

Netěsnost destilačních, rafinačních a odvodňovacích přístrojů

BOHUSLAV MELICHAR, Závody Vítězného února, Hradec Králové

663.55

U destilačních, rafinačních a odvodňovacích přístrojů vznikají značné ztráty lihu netěsnostmi různého původu. Tyto ztráty jsou značnými národohospodářskými škodami, a proto je třeba věnovat jim náležitou pozornost.

Na netěsnost mají vliv: konstrukční provedení přístroje, volba materiálu, způsob výroby, montáž, údržba a jiné. Vznikají zejména u přírubových spojů kolonových dílů, u hrdel, špalků a šroubení pro připojení potrubí, armatur aj., tedy v místech, kde součásti nejsou pevně spojeny. Přírubové spoje musí být dostatečně tuhé a nesmějí se deformovat ani při silném utažení spojovacích šroubů. Rovněž volba těsnicího materiálu je důležitá. Obvyklý přírubový spoj měděných kolonových dílů větších rozměrů je na obr. 1. Některé zahraniční firmy provádějí úzké těsnicí plochy (obr. 2), aby ušetřily měděný plech. Konstrukce se však v provozu neosvědčila a nelze ji doporučit. Utěsnit tento spoj je velmi obtížné.

Nejlepším materiálem k utěsnění přírubových spojů měděných kolon je manganový tmel s konopnou šňůrou. Tento způsob je zřejmý z obr. 3. Manganový tmel se ředí lněnou fermeží. Zásadně špatné je ředit tmel jakýmkoli rozpouštědlem (petrolejem, benzinem nebo terpentínem). Při ředění se tmel obvykle ručně hněte s ředidlem na plechové tabuli až se utvoří těstovitá hmota. Ta se nanáší po celé šířce příruby asi 5 mm vysoko. Otvory pro šrouby se prorazí trnem. Na vrstvu tmelu se mezi jednotlivé otvory směrem k ose kolony položí nitě asi 10 cm dlouhé. Na tyto, aspoň třikrát kolem obvodu (u širších přírub i vícekrát) se klade konopná šňůra průměru asi 5 mm. Oba konce každé rezné nitě se sváží do uzlu (obr. 3 „b“) a uzel se utáhne. Mezi spojovacími šrouby se konopné šňůry spojí a utvoří tužší kroužek.

U užších přírub se konopná šňůra klade jen dvakrát kolem obvodu (z nedostatku místa). Na takto připravené těsnění se přiloží protilehlý kolonový díl s nanesenou vrstvou manganového tmelu. Spojovací šrouby se postupně utahují vždy na protilehlých stra-

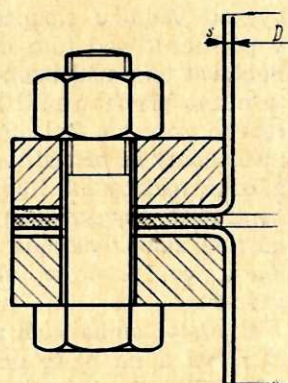
nách. Tmel vytlačený mimo přírubové kroužky se opatrně odstraní nožem. Přírubové spoje kolony utěsňují vždy jen zkušení pracovníci. Na správném těsnění závisí délka doby nerušeného chodu přístroje. U přístrojů zpracovávajících butanol-acetonové záparry nelze tohoto těsnění použít, protože by se manganový tmel rozpustil. Zde se používá speciálních těsnících materiálů různých výrobních značek („Klingerit“, „Kinley“ aj.). Toto těsnění se vyrábí v tabulích různé tloušťky, délky a šířky. Těsnicí kroužek pro kolonu většího průměru musí být zhotoven ze dvou nebo i několika dílů. Konce spojovaných dílů těsnění se šikmo seříznou v délce asi 80 až 100 mm a sešijí nití jedním nebo dvěma švy (podle šířky těsnicího kroužku).

Špatné zaválcování trubek do trubkových den u kondenzátorů, deflegmátorů, chladičů, vařáků, topných hadů a jiných trubkových těles je zdrojem dalších netěsností. Netěsnost tohoto druhu má velký vliv na pravidelný chod přístroje, na pokles lihovitosti destilátu a je nutno ji co nejdříve odstranit.

