

Pohnime rozumom! – 28. časť

Heuréka!

Ing. Štefan HOLAKOVSKÝ
patentová a známková kancelária GENiUM®, Bratislava

MVDr. Peter HOLAKOVSKÝ
Veľký Šariš

V našom seriáli sa snažíme sprístupňovať metódy tvorivého myslenia. Niekoľko predošlých pokračovaní sme zamerali na zvýraznenie toho, že príroda je nevyčerpatelným zdrojom poznatkov, nápadov a už odskúšaných riešení pre vedcov, vynálezcov, technikov, ale aj pre všetkých tvorivých ľudí.

Teraz sa pozrieme na to, čo je to heuristika a ako sa dajú heuristické postupy využiť pri riešení najmä technických problémov. Ponúkame vám viacero príkladov využitia takýchto postupov v technike. Nezabudneme však ani na ukážky toho, ako príroda prakticky použila princípy skoro úplne zhodné s heuristickými postupmi, ktoré z historického hľadiska iba nedávno objavili, sformulovali a kategorizovali vedci venujúci sa výskumu tvorivosti.



Obr. 1 Archimedes na obraze od talianskeho maliara Domenica Fettiho¹

Už Archimedes zvolal: „**HEURÉKA!**“, keď objavil zákon o nadľahčovaní telies. Odtedy milióny vynálezcov a tisíce objaviteľov mohli zakričať to isté. Zvolanie heuréka sa zvykne prekladať ako „**našiel som – objavil**“ alebo „**našiel som to**“, prípadne aj „**už to mám**“.

Ak si zoberieme na pomoc literatúr, zistíme, že slovo heuristika má starogrécky pôvod, ale jeho význam z dnešného pohľadu nie je ešte celkom jednoznačne vymedzený.

V Technickom náučnom slovníku² sa dozvieme toto:

– **heuristika**, veda o metódach a pravidlách objavovania a vynaliezania. Heuristika študuje pravidlá, pomocou ktorých možno získať nové poznatky. Systematická heuristika skúma, ako zvýšiť účinnosť myšlienkových pracovných postupov realizovaných jedincami alebo kolektívmi. Pokračovaním a prekonaním tradičnej heuristiky je tvorivá heuristika, ktorá buduje cestu k riešeniu problémov plánovito, systémovo a systematicky. Využíva poznatky teórie informácií, teórie systémov, experimentálnej psychológie, neurofyziológie, logiky, matematiky a filozofie. Heuristické metódy sú založené na intuícii a logickom myslení, využívajú metódu pokusov a omylov, metódy Monte Carlo, metódy simulácie a experimentu. Moderné metódy systémovej heuristiky vychádzajú z teórie systémov.

V Slovníku cudzích slov³ zistíme, že **heuristika** je:

1. odb. umenie objavovať (ars inveniendi), metodický návod, pomocou akých optimálnych prostriedkov a postupov nájsť nové (myšlienky, fakty a pod.),

„Dajte mi pevný bod
a pohnem zemeguľou aj nehom.“

(Archimedes)

2. hist. metóda získavania, zhromažďovania a triedenia historických prameňov a informácií,
3. kyb. spôsob zápisu programu pre samostatnú počítač, heuristické programovanie; heuristický príd.



Obr. 2

Urobme si teraz malú exkurziu do histórie a pripomeňme si najzaujímavejšie myšlienky významných mysliteľov súvisiace s tvorivou činnosťou.

Už **Ptolemaios** navrhol, aby sa z rovnocenných alternatívnych sústav uprednostnili tie, ktoré sú najjednoduchšie.

Bacon tvrdil, že ak niekto chce začať s istotou, skončí pochybnosťou, ale ak sa uskromní a začne neistotou, skončí s istotou.

1 <http://cs.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A9d%C3%A9s>

2 Technický náučný slovník, II. diel, 2. vydanie, Praha, 1982.

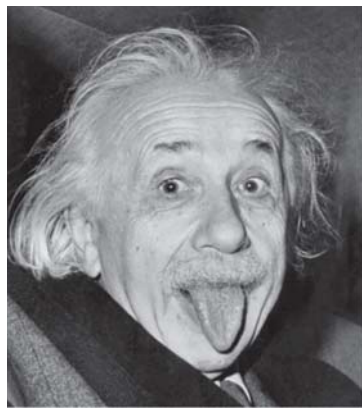
3 Akademický slovník cizích slov. Academia Praha. Druhé, doplnené a upravené slovenské vydanie. SPN, 2005.

