

14. medzinárodná konferencia „VYKUROVANIE 2005“, 7.-11.3. 2005, Tatranské Matliare

HLUK PO INŠTALÁCII TERMOSTATICKÝCH VENTILOV

Ing. Juraj Šmelík

Autorizovaný stavebný inžinier, Energetický poradca s oprávnením SEI a MH SR
THERMO-ECO-ENGINEERING, Hlinícka 1, 831 54 Bratislava, tel./fax: 02-4487 3135

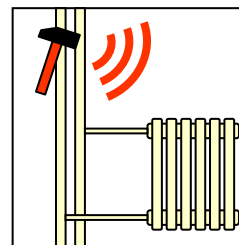
Hydraulické vyváženie je proces, ktorého účelom je optimalizovať prevádzku vykurovacej sústavy. V mnohých prípadoch nám umožňuje zmeniť rokmi či desaťročiami prevádzkových skúseností zabehané stereotypy a radikálne znížiť nároky na čerpadlá a čerpaciu prácu. V čom to je? Systém hydraulického vyváženia, ak je správne navrhnutý, ponúka podstatne širšie možnosti diagnostiky. Pri jeho správnom využití je možné rýchlo a presne odhaliť aj chyby systému – často veľmi banálne, ktoré však po desaťročia bránili hospodárnejšej prevádzke.

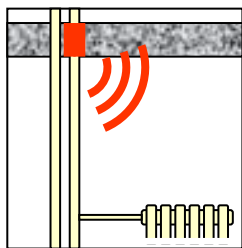
Hydraulické vyváženie je „ozdravným procesom“ vykurovacej sústavy, počas ktorého sa môžu výraznejšie prejaviť aj poruchy, príčina ktorých nespočíva vo vlastnom procese hydraulického vyváženia, ale v doterajšom stave a prevádzke vykurovacej sústavy. Takýmito poruchami sú aj hlukové prejavy vo vykurovacích sústavách.

Hlukové prejavy vo vykurovacích sústavách

Klopanie až búchanie v stúpačkách

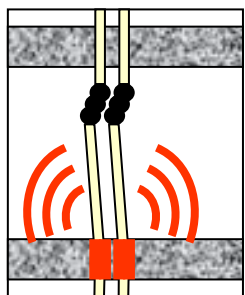
Príčinou klopania a búchania v stúpačkách je **teplotná dilatácia – rozťažnosť potrubia a nedostatočne klzné prestupy potrubia cez stropné konštrukcie**, prípadne nesprávne kotvené horizontálne rozvody. Príčinou môže byť nesprávny technologický postup alebo nedodržanie technologického postupu už pri výstavbe domu, ale aj dodatočné zásahy užívateľov bytov, napríklad „utesnenie“ prestupov pri opravách podláh a dláždení.



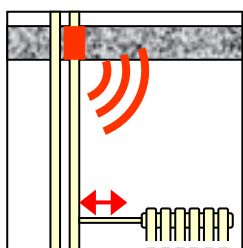


Prečo sa porucha častejšie prejavuje po hydraulickom vyvážení?

- Teplotné zmeny v potrubíach sú podstatne častejšie. Zatiaľ čo v minulosti sa teploty potrubia menili len vplyvom ekvitermickej regulácie (pri jej správnej činnosti by mali byť teplotné zmeny pomalé a s malou frekvenciou), po hydraulickom vyvážení sa teplota (hlavne v spätočke) mení častejšie, vplyvom otvárania a zatvárania každého termostatického ventilu.



- Súčasne s hydraulickým vyvážení sa často menia aj kompenzátory. Pôvodné upchávkové kompenzátory sa chybne nahradzujú gumenými alebo vlnovcovými kompenzátormi, ktoré nemajú osové vedenie. Následkom toho môže dochádzať k vyoseniu potrubí na kompenzátore a ku vzpričeniu potrubia v stropnom prestupe.