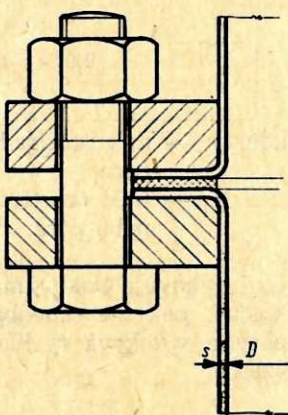
Netěsnost se vyskytla také uvnitř přístroje a měla nepříznivý vliv na správný chod kolony i na její vyvažování. V tomto případě netěsnila kloboučková dna zánýtovaná do měděných lubů s lemem ohnutým dolů. Kapalinová náplň se pak neudrží na dně a protéká mezerou mezi okrajem dna a lubem. Vystupující páry neprovařují kapalinu na jednotlivých dnech a kolona špatně pracuje. Tuto závadu lze odstranit zaleťováním den do měděných lubů.

Někdy nastane netěsnost i u pevných spojů, jako je nýtování a letování. Na příklad je špatně rozklepána hlava nýtu

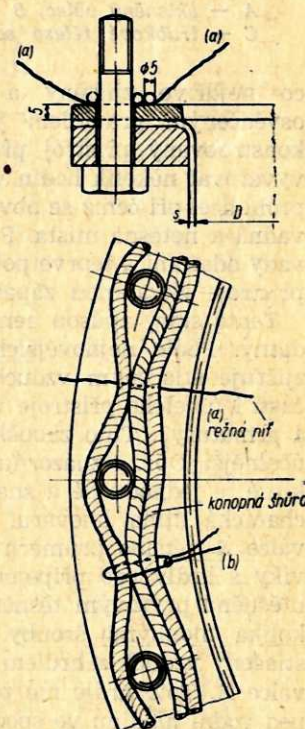
spojujícího lemované kloboučkové dno s lubem kolony a kolem tohoto vadného místa uniká dobře viditelná kapalina. Závada se odstraní temováním. Je znám případ, že netěsnost způsobilo špatné zaleťování hrdla u měděného víka odvodňovací kolony. Vadné místo bylo nutno zaleťovat. U přístrojů v provozu se vyskytují ještě jiné případy netěsností. Důležité však je, aby netěsnosti byly



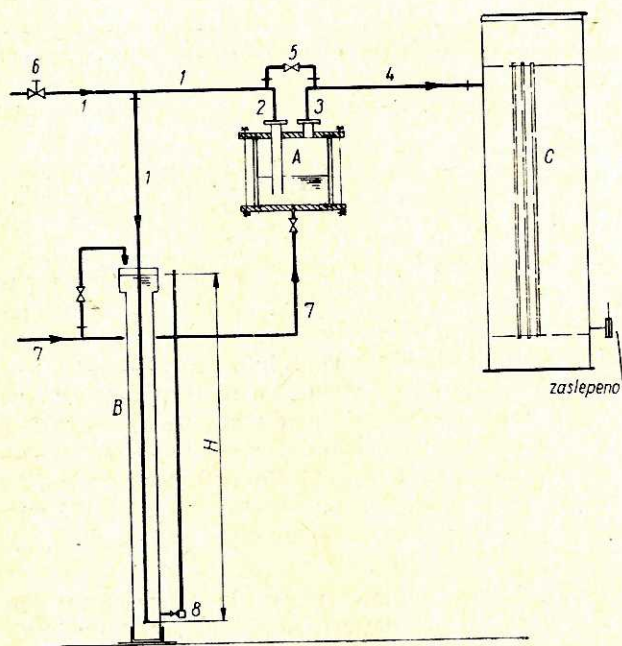
Obr. 1 — Přírubový spoj měděných kolonových dílů.



Obr. 2 — Přírubový spoj měděných kolonových dílů (chybná konstrukce).



Obr. 3 — Těsnění přírubového spoje měděných kolonových dílů.



Obr. 4 — Schema zkušebního zařízení
A — skleněný válec, B — úzká nádoba s vodou,
C — trubkové těleso se zaslepenými hrdly.

co nejdříve zjištěny a odstraněny. Dobrým a osvědčeným pravidlem je každý nový nebo rekonstruovaný přístroj před uvedením do provozu vyvařovat několik hodin vodou a podrobit důkladné prohlídce, při čemž se obvykle podaří zjistit všechna vadná a netěsná místa. Po vyvaření se zjištěné závady odstraní a teprve potom se začíná s napájením přístroje zkvašenou záparou nebo surovým lihem.

