakia, 2003, pp. 91 - 92. ISBN 80-89066-65-8