

ZDOKONALENÝ ELEKTRÓNKOVÝ ČASOVÝ SPÍNAČ NA AUTOMATICKÝ ODBER DESTILÁTU

ŠTEFAN PLŠKO

*Katedra technológie ropy a uhľovodíkových plynov Slovenskej vysokej školy technickej
v Bratislave*

Destilát sa z laboratórnych dlho pracujúcich frakčných kolón odoberá najčastejšie otváraním elektromagnetického ventilu tak, že zo spätného toku na hlave kolóny sa odoberie určitá časť kvapaliny periodicky vždy po udaných intervaloch. Ručná obsluha otvárania ventilu je nespoľahlivá a unavujúca, preto sa odber automatizuje časovým spínačom. Spínač má obsahovať dve regulovateľné časové základne. Jednou sa nastavuje doba uzavretia ventilu prakticky v rozmedzí 1—15 minút a druhou doba otvorenia ventilu (asi 0,5—20 sekúnd). Pomerom obidvoch časov možno nastaviť refluxný pomer.

Pri dlhých spínacích dobách presnejšie pracujú motorom poháňané mechanické časové spínače. Nimi sa však ťažko dosahuje regulácia obidvoch časov. Najvýhodnejšie sa preto ukázali elektrónkové časové spínače s plynulou reguláciou dvoch časov od seba nezávislých. V podstate sa tu pre obidva časy využíva doba nabíjania dvoch kondenzátorov cez regulované odpory. Každý z kondenzátorov je pripojený na riadiacu mriežku príslušnej elektrónky, ktorou pred nabitím anódový prúd neprechádza, pretože mriežka má veľké záporné predpätie. Kondenzátory sa nabíjajú striedavo. Najprv sa nabíja prvý kondenzátor (doba uzavretia ventilu); na mriežke postupne vzrastá napätie od zápornej hodnoty ku kladnej a pri určitom jej napätí začne prechádzať elektrónkou anódový prúd, ktorý sa ďalším nabíjaním zvyšuje podľa krivkovej charakteristiky elektrónky. Relé zapojené v tomto anódovom obvode prechodom prúdu pritiahne svoju kotvu, spojí sa kontakt otvorenia ventilu a kontakt pre nabíjanie ďalšieho kondenzátora so systémom elektrónky a relé, určujúcim dobu otvorenia ventilu. Po nabití druhého kondenzátora pritiahne sa relé v anódovom obvode druhej elektrónky a spojí sa kontakt, ktorým sa vybije prvý kondenzátor, pričom relé prvej elektrónky odskočí a vybije druhý kondenzátor, čím sa všetko uvedie do pôvodnej polohy a postup sa opakuje. Predĺženie doby nabíjania je dané kapacitou kondenzátora alebo veľkosťou predradených odporov pre nabíjanie, ktorými regulujeme požadované doby.

Kotva každého relé sa má priťahovať skokom, aby sa príslušné kontakty spínali naraz. Keby sme použili relé, ktoré spína len pri silnejšom anódovom prúde, priťahovanie by bolo priebehom dlhých dób pomalé, lebo anódový

prúd rastúci s nabíjaním kondenzátora nestačí pri malých hodnotách na úplné pritiahnutie kotvy. Malo by to za následok, že kontakty by sa nespínali naraz a vznikla by nepresnosť časov. Preto sa pri doterajších elektrónkových spínačoch používajú citlivé relé, ktoré spínajú skokom aj pri dlhších dobách. Ich kotva sa priťahuje už pri 2 mA, t. j. hneď pri vzniku anódového prúdu. V tomto počiatočnom pracovnom bode sa dajú časy presne reprodukovat'. Citlivé relé sú však vzácnosťou. Môžeme ich zhotoviť previnutím špeciálnych telefónnych relé drôtom priemeru 0,05—0,08 mm o takom počte závitov, aby spínali pri 2—3 mA. Aby relé zapínali skokom, musíme upraviť a predpružiť aj dotykové perá.