Tento starý způsob není vždy spolehlivý a směrodatný. Podle nejnovějších zkušeností se netěsnost zjišťuje stlačeným vzduchem (u jednotlivých součástí i u celého přístroje včetně spojovacího potrubí a armatury). Tuto zkoušku nutno pokládat za nejúčelnější. Obr. 4 znázorňuje zařízení k této zkoušce, které je jednoduché a snadno je zhotoví každá mechanická dílna lihovaru. Skládá se ze skleněného válce A většího průměru uzavřeného z obou stran víky s hrdly pro připojení potrubí. Obě víka jsou utěsněna pryžovým těsněním a stažena k sobě několika dlouhými šrouby. Potrubím 1 se přivádí stlačený vzduch a hrdlem 2 vstupuje do skleněného válce A. Toto hrdlo má prodloužený konec sahající pod vodní hladinu ve spodní části skleněného válce. Stlačený vzduch při proudění hrdlem 2 probublává určitým sloupcem vody a vystupuje dále hrdlem 3 a potrubím 4 do zkoušeného trubkového tělesa. Probublávání vzduchu kapalinou je dobře viditelné a

podle něho se posuzuje proudění stlačeného vzduchu. Na začátku zkoušky stoupá tlak až se vyrovná s tlakem v přiváděcím potrubí. Potom přestane proudění a probublávání vzduchu. Těsnost zkoušeného tělesa se tedy pozná podle klidné hladiny vody ve skleněném válci. V případě netěsnosti zkoušeného tělesa nastává probublávání. Podle počtu a velikosti vzdušných bublin se posuzuje netěsnost. Místo netěsnosti se pozná podle syčení unikajícího vzduchu nebo podle bublin vznikajících z mýdelného roztoku, kterým se natírá zkoušený předmět. Ke zkrácení zkoušky, zvláště u velkých přístrojů, se použije krátkého spojovacího potrubí s kohoutem 5. Tento kohout se dočasně otevře a stlačený vzduch z potrubí 1 proudí pak mimo skleněný válec přímo do zkoušeného prostoru, až nastane vyrovnání tlaku. Pak se kohout uzavře a pozoruje se vodní hladina ve skleněném válci. Aby tlak vzduchu nestoupl ve zkoušeném prostoru na nebezpečnou míru, má zkušební zařízení pojistku. Je to otevřená a nahoře rozšířená úzká nádoba B naplněná vodou, do které je ponořena trubka spojená s potrubím na přívod stlačeného vzduchu. Hloubka ponoru trubky H udává maximální tlak přiváděného vzduchu vyjádřený výškou vodního sloupce. Stoupne-li tlak vzduchu v potrubí 1 nad tuto mez, pak vzduch začne probublávat také nádobkou B ven a upozorní na to, že je nutno přivřít ventil 6 v potrubí na přívod stlačeného vzduchu. Zvláštním potrubím 7 s uzavíracími kohouty se přivádí voda do skleněného ventilu A a úzké nádoby B. Naplnění nádoby B vodou se kontroluje stavovznakem 8. Před zkouškou na těsnost se zalepí všechna hrdla a otvory zkoušeného tělesa, ev. přístroje, aby jimi neunikal stlačený vzduch.

Množství unikajících par závisí na jejich výtokové rychlosti a na ploše netěsnosti. Výtoková rychlost par je dosti značná a lze ji stanovit výpočtem. Předpokládáme-li, že rozdíl tlaku při výtoku není velký a že poměr tlaků je v mezích

$$0,9 < \frac{P_1}{P_2} < 1$$

kde: p_2 — tlak prostředí, kam přitéká plyn nebo pára,

p_1 — tlak prostředí, ze kterého vytéká plyn nebo pára,

(což vyhovuje tlakovým poměrům u lihovarnických kolon), pak lze zanedbat změnu měrného objemu páry a výtoková rychlost se vypočte přibližně ze vzorce

Měrná váha par směsi lihu a vody podle Hausbranda

lihovitost par váh %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
měrná váha par kg/m ³	0,648	0,693	0,742	0,799	0,870	0,950	1,050	1,176	1,326	1,520	1,750

Tabulka 1

$$w = \sqrt{2g \frac{p_1 - p_2}{\gamma}} \quad [1]$$

kde: w — výtoková rychlost (m/vt)
 g — zrychlení zemské tíže (m/vt²)
 γ — měrná váha par (kg/m³)

Měrná váha par závisí na jejich lihovitosti (viz tab. I), tlak v kolonách na hydraulickém odporu jednotlivých den, jejich počtu a na chlazení deflegmace. Nejnížší tlak je na vrcholu kolony a bývá 0 až 200 mm vodního sloupce, podle toho kolik tepla se odebírá na deflegmaci. Průměrný tlak v kolonách je asi 1000 mm vodního sloupce a největší je ve spodku kolony, kde dosáhne 2,5 až 3,5 m vodního sloupce.