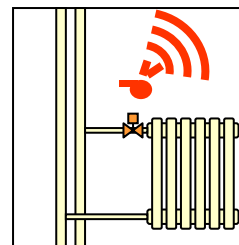
- Pnutie v stúpačkách a teda aj zvýšené trenie v stropných prestupoch môže vzniknúť aj následkom nesprávnej „násilnej“ montáže termostatických ventilov. V prípadoch, ak montážna dĺžka nových termostatických ventilov je iná, ako dĺžka pôvodných armatúr, je potrebné adekvátne skrátiť alebo predĺžiť pripojovacie potrubia.

Možnosti odstránenia klopania

Keďže príčinou hluku je vysoké trenie a „zadrhávajúce“ rúrok v stropných prestupoch, riešením problému je uvoľnenie stúpačiek v stropných prestupoch. V niektorých prípadoch môže pomôcť zvýšenie klznosti stúpačky v prestupe nastriekaním mazadla (oleja) do škáry medzi stúpačkou a betónom. V ťažších prípadoch je nutné uvoľniť stúpačku vysekaním okolitého betónu. Záludnosťou tejto poruchy je, že hluk nie je počuteľný len v okolí problémového prestupu, ale kovovým potrubím sa šíri ďalej, pričom najrušivejší hluk sa môže prejavovať aj o niekoľko poschodí ďalej.

Pískanie termostatických ventilov

Príčinou pískania (prenikavý vysoký tón) je spravidla chyba v hydraulickom vyvážení – **príliš vysoký diferenčný tlak**. Výrobcovia termostatických ventilov uvádzajú prekročenie hranice hlučnosti 30 dB pri diferenčnom tlaku nad 20-30 kPa. Ak k pískaniu dochádza aj pri tlakoch okolo 10 kPa a nižších, môže ísť o výrobnú vadu armatúry. Pozor, hluk nie je počuteľný len na problémovej armatúre, ale kovovým potrubím sa šíri ďalej. Môže byť počuteľný na celej stúpačke a najrušivejší hluk sa môže prejaviť aj o niekoľko poschodí ďalej. Zdrojom hluku nemusí byť len termostatický ventil, ale napríklad aj stúpačkové armatúry.



Možnosti odstránenia pískania

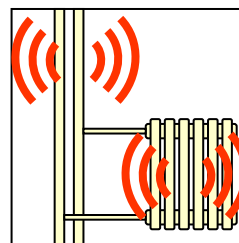
V prípade výskytu pískania treba predovšetkým preveriť a odmerať hodnoty diferenčného tlaku v sústave, preveriť nastavenie a funkčnosť regulátorov diferenčného tlaku. Častým dôvodom nefunkčnosti regulátorov je odpojenie alebo uzatvorenie impulznej rúrky.

Ak k pískaniu dochádza aj pri dostatočne nízkom diferenčnom tlaku, zdroj pískania = vadnú armatúru je vhodné hľadať postupným zatváraním a opätovným otváraním armatúr.

Zatiaľ čo uvedené dva zdroje hluku bývajú ľahko rozlíšiteľné, často sa vyskytuje hluk, ktorého pôvod je ťažko identifikovateľný:

Šumenie radiátorov a rozvodov

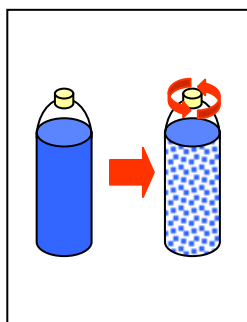
Šumenie (hlbší tón) vychádza z vykurovacej sústavy ako celku – vykurovacích telies, stúpačiek, rozvodov, a to aj pri nízkych diferenčných tlakoch. Príčinou šumenia môže byť **odozva vzdialeného zdroja hluku** (napr. čerpadla), šíreného po potrubíach, avšak oveľa častejšou príčinou je predovšetkým **vysoký obsah plynov vo vykurovacej vode**.