Vzorný spínač s previnutými citlivými relé na odber destilátu zostrojili vo Výskumnom ústave organických syntéz v Pardubiciach-Rybitví, ktorým dosiahli najdlhšie časy 200 sekúnd s presnosťou $\pm 2\%$. Ďalšie zvyšovanie času malo za následok zväčšenie nepresnosti. Inšpirovaní schémou spínača z Pardubic postavili sme elektrónkový časový spínač, pri ktorom sme použili bežný typ dostupnejších relé bez previnutia a osobitnou úpravou ich zapojenia sme dosiahli predĺženie časov a spresnenie doby. Podstata úpravy je takáto:

Do anódového obvodu elektrónky pre dlhé doby sme zapojili časovacie relé REL 1 (pozri schému) s jedným spínacím kontaktom K 1. Aby sa umožnilo predĺženie doby nabíjania kondenzátora C 1, použili sme menej citlivé relé, spínajúce len pri kladnejšom potenciáli na mriežke, t. j. pri silnejšom anódovom prúde. V skutočnosti sme použili polarizačné relé z nemeckého trofejného materiálu, ktoré spínalo už pri 2,5 mA, preto sme ho úmyselne znecitlivením prepojením drôtovým potenciometrom R 18, ktorým tak isto možno nastaviť veľkosť časovania dlhej doby. Možno však použiť aj iné jednokontaktné relé spínajúce približne pod 30 mA, ktoré spĺňa ďalej uvádzané podmienky. Kotva málo citlivého relé sa totiž pri dlhých dobách priťahuje pomaly. Keďže relé obsahuje len jeden spínací kontakt, pomalé priťahovanie nie je na závalu, ale sa pritom môže vyskytnúť mechanická chyba, ktorá pri citlivých relé je nebadateľná. Pri pomalom priklápaní kotvy musí mať relé zakaždým rovnaký mechanický odpor. Bežne je tento odpor daný kontaktnými perami, ktoré pritom ešte kľžu po zosilňovacích perách. V takomto prípade je reprodukovateľnosť odporu nespoľahlivá a spínacie doby sú nepresné. Preto je potrebné zvoliť akékoľvek relé, ktoré obsahuje len jedno kontaktné pero bez klzných elementov, pričom kotva je priamo upevnená na kontaktnom pere. Pri spínaní nenastáva potom nijaké trenie a odpor je daný len ohybom jediného kontaktného pera na jednom konci upevneného. Reprodukovateľnosť mechanického odporu je potom konštantná a spínacie doby sa úplne spresnia. Tejto požiadavke vyhovuje práve polarizačné relé, pri ktorom treba len správne pólovať prívod prúdu a skrutkou zregulovať protikontakt.

Spojením kontaktu K 1 pritiahne sa potom skokom viackontaktné neutrálne relé REL 2, ktoré koná hlavnú spínaciu funkciu. Môže byť aj bežné menej kvalitné telefónne relé, spínajúce pod 30 mA. Podobného typu je aj REL 3, ktoré sa tak isto priťahuje skokom, lebo je určené len pre krátke doby (do 20 sekúnd), keď sa už mechanická závalda neprejaví.

Pre zvýšenie presnosti je ďalej dôležitá úprava vybíjania kondenzátora C 1 pre dlhé časy. Pri krátkodobom spojení kontaktu K 6 nestačí sa kondenzátor C 1 úplne vybiť, takže ostávajúci nevybitý prúd (hoci i malý) ovplyvní ďalšie doby, ktoré postupne skra-

čuje. Táto nepresnosť sa prejaví najmä pri dlhých dobách. Preto sme na predĺženie doby spojenia K 6 zvolili odpor R 37 čo najväčší, aby sa kondenzátor C 2 vybíjal pomaly, pričom REL 3 neodskočí už tak rýchle. Okrem toho sme vybíjací odpor R 38 zvolili podľa možnosti malý, aby sa vybíjanie kondenzátora C 1 dialo rýchle a dokonale. (Nesmie však byť taký malý, aby nastalo iskrenie a opalovanie na kontakte K 6 pri vybíjaní.) Pre zlepšenie vybíjania odporúčame použiť pri REL 3 dva spínacie kontakty vybíjania pracujúce súčasne, pričom ich spínacie dotyky by boli tak ohnuté, že najprv by sa spojil kontakt K 6 cez odpor R 38 a ihneď potom kontakt K 7 (v schéme nenaznačený), ktorý by spojoval C 1 nakrátko s kostrou. Túto možnosť sme ešte nepreskúšali.