Ze vzorce [1] lze vypočítat výtokové rychlosti par pro různé tlakové rozdíly. Výsledky (za předpokladu, že vytékají jen vodní páry) jsou v tabulce II.

Výtokové rychlosti par pro různé tlakové rozdíly

rozdlíl tlaku $p_2 - p_1$ v mm vod. sl.	1000	500	200	100	50
rychlost par při výtoku v m/vt	176	127	81,5	58,0	41,0

Tabulka 2

Obsahují-li páry také alkohol, pak se jejich rychlost přiměřeně zmenší. Je-li plocha netěsnosti jen 1 mm² a zanedbáváme-li ztráty při výtoku, pak touto malou plochou při rozdílu tlaku 1000 mm vodního sloupce za hodinu proteče:

$$G = 3600 \cdot F \cdot w \cdot \gamma = 3600 \cdot 0.01^2 \cdot 176 \cdot 0,6337 = 0,401 \text{ kg/hod.}$$

kde: G — váha par (kg/hod.)
 F — průtoková plocha (m²)

Z tohoto příkladu je patrné, kolik par unikne poměrně malou plochou a jaké vzniknou škody, uniká-li místo vodní páry směs lihu a vody.

V SSSR již delší dobu zkoušejí těsnost destilačních a rafinačních přístrojů stlačeným vzduchem. Guljajev [1] uvádí, že v závodech Brjanského lihového trustu po každé rekonstrukci, montáži, výměně těsnění a delší přestávce ve výrobě se přístroje vyzkouší stlačeným vzduchem na těsnost. Postup při zkoušce:

1. Před regulátorem výpalků, za chladičem lihu a všude, kde jsou namontovány měřicí přístroje, se slepé příruby vloží do přírubových spojů. Na obr. 5 je schema jednokolonového destilačního přístroje se zamontovanými slepými přírubami při zkoušce na těsnost.

2. Do přístroje se přivede stlačený vzduch od kompresoru a ve spodku kolony se udržuje tlak asi 1,5 až 2 m vodního sloupce. Tlak se pozoruje podle údajů tlakoměru ve spodní části destilační kolony.

3. Nevytvoří-li se v přístroji potřebný tlak, protože vzduch uniká různými trhlinami, je třeba tyto závady co nejdříve odstranit. Netěsnosti se zjistí podle charakteristického sykotu unikajícího vzduchu.

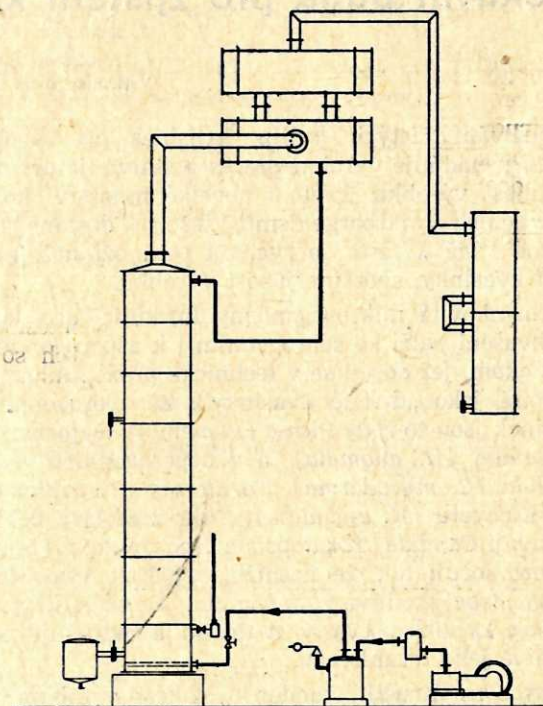
4. Po odstranění všech trhlin se v přístroji vytvoří potřebný tlak. Všechny průlezy, čistící otvory, zorná skla, příruby, svarové švy a hlavy nýtů se natírají mýdlovou emulzí (na 10 l vody 2 dkg mýdla).