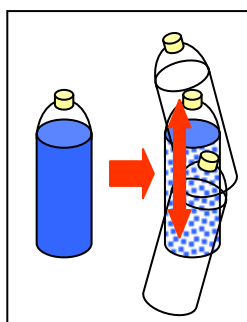
Čo je zdrojom plynov vo vykurovacej vode?

Rozpustnosť plynov vo vode

Voda má schopnosť absorbovať a rozpúšťať plyny a to tým viac, čím nižšia je jej teplota, a čím vyšší je jej tlak. **Pri klesajúcom tlaku, pri rastúcej teplote a pri tlakových rázoch dochádza k vypudzovaniu plynov z vody a tvorbe bublín** – príkladom tohto javu je uvoľňovanie bublínok zo sýtených nápojov:

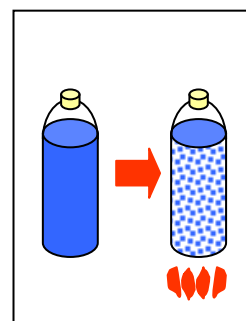


tvorba bublínok po otvorení fľaše
(zníženie tlaku)



tvorba bublínok po zatrasení s fľašou
(tlakové rázy)

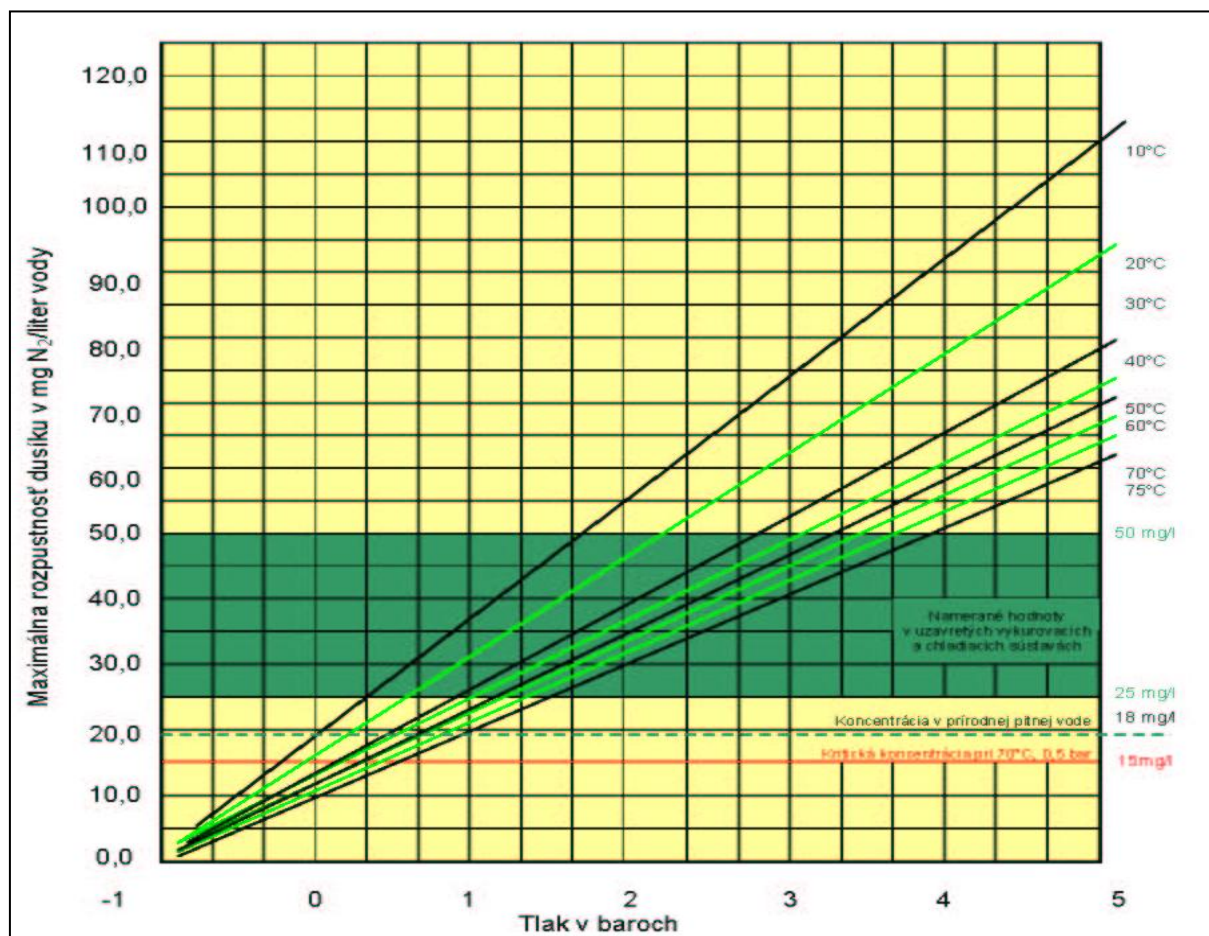
tvorba bublínok pri ohriatí nápoja
(vyššia teplota)