Spínač pozostáva z bežnej usmerňovacej časti striedavého prúdu, kde sme použili normálnu usmerňovaciu elektrónku AZ 1 alebo AZ 11. Usmerný prúd je filtrovaný elektrolytickými kondenzátormi C 3 a C 4, ako aj tlmivkou Tl. Pre obidve časové základy sme použili bežné dostatočne výkonné koncové elektrónky EBL 21. Elektrónky pracujú ako trióda. Možno ich nahradiť aj inými výkonnými elektrónkami. Najdôležitejšia je kvalita kondenzátora C 1 pre dlhé časy. Jeho skúšobné napätie má byť aspoň 1500 V. Ináč pri dlhších spínacích dobách vplyvom atmosferickej vlhkosti nastáva zmena povrchového odporu izolátorov a pri nižšom skúšobnom napätí by mohol nastať čiastočný prieboj cez vzduch, čím by spínacie doby boli skreslené. Kondenzátor má byť neelektrolytický (papierový), najlepšie zaliaty v plechovej krabici dobrým elektroizolačným tmeľom. Podobný má byť aj krátkodobý kondenzátor C 2, skúšobné napätie však postačí nižšie.

Dlhú dobu jemne nastavujeme reguláciou lineárneho potenciometra R 3 a hrubo odpormi R 4 až R 15. Podobne aj krátke doby pri druhej časovej základni regulujeme potenciometrom R 22 a odpormi R 23 až R 34. Miesto R 23 až R 34 možno použiť lineárny potenciometer 1 M/0,5 W. Prístroj zapojený podľa schémy poskytuje dlhé spínacie doby od 1 sekundy asi do 45 minút. Pre odber destilátu nepotrebujeme už taký veľký rozsah, preto sme nastavili potenciometrom R 18 najdlhšie regulované doby približne na 15 minút. V tomto prípade sa dá odpormi jemnejšie regulovať doba.

Spínač pracuje spoľahlivo, avšak na začiatku (pravdepodobne vplyvom ešte nerovnomerného vybíjania kondenzátora C 1) je po nastavení doby odpormi spínací čas oniečo dlhší, potom sa postupne skracuje stále o menší rozdiel, až sa ustáli. Tak boli napr. zmerané nasledujúce časy: 950''; 937''; 936,5''; 935''; 935''; 935'' a posledné doby boli na sekundu konštantné počas ďalších 10 meraní. Potom sme na okamih regulačné odpory nastavili na krátke doby pri stále zapnutom spínači na siet a znovu sme prešli na pôvodnú dlhú dobu, pričom sme namerali tieto doby: 955''; 937''; 936,5''; 936,2''; 935,9''; 936''; 935,9''; 935,9'' atď. V ďalšom meraní priebehom 12 hodín boli posledné hodnoty značne dlho konštantné a len po určitom čase nastalo pozorovateľné skrátenie doby v jednom prípade na 931'', načo sa doby znovu vyrovnali na hodnotu 935 sekúnd. Keď vezmeme do úvahy najvyššiu ustálenú dobu 936'' a najnižšiu 931'', najväčší rozdiel medzi nimi bol 5 sekúnd, čo je chyba merania $\pm 0,27\%$ pri 935 sekundách. Presnosť je teda aj pri dlhšej dobe veľmi dobrá. Z uvádzaného vyplýva, že len počiatočných 5 meraní je nepresných. Pri kratších dobách sa začiatočná nepresnosť percentuálne ešte znižuje. Pri časoch napr. 142 sekúnd bola už tretia spínacia doba ustálená a priebehom 24 hodín bola konštantná na 1 sekundu. Dá sa preto očakávať, že aj doba približne 30-minútová bude po ustálení dostatočne presná.

Pri druhej časovej základni možno reguláciou odpormi dosiahnuť časy od 0,2 do 20 sekúnd. Doby sú aj pri 20 sekundách presne reprodukovateľné. Prúd pre diaľkové otváranie ventilu môžeme priviesť pri X a po zapnutí kontaktu K 3 odvieť pri Y alebo na-

opak. Súčasne so zapnutím K 3 spojí sa aj kontakt K 4 pre rozsvietenie signalizačnej žiarovky Ž 1, ktorá indukuje otvorenie ventilu. Zapnutie spínača na sieť trvale indikuje žiarovka Ž 2. Obidve žiarovky sú na 6,3 V napätie o 0,3 A. Odporúčame napájať spínač prúdom zo stabilizátora napätia, prípadne stabilizačnú elektrónku s príslušenstvom zabudovať priamo do spínača.