5. V místech, kde uniká vzduch, se objeví mýdlové bubliny a tlak v koloně klesá tím rychleji, čím více je těchto netěsností.

6. Po prohlídce celého přístroje nebo jedné z kolon se vypustí stlačený vzduch. Netěsnosti se odstraňují pájením, svařováním, výměnou těsnění, utažením spojů nebo jinak.

7. Po odstranění netěsnosti se v přístroji opět vytvoří tlak, všechna místa, kde by mohl unikat vzduch se natrou mýdlovou emulzí; to se provádí tak dlouho, dokud se neodstraní poslední netěsnost a dokud přístroj trvale neudrží tlak vzduchu 1,5 až 2 m vodního sloupce.

Jakmile se přístroj uvede do chodu a ohřeje se topnou parou, jeho kovové součásti se rozšíří a lépe utěsní všechny spoje. U kombinovaných destilačních a rafinačních přístrojů je pohodlnější provádět zkoušky po částech. Tlak vzduchu v přístroji nemá



Obr. 5 — Schema jednokolonového destilačního přístroje se zamontovanými slepými přírubami při zkoušce na těsnost.

přestoupit 2 m vodního sloupce a při zkouškách s vařáky periodicky pracujících rafinačních přístrojů 1 m vodního sloupce.

V závodech, kde nejsou kompresory na vzduch, lze použít kompresoru z aut zn. 3JS-150, který ke zkoušce dodá potřebné množství stlačeného vzduchu.

Zkušenosti získané v závodech Brjanského lihového trustu v Andrušovském závodu Kijevského lihového trustu ukázaly, že popsany způsob

zkoušek je účelný. U zdánlivě správného přístroje v Gulevském lihovaru předběžně zkoušeného topnou parou, bylo zkouškou se stlačeným vzduchem nalezeno 18 netěsností. V Jurovském lihovaru bylo stejně zjištěno 12 netěsností a u destilačního přístroje v Dubrovském lihovaru nebylo vůbec možno vytvořit tlak, protože všechen vzduch unikal.

U odpařovacích stanic pracujících v provozu za podtlaku a vyžadujících naprostou těsnost, lze použít stejné zkušební metody.

Závěr

Výpočtem se zjistilo, že výtokové rychlosti par unikajících netěsnostmi destilačních, rafinačních a odvodňovacích přístrojů, jsou značné. Malou průtokovou plochou uniká poměrně značné množství par. Netěsnosti lze spolehlivě zjistit stlačeným vzduchem; zkouška topnou parou není vždy směrodatná. Doporučuje se proto těsnost všech přístrojů v lihovarech častěji zkoušet stlačeným vzduchem, a to zejména tam, kde byly zjištěny větší ztráty lihu.

Literatura

- [1] S. P. GULJAJEV: Ispytanije bragoperegonných i rektifikacionnych apparatov szatym vozduchom, B'ulleten tehničeskoj informacii ministerstva piščevoj pomyslennosti SSSR (1952), č. 6, 24.

ВЫВОДЫ

Расчетом было установлено, что выходная скорость паров уходящих неплотностями дистилляционных, очистительных и обезвоживающих аппаратов весьма значительна. Малой проточной площадью теряются сравнительно большие количества паров. Неплотности можно надежно определить сжатым воздухом; проба нагревательным паром не всегда бывает руководящей. Рекомендуется поэтому плотность всех аппаратов на винокурных заводах более часто определять сжатым воздухом, в особенности там, где были установлены высокие потери спирта.

ZUSAMMENFASSUNG

Durch Berechnung ist festgestellt worden, dass die Abflussgeschwindigkeiten der Dämpfe, die an undichten Stellen der Destillations-, Raffinations- und Entwässerungsapparate entweichen, bedeutend sind. Eine kleine Durchflussfläche hat das Entweichen verhältnismässig grösser Mengen an Dämpfen zur Folge. Die undichten Stellen können verlässlich durch Druckluft entdeckt werden; eine Probe mit Heizdampf ist nicht in allen Fällen massgebend. Es wird deshalb empfohlen, die Brennereiapparate des öfteren mittels Druckluft auf undichte Stellen zu prüfen, und zwar insbesondere dort, wo grössere Spiritusverluste festgestellt worden sind.