Gauss bol presvedčený, že k niektorým svojim všeobecným myšlienkam dospel pomocou plánovitého „ohmatávania“.

Boltzman zdôrazňoval, že je potrebné poskytnúť širokú cestu každému smeru a odstrániť akýkoľvek dogmatizmus.

Vant Hoff odporúčal zostavovať prehľady možných prípadov (tento postup má blízko napríklad k metóde *morfologická analýza* – poznámka Š. H.) a z nich potom urobiť určitý výber.

Mendelejev radil: „Vždy sa dokážte na vec pozrieť aj z opačného stanoviska. V tom je skutočná múdrosť.“



Obr. 3 Albert Einstein⁴

Einstein (aj napriek tomu, že pojem heuristika využil už v názve článku pre časopis *Annalen der Physik* v roku 1905) prekvapujúco predpokladal, že neexistuje metóda, ktorú by bolo možné osvojiť si a systematicky využívať pri hľadaní princípov. Svedčia o tom aj jeho výroky: „... *nieť logickej cesty, ktorá by viedla k všeobecným základným zákonom...*“ alebo: „*Ak sa chcete od teoretických fyzikov dozvedieť niečo o metódach, ktoré používajú, nepočúvajte ich slová, ale držte sa ich činov.*“ (Caude. R. Comment étudier un problème. Paríž 1968.)

Polya sa na heuristiku pozeral viac z didaktického a historického hľadiska, keď ju definoval ako vedu, ktorá sa usiluje zvládnuť problém riešenia problémov, najmä tie myšlienkové postupy, ktoré sú v tomto smere najčastejšie užitočné. Dodáva tiež, že heuristika skúma konanie človeka pri riešení problémov.

Descartes vo svojom nedokončenom diele *Pravidlá na vedenie rozumu* spomína, že sa pokúšal sám dospieť k už známym ob-

javom bez toho, že by poznal postup alebo zdôvodnenie od ich autorov. Uvedomoval si, že pritom využíva určité pravidlá, ktoré mu potom pomáhajú aj pri riešení ďalších problémov. Svoj názor formuloval dost ostro, keď povedal, že je: „... *oveľa lepšie nikdy nemyslieť na hľadanie pravdy o nejakej veci, ako to robiť bez metódy.*“ Pokúsil sa tiež sformulovať metódu, v ktorej do 18 bodov zhrnul „pravidlá na pomoc pri hľadaní mnohých ďalších právd“.

V 18. pravidle sú zaujímavé jeho štyri metodické princípy:

1. Nepriať za pravidlo nič, čo nie je celkom jasné, t. j. vyhnúť sa prenáhlenosti a predpojatosti.
2. Každý zo skúmaných problémov rozdeliť na toľko častí, koľko je potrebné na ich lepšie riešenie.
3. V poznaní začať od najjednoduchších predmetov a postupne prechádzať k najzložitejším.
4. Robiť úplné zoznamy a také všeobecné prehľady, aby sme si boli istí, že sme nič nevynechali (morfologická analýza).

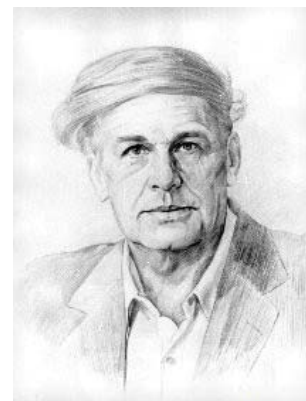
Aj **Galileo Galilei** sa snažil sám sa dopracovať k tomu, o čom počul, že vynášli iní. Dokazuje to aj jeho úvaha potom, čo sa dopočul, že v Holandsku zostrojili ďalekohľad⁵. „*Tento prístroj je nepochybne vytvorený pomocou skiel, jedného alebo viacerých. Jedno je málo. Sklo môže byť buď vypuklé, ... alebo duté. Duté sklá pozorované predmety zmenšujú, vypuklé ich zväčšujú, ale robia ich matnými a nejasnými. Jedno sklo je teda neúčinné; keď som prišiel k spojeniu dvoch rovnakých skiel, došiel som k záveru, že ani pomocou takého spojenia nedosiahnem to, čo očakávam. Preto som sústredil svoje pokusy na preskúmanie toho, čo sa stane, ak spojíme dve rôzne sklá – jedno vypuklé a jedno duté, a dospel som k výsledku, ktorý som hľadal.*“