Na fľaši so sýteným nápojom sa dá pozorovať aj ďalšia zákonitosť: opätovné rozpustenie plynov v uzavretej fľaši (pri nezmenenom tlaku) trvá podstatne dlhšie, ako tvorba bublín pri zatrasení fľašou.

Obsah plynov vo vykurovacej vode sa dá overiť odpustením vykurovacej vody do priehľadnej nádoby. Ak vykurovacia voda nie je číra, ale je mliečne zakalená mikrobublinami, alebo sa na jej hladine vylučujú bublinky, je to neodškriepiteľný dôkaz zaplynenia vody.

Ohriatím z 20 °C na 70°C sa z každého m³ vody uvoľní 70 litrov plynov. Tieto plyny sú uzavreté vo vykurovacej sústave vo forme mikrobublín a nemajú kam uniknúť. Jedinou cestou von je odvzdušňovanie na najvyšších podlažiach, avšak odvzdušniť sa dajú len voľné plyny, a nie plyny vo forme prúdiacich mikrobublín.

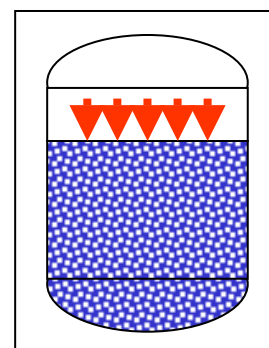


Závisosť rozpustnosti plynov vo vode od tlaku a teploty vyjadruje Henryho diagram.

Trvalý zdroj zaplynenia – expanzný a doplňovací systém

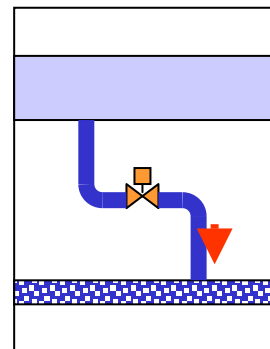
K zaplyňovaniu vykurovacej sústavy dochádza vtedy, ak je do vykurovacej sústavy doplňovaná voda zo zdroja s vyššou tlakovou úrovňou alebo s nižšou teplotnou úrovňou. **Extrémne nepriaznivú kombináciu predstavuje vodovodná voda: vysoký tlak a nízka teplota v jednom.**

Trvalým zdrojom zaplyňovania vykurovacej vody sú **tlakové expanzné nádrže s kontaktnou hladinou voda-vzduch**. Expanzné nádrže sa spravidla nachádzajú v mieste s najvyšším tlakom (kotelňa v prízemnej budove). V expanznej nádrži nie je cirkulácia, preto je v nej voda chladná. Vysoký tlak a nízka teplota sú ideálnymi podmienkami pre sýtenie plynov do



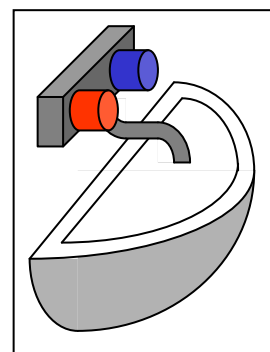