Činnosť prístroja uvedeného v schéme je takáto: Po zapojení spínača na sieť vyzeravia sa elektrónky E 1 a E 2. Na ich mriežkach vznikne silné záporné predpätie dané odporom R 17 a R 36, takže elektrónkami prúd neprechádza. Kladný usmernený prúd z deliaceho odporu R 1 začne prechádzať cez kontakt K 5, potom cez zrážaci odpor R 2 a cez regulačné odpory R 3 až R 15, pričom sa dostane na kondenzátor C 1, ktorý sa začne nabíjať. Doba nabíjania udáva dobu uzavretia ventilu. Po určitom nabití narastie na mriežke elektrónky E 1 také veľké predpätie, že elektrónkou prechádza dostatočne silný prúd a kotva REL 1 sa pomaly prítahuje, až sa spojí kontakt K 1. V tom okamihu prechádza cez REL 2 silný prúd, jeho kotva sa prítiahne skokom, čím sa vypne kontakt K 2, súčasne sa zapne kontakt K 3 pre otvorenie ventilu a spojí sa aj kontakt K 4 pre rozsvietenie signalizačnej žiarovky Ž 1. Odpojením kontaktu K 2 preruší sa vedenie nakrátko spojeného kondenzátora C 2. Tým sa umožní prietok kladného usmerneného prúdu od deliaceho odporu R 20 cez odpory R 21 až R 34 ku kondenzátoru C 2, ktorý sa od toho okamihu začne nabíjať. Doba nabíjania udáva čas, po ktorý je ventil otvorený. Počas jeho nabíjania sú kotvy REL 1 a REL 2 pritiažené. Keď je kondenzátor C 2 tak silne nabitý, že elektrónkou E 2 začne prechádzať anódový prúd, prítiahne sa kotva REL 3. Tým sa kontakt K 6 spojí a K 5 rozpojí. Spojením K 6 sa vybije kondenzátor C 1, tým prestane tiecť prúd elektrónkou E 1, čím kotvy REL 1 a REL 2 odskočia do pôvodnej polohy a kontakty K 1, K 3 a K 4 sa rozpoja. (Rozpojením K 5 sa súčasne preruší nabíjanie kondenzátora C 1.) Kotva REL 3 je pritiažená pomerne krátku dobu, keďže odskočením REL 2 sa spojil kontakt K 2, ktorý hneď vybíja kondenzátor C 2. (Toto vybíjanie má byť pomalé.) Vybitím C 2 prestane tiecť elektrónkou E 2 anódový prúd, kotva REL 3 odskočí a tak sa všetky kontakty uvedú do pôvodnej polohy ako na začiatku pre začatie nového cyklu.

Hodnoty súčiastok v uvedenej schéme:

R 1	80 K/1 W	R 20	80 K/1 W
R 2	20 K/0,5 W	R 21	5 K/1 W
R 3	lin. potenc. 1 M/0,5 W	R 22	lin. potenc. 0,1 M/0,5 W
R 4-15	1 M/0,5 W	R 23-34	0,1 M/0,5 W
R 16	1 K/2 W	R 35	1 K/2 W
R 17	5 K/6 W	R 36	5 K/6 W
R 18	drôt. potenc. 50—200 ohm/1 W	R 37	15 K/1 W
R 19	5 K/6 W	R 38	60 ohm/1 W

C 1 12 μ F/1500 V (skúšob. napätie), papierový neelektrolytický

C 2 2 μ F/1000 V (skúšob. napätie), papierový neelektrolytický

C 3, C 4 32-50 μ F/500 V elektrolyt.

Tl tlmivka 5 Henry, 100 mA

Sieť. transformátor 220 V/2 \times 300 V,

6,3 V, 4 V, celk. zaťaženie 100 mA

Elektrónky: AZ 1, (AZ 11), EBL 21 (2ks)

REL 1 polarizačné relé jednokontaktné (pohyb bez trenia), spínací prúd 2 až 30 mA

REL 2 a REL 3 neutrálne telefónne relé, spínajúce do 30 mA

Ž 1, Ž 2 žiarovky 6,3 V/0,3 A.

taktné relé, napájané osobitne prúdom z usmerňovacej časti, ktoré potom pracuje podobne ako pri doterajších spínačoch. Dôležité je úplné vybíjanie časovacích kondenzátorov, ako aj použitie prúdu o stabilizovanom napätí.

Došlo do redakcie 18. I. 1955

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ЛАМПОВЫЙ ВКЛЮЧАТЕЛЬ С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ К АВТОМАТИЧЕСКОМУ ОТБОРУ ДЕСТИЛЛЯТА

ШТЕФАН ПЛШКО

Кафедра технологий нефти и углеводородных газов
Словацкой высшей технической школы в Братиславе

Выводы

Из фракционных колон дистиллят отбирается электромагнитическим вентилем, действие которого автоматизируется включателем с выдержкой времени. Существующие лампы вклочатели требуют чувствительное реле, которое работает скачкообразно. Над 200 секунд дают все же неточные показания.

Мы сконструировали включатель из обыкновенных мало чувствительных реле, которые позволили продолжить и уточнить время. (Точность $\pm 0,3\%$ при 935 сек. против существующим 2% при 200 сек.) Усовершенствование основано во включении одноконтактного реле в анодную цепь для продолжительного времени. Реле имеет притягивающуюся железную пластинку на включающей пружине. Притягивание поэтому происходит без трения. Механическое сопротивление, которое получается вследствие упругости пружины, является постоянным и время включения бывает очень точным. Лучше всего к этому годится поляризованное реле, включаемое под 30 мА. Соединением контактов притягивается потом обыкновенное реле, с большим количеством контактов, которое питается отдельно током из выпрямляющей части, и которое работает потом также как до сего времени существующие включатели. Является очень важным полное разряжение временных конденсаторов и употребление тока стабилизированного напряжения.

Поступило в редакцию 18/I. 1955

VERVOLLKOMMNETER ELEKTRONEN-ZEITSCHALTER ZUR AUTOMATISCHEN ENTNAHME EINES DESTILLATES

ŠTEFAN PLŠKO

*Lehrstuhl für die Technologie der Erdöle und der Kohlenwasserstoffgase an der Slowakischen
Technischen Hochschule in Bratislava*

Zusammenfassung

Aus den Fraktionierkolonnen wird das Destillat durch ein elektromagnetisches Ventil entnommen, dessen Tätigkeit durch einen Zeitschalter automatisiert ist. Die bisherigen Elektronenschalter verlangen ein empfindliches Relais mit sprunghafter Auslösung. Bei einer Zeitspanne von über 200 sec. gewähren sie jedoch nur ungenaue Zeiten.

Der Autor hat einen Schalter aus gebräuchlichen wenig empfindlichen Relais zusammengestellt, welcher eine Verlängerung und Präzisierung der Zeiten ermöglicht. (Die Genauigkeit beträgt $\pm 0,3\%$ bei 935 sec., gegenüber den bisherigen Genauigkeiten $\pm 2\%$ bei 200 sec.) Die Vervollkommnung beruht in dem Anschliessen eines einkontak-

tigen Relais an den Anodenbereich für lange Zeiten. Das Relais hat einen Anker an der Schalterfeder. Damit geschieht das Anziehen ohne Reibung. Der durch die Elastizität der Feder hervorgerufene mechanische Widerstand ist dann konstant und die Schaltzeiten sind genau. Am besten eignet sich ein Polarisationsrelais, welches unterhalb 30 mA schaltet. Durch Schliessung des Kontaktes wird dann ein gebräuchliches mehrkontaktiges Relais angezogen, welches aus dem Gleichrichterteil gesondert mit Strom geladen ist, und welches dann ähnlich arbeitet wie bei den bisherigen Schaltern. Wichtig ist auch eine völlige Entladung der Zeitkondensatoren, desgleichen auch die Verwendung eines Stromes von stabilisierter Spannung.

In die Redaktion eingelangt den 18. I. 1955