Veľkú myšlienku sformuloval aj **Leibnitz**, keď **vyhlásil, že existuje niečo dôležitejšie ako najväčšie objavy, a to práve poznanie metódy, ako sa k nim má dospieť.**

V literatúre (aj na internete) nájdeme pojem heuristika napríklad v nasledujúcich spojeniach: heuristické metódy, heuristické postupy, heuristické procedúry, heuristické metódy rozhodovania, heuristické algoritmy, antivírová heuristika, heuristika muzikologická, heuristické a analytické usudzovanie, matematická heuristika, heuristický problém, heuristické pravidlá, heuristické programovanie, heuristický problém, heuristický počítač.

Proces riešenia technických problémov je procesom tvorivým, jedinečným. V tomto procese hrá veľkú úlohu tvorivá schopnosť riešiteľov a často i náhoda. Hoci sme zažili obdobia, keď sa aj rozvoj vynálezcovstva a zlepšovateľstva plánoval pomocou nárastu medziročných koeficientov, bol a možno aj je vžitý názor, že tvorivú činnosť nemožno plánovať, riadiť, algoritmizovať. Pozrime sa na to podrobnejšie.

Pokúsime sa heuristiku priblížiť prostredníctvom niekoľkých vybraných postupov, ktoré možno efektívne aplikovať pri riešení (najmä) technických problémov. Využijeme pritom znalosti z metód **TRIZ** (Teória riešenia izobretateľských zadač) a **ARIZ** (Algoritm riešenia izobretateľských zadač).



Генрих Саулович

Obr. 4 Genrich Saulovič Altšuller⁶

Autorom tejto jednej z najkomplexnejších metód riešenia problémov je **Genrich Saulovič Altšuller**. Altšuller sa už v mladosti začal venovať vynálezaniu (prvý patent získal, keď mal 14 rokov). Ako vynálezca rýchlo pochopil, že aj tvorivé myslenie možno zefektívniť. Neskôr sa vo svojich výskumoch snažil odhaliť príčiny dobrých aj zlých technických riešení. **Zovšeobecnil tvorivé skúsenosti tisícov úspešných vynálezcov.**

Neschodnou sa ukázala cesta získavania tvorivých skúseností priamo od vynálezcov. Len málokto vedeli reprodukovať svoje myšlienkové postupy pri riešení problémov. Ukázalo sa, že väčšina postupovala náhodne, bez použitia nejakých metód. Altšuller sa preto zamerl na prieskum výsledku tvorivého myslenia v oblasti techniky – vynálezu. **V prvej fáze preskúmal viac ako 5-tisíc patentových spisov.** Výsledkom jedného z najrozsiahlejších empirických prieskumov vynálezov bola **klasifikácia**

4 Arthur Sasse/AFP/Getty Images – www.npr.org/blogs/13.7/2011/09/28/140839445/is-einstein-wrong

5 ORLOV, V. *Traktat o v dochnovenii, roždajuščem velikije izobretenija*. Moskva, 1964.

6 www.hcmus.edu.vn/cstc/En/About/Our_Teacher.htm

technických rozporov a klasifikácia heuristických postupov (princípov), ktorými možno efektívne jednotlivé typy rozporov prekonať. Postupne sa mu podarilo (aj napriek značným problémom) spolu s ďalšími nadšencami preskúmať viac ako 40-tisíc patentových spisov, čo bolo výborným základom presadzovania a zdokonaľovania tejto mimoriadne účinnej metódy.

Prevratnosť Altšullerovho algoritmu vynaliezania spočíva v tom, že z procesu riešenia technických problémov vytvára programovanú kreatívnu činnosť, v ktorej sa striedajú a dopĺňajú **logické aj fantazijné myšlienkové operácie**.

ARIZ je súbor pokynov na vykonávanie jednotlivých tvorivých myšlienkových operácií. Tie riešiteľ (vynálezca) vykonáva postupne, po krokoch – algoritmicky. Metóda je okrem iného unikátna tým, že priamo vyzýva jej používateľov, aby ju vylepšovali. ARIZ 61 obsahoval 15 krokov, ARIZ 68 už 25 krokov. ARIZ 77 obsahuje 31 krokov a proces tvorenia je usporiadaný do siedmich etáp. Súčasťou metódy sú i špeciálne pomôcky, najmä **súbor heuristických postupov** na prekonávanie fyzikálnych rozporov. ARIZ 77 ponúka 23 heuristických postupov. Ich využívanie je rozpracované až na úroveň odporúčacej tabuľky. **Tabuľka heuristických postupov** pomáha pri výbere vhodných postupov na odstraňovanie technických rozporov. V niektorých ďalších pokračovaniach nášho seriálu si túto metódu priblížime podrobnejšie.

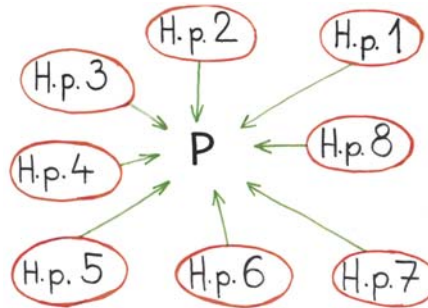
V tomto pokračovaní nášho seriálu využijeme to, že sám **Altšuller odporučal jeho metódu adaptovať a vylepšovať**. Teraz ju využijeme iba na to, aby sme naznačili trochu konkrétnejšie, čo sú to heuristické postupy v nadväznosti na TRIZ/ARIZ. Z ARIZ 77 vyberieme postupne niekoľko heuristických postupov (vzhľadom na užší výber nebude ich číslovanie totožné s číslovaním v ARIZ 77). Jednotlivé **postupy doplníme o ďalšie príklady** (aj z vlastnej vynálezcovskej praxe) a našim prínosom možno bude i to, že ponúkneme adekvátne príklady z prírody.

Heuristické postupy

Predstavme si, ako postupuje klasický vedec, výskumník, konštruktér pri riešení problému **P**. Čo urobí? Zamyslí sa, preštuduje dostupnú literatúru (niekedy aj patentovú), doplní si svoje doteraz získané vedomosti a skúsenosti... a zistí, ako sa to robilo doteraz. V jeho mysli sa začne udomáčňovať tzv. „vek-

tor zotrvačnosti myslenia“. Už bude vedieť, ako by mal postupovať tak, aby si neurobil hanbu nejakým „uleteným“ riešením. Vykoná pár myšlienkových pokusov a buď nájde riešenie, alebo napíše zdôvodnenie, prečo sa to nedá.

V prípade využitia heuristických postupov mu už samotné oboznamovanie sa s jednotlivými postupmi a príkladmi núka netradičné pohľady na problém a predkladá aj nejaké všeobecné praxou overené riešenia. Nenásilne mu pritom pomáha rozbiť jať „vektor zotrvačnosti myslenia“.



Obr. 5 Schéma využitia heuristických postupov

Pri použití tejto metódy si riešiteľ prečíta Heuristický postup č. 1 (**H. p. 1**), ktorý mu ponúka niekoľko nových pohľadov na riešenie problému. **Rozdelenie – zjednotenie** v najrozličnejších podobách bolo využité v mnohých riešeniach na úrovni vynálezov.

Ani vtedy, keď sa riešiteľovi zdá, že našiel správne riešenie, neprestáva uvažovať. Postupne si prečíta ďalšie heuristické postupy a necháva sa inšpirovať (H. p. 2, H. p. 3, H. p. 4, H. p. 5, H. p. 6, H. p. 7...) Ak mu napadnú nejaké riešenia, zaznamenáva si ich a prípadne ich kombinuje s ďalšími nápadmi. Ak takto postupuje, zvyšuje sa predpoklad, že nájde zaujímavé netradičné riešenie mimo vektora zotrvačnosti myslenia.

Prax dokazuje, že takéto univerzálne postupy sú prekvapujúce práve tým, že **núkajú nové nápady** nezávisle od toho, aký problém sa práve rieši. Sú vlastne univerzálnym výberom, ktorý zvyšuje pravdepodobnosť nájdenia riešenia daného problému.

V rámci výcvikov manažérov spoluautor príspevku (Š. H.) odskúšal aj ním modifikovanú metódu heuristických postupov, ktorú nazval **Transfer heuristických postupov**. Táto metóda bola založená na využití heuristických postupov núkajúcich príklady z techniky pri hľadaní analogických riešení netechnických manažérskych problémov.

Cvičenia potvrdili, že heuristické postupy sú užitočné bez ohraničení na oblasť, disciplínu, smer či odbor, v ktorom problém je, alebo kde by sa očakávali jeho riešenia.

Na praktické odskúšanie metódy heuristických postupov sme pre vás pripravili výber postupov, o ktorých vieme, že boli vo vývoji techniky veľakrát použité, a to aj bez toho, aby ten, kto ich použil, vedel niečo o heuristike.

Jednotlivé postupy majú viacero základných možností, ktoré sa prípadne delia na ďalšie, a sú pri nich uvedené vybrané príklady z praxe. Máme odskúšané, že pri riešení ľubovoľných problémov pomôže, ak prejdete jednotlivými krokmi a príkladmi (aj keď možno zdanlivo formálne). Snažte sa zamýšľať nad tým, či by sa nedal postup využiť pri riešení problému, ktorým sa práve zaoberáte. Príklady vás budú nútiť (v dobrom slova zmysle) pozerat' sa na problém z iného zorného uhla ako doteraz. To môže pomôcť pri nachádzaní nových riešení nezaťažených, už spomínaným, „vektorom zotrvačnosti“ myslenia.

Heuristický postup č. 1 Rozdelenie – zjednotenie

a/ Rozdeliť na časti

Napríklad:

- Stany.
- Šupiny – rohovinové platničky ako vzor segmentovaného brnenia.



Obr. 6 Pásavec štetinový – pravzor segmentového (deleného)brnenia⁷

- Brnenie.



Obr. 7
Lahké segmentované brnenie, ktoré používali nin-džovia.⁸

7 www.zoobratislava.sk/?fotogaleria-1&galeria=pasavec-stetiny&obrazok=13

8 <http://konoha.fjfi.cvut.cz/?q=ninja-v-realite2>



Obr. 8 Moderný transportér⁹ má delené (segmentované) brnenie – ako pásovec

- Skladací meter („colštok“).
- Lode s hermeticky uzatvárateľnými komorami.
- Keď som (Š. H.) pred rokmi pracoval v BAZ (Bratislavské automobilové závody) na vývoji výfukových systémov, hlavným problémom bolo, že po návrhu výfuku trvalo niekedy aj viac ako rok, kým sa myšlienka premenila na funkčný výfuk, ktorého vlastnosti sme mohli zmerať. Navrhli sme stavebnicu (rôzne plášte, priehradky, rúrky, spojky), ktorá umožňovala zrealizovať naše nápady aj skôr ako za hodinu. Vďaka tomu sa nám podarilo vyvinúť výfukové systémy, ktoré umožnili vývoz nakladačov UNC 151 do viac ako 20 krajín. Taktiež sme vyvinuli výfuky pre ťahače návesov LIAZ, ktoré mali lepšie parametre ako porovnávané zahraničné výfuky od firiem Donaldson a Eberspacher.
- Maskovanie rozdelením jednofarebnej plochy na farebné časti, zebra, chameleón, chobotnica a veľa ďalších druhov zvierat.
- Chrbtica – rozdelenie na množstvo stavcov jej dáva pružnosť a ohybnosť.
- Umelé srdce – namiesto jedného orgánu dve čerpadlá.
- Väčšina konštruktérov umelej náhrady srdca sa snažila o vytvorenie mechanickej kópie živého orgánu. Z toho dôvodu aj umelé srdcia pozostávali z komôr, predsiení a chlopní. Prelom v tejto oblasti nastal nedávno, keď českí lekári vytvorili funkčnú umelú náhradu srdca pozostávajúcu z dvoch mechanických čerpadiel.¹⁰
- Čerpadlo umelého srdca môže byť aj príkladom zjednotenia srdcovej predsieň a komory.

b/ Zväčšiť stupeň rozdelenia

Napríklad:

- Kníhtlač – pečiatka – písací stroj – ihličková tlačiareň – laserová tlačiareň.
- Šrapnel.
- Vlákno – mikrovlákno.

- Zvyšovanie rozlišovacej schopnosti displejov a skenerov zmenšovaním reprodukovateľných, resp. snímaných bodov je tiež zväčšovaním stupňa rozdelenia.

c/ Oddeliť nežiaducu časť, zvýrazniť potrebnú časť

Napríklad:

- Odpojiteľné ťahače.
- Odpojiteľný použitý raketový motor.
- Zrážky lietadiel s vtákmi pri pristávaní alebo štarte spôsobili viacero ťažkých katastrof. Na niektorých letiskách na odpláštenie vtákov používajú vycvičené dravce (sokoly, jastraby, orly...). V USA patentovali spôsob na zastráňovanie vtákov v blízkosti letísk. Spôsob je založený na tom, že z reproduktorov rozmiestnených okolo štartovacích a pristávacích dráh počuť krik vylákaných vtákov, ktorý bol predtým nahraný. Oddelenie poplašného vtáčieho kriku od jeho nositeľa, následné zosilnenie a vysielanie z reproduktorov je vlastne využitím Heuristického postupu č. 1.
- Jašterica – oddelenie chvosta – falošný cieľ.
- Hlavonožce – oblak farbiva ako falošný cieľ.

d/ Zjednotiť rovnocenné objekty do spoločného systému

- Reťaz, lano, retiazka.
- Vozne vlaku.
- Píla, reťazová píla.
- Tehly – kvádre – panely – múr.
- Hrebeň – kefa.
- Zoskupovanie zvierat do krdľov, stád a húfov zvyšuje bezpečnosť jedinca.
- Pancier korytnačky – spojenie rohovitých doštičiek do jedného celku – prazvor zjednoteného brnenia.



Obr. 9¹¹



Obr. 10 Tank s jednotným brnením¹²

- Chrup – rad zubov.
- Aj teleskopické antény, ďalekohľady, objektívy využívajú zjednotenie rovnocenných objektov do spoločného systému. Používa sa pritom aj jeden z ďalších heuristických postupov.
- Toaletný papier bol niekedy balený tak, že jednotlivé listy boli preložené, poskladané na seba a spoločne zabalené. Trvalo dosť dlho, kým niekto prišiel na to, že bude ekonomickejšie a praktickejšie toaletný papier vyrábať v kotúčoch s perforovaním umožňujúcim odtrhnutie potrebných kúskov. Keď si uvedomíme, že ide o predmet dennej (s)potreby a predstavíme si vyrábané množstvá, iste oceníme tento princíp rozdelenia – zjednotenia.



Obr. 11 Kotúčové balenie toaletného papiera

Toaletný papier bol dlho vyrábaný ako jednovrstvový (najprv skladaný, neskôr rolovaný). Potom niekto prišiel s ďalším praktickým nápadom vyrábať ho viacvrstvový. Možno ani nevedel, že využil heuristický postup: zjednotiť rovnocenné objekty do spoločného systému. Spoločné balenia 2, 4, 6, 8... roliek toaletného papiera je ďalším využitím tohto heuristického postupu.



Obr. 12 Viacvrstvový toaletný papier

- Včelí plást je ukázkou geniality prírody. Usporiadanie šesťuholníkových komôrok predstavuje najefektívnejšie využitie stavebného materiálu. Toto zjednotenie rovnocenných objektov do spoločného systému má aj ďalšie výhody – napríklad ľahkosť, odolnosť a vysokú pevnosť. To už pár desaťročí využívajú konštruktéri automobilov a lietadiel, ale aj stavbári.
- Pri vývoji výfukov v BAZ sme sa snažili dosiahnuť požadované parametre čo najmenším počtom jeho dielov. O jednom

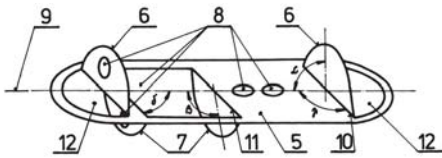
9 http://img.cas.sk/img/11/article/428849_namer-transporter-izrael.jpg

10 Pozri napr. Holakovský, Š., Holakovský, P. Pohnime rozumom! – 26. časť; Bionika a ľudské telo. In *Duševné vlastníctvo*, 2012, roč. XVI, č. 4, s. 27-28.

11 www.korytnacky.sk/files/img/poda0.jpg

12 http://images1.wikia.nocookie.net/_cb20110120041639/turtledove/images/thumb/8/80/T34.jpg/300px-T34.jpg

z týchto prístupov svedčí aj riešenie, ktoré bolo chránené autorským osvedčením SK 198719, pri ktorom som navrhol (Š. H.) všetky vnútorné diely zjednotiť do jedného spoločného objektu. Kompletizácia a výroba by bola podstatne jednoduchšia ako klasickým postupom. Výhody by sa uplatnili najmä pri výrobe veľkého množstva a pri využití robotov.



Obr. 13 Tlmič výfuku (AO 198719) autor/pôvodca Ing. Š. Holakovský

- Keramické platničky sú základom konštrukcií tepelných štítov raketoplánov. Výhodou takéhoto tepelného štítu je, že po výmene poškodených (opotrebovaných) platničiek je znova použiteľný.



Obr. 14 Tepelný štít raketoplánu zložený z keramických platničiek¹³

e/ Časovo zjednotiť operácie

Napríklad:

- Výrobný pás.
- Strelba cez vrtuľu.
- „Zelená vlna“.
- Počítačové siete.
- Princíp filmovej techniky.
- Princíp videotechniky.

3D tlačiarne – rozdelenie, zjednotenie a časové zjednotenie operácií

Pri 3D tlači sa využíva Heuristický postup č. 1 dokonca až v troch verziách. Materiál, z ktorého 3D tlačiarne objekty tlačí, je väčšinou vo forme prášku alebo tekutiny. Tento materiál sa najprv **rozdelí** na drobné čias-

točky prášku alebo kvapôčky tekutiny, ktoré sa nanášajú v tenkej vrstve. Potom nasleduje ich **zjednotenie** (spojenie) pomocou tepla, svetla (laser, UV) alebo chemickej reakcie. Celý tento proces musí byť časovo presne zosynchronizovaný, čo je heuristický postup – **časové zjednotenie operácií**.



Obr. 15 Dýza raketového motora vyrobená 3D tlačiarňou¹⁴

Už niekoľkokrát sme sa divili, na aké rôzne účely je možné použiť 3D tlač. Spočiatku to vyzeralo tak, že sa pomocou nej budú dať tlačiť iba hračky alebo drobné úžitkové predmety, prípadne ich časti. Situácia v tejto oblasti sa však mení každým dňom, a to, o čom sme písali pred pár dňami, dnes už neplatí. Výrazne sa zmenili rozmery 3D tlačiarne, ale i materiály používané na tlač. 3D tlačiarne už dokážu vytlačiť pevnejšie a rozmernejšie predmety, žive tkanivá, ba dokonca aj stavby.

Nedávno obieha mediami informácia o funkčnej zbrani vytlačenej na 3D tlačiarne. Najnovšia správa o 3D tlači však určite prekonáva všetky predstavy o tom, na čo sa dá 3D tlač využiť. S novinkou prišla kozmická agentúra NASA. Výroba zložitých súčiastok pre rakety a iné kozmické zariadenia si vyžaduje zložitú technologickú operáciu, náročné na čas a ich výroba je drahá. Napríklad tradičná výroba dýzy raketového motora trvá šesť mesiacov a stojí 10-tisíc dolárov. Je to zložitý zariadenie s piatimi zvarmi, náročné na presné opracovanie. Počas prevádzky raketového motora musí dýza odolávať teplote 3300 °C, ktorá vzniká pri horení kyslíka a vodíka. Tím inžinierov z NASA nedávno vykonal skúšky prototypov dýz vyrobených na 3D tlačiarne metódou selektívneho laserového tavenia. Pri doterajších testoch sa ukázalo, že dýzy vyrobené 3D tlačou nie sú horšie, ako tie, ktoré boli vyrobené doterajšími postupmi. Aj po 11 zážihových testoch pri teplote horenia vodíka a kyslíka zostali v takom dobrom stave, že budú podrobené ďalším testom ich odolnosti. Čas potrebný na výrobu dýzy sa pri 3D tlači skrátil zo 6 mesiacov na 3 týždne a výrobná cena sa znížila na menej ako polovicu.¹⁵

Záverom si dovoľme podotknúť, že táto, mimo bývalého Sovietskeho zväzu, pomerne málo známa metóda (TRIZ/ARIZ) si po roku 1990 rýchlo získala popularitu vo svete. Využívajú ju napríklad firmy Hitachi, Mitsubishi, Motorola, NASA, Procter & Gamble, Philips, Samsung, Siemens...¹⁶

Na Slovensku sme ju propagovali už v osemdesiatych rokoch. V niektorých ďalších pokračovaniach seriálu Pohnime rozumom! si o nej povieme viac.

Literatúra a internetové zdroje¹⁷

- ALTŠULLER, G. S. *Algoritmy izobretenij*. Moskva : Moskovskij rabočij, 1973.
- ALTŠULLER, G. S. *Tvorčestvo kak točnaja nauk*. Moskva : Sovjetskoje radio, 1979.
- ALTŠULLER, G. S., SELJUCKIJ, A. B. *Krylja dlja Ikara*. Petrozavodsk : Karelija, 1980.
- BENEŠ, J., HOLAKOVSKÝ, Š. *Metodika TRIZ pri riešení technických problémov*. In *Aktuálne otázky teórie a praxe vynálezcovstva*. Bratislava, 1984.
- HOLAKOVSKÝ, Š. *Metódy zvyšovania produktivity technickej tvorivej práce*. Bratislava : Inštitút pre výchovu vedúcich pracovníkov SLOVCHÉMIA, 1987.
- Technický náučný slovník*. II. diel. 2. vydanie. Praha, 1982.
- Slovník cudzích slov* (Druhé, doplnené a upravené slovenské vydanie. SPN, 2005. Preklad z Akademického slovníka cizích slov, Academia Praha.)
- ORLOV, V. *Traktat o vdochnovenii, roždajuščem velikije izobretenija*. Moskva, 1964.
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A9d%C3%A9s>
- www.triz.cz/z-prirodnich-ved-do-techniky-a-zpet-podle-triz/
- www.hmat.sk/technologie/laser-sintering-eos
- http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Discovery%27s_heat_shield.jpg
- www.xtriz.com/publications/AccelerateInnovationWithTRIZ.pdf

Obrázok č. 2, 5 a 13 autor Š. Holakovský

Obrázok č. 11 a 12 P. Holakovský

*Pokračovanie
v Duševnom vlastníctve č. 4/2013*

THINK IT! – PART XXVIII

Eureka!

HOLAKOVSKÝ, Š., HOLAKOVSKÝ, P.

Clarifying the concept of heuristics. Selected relevant statements of eminent thinkers. How the problem-solving methods TRIZ, ARIZ were originated and who is G. S. Altšuller. What are heuristic procedures. Heuristic procedure No. 1 Division – Unification and examples of its use.

¹³ http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Discovery%27s_heat_shield.jpg

¹⁴ www.osel.cz/index.php?clanek=7035

¹⁵ www.hmat.sk/technologie/laser-sintering-eos

¹⁶ www.xtriz.com/publications/AccelerateInnovationWithTRIZ.pdf

¹⁷ Všetky odkazy na elektronické pramene v tomto článku vo vzťahu k jeho obsahu platné k 19. 8. 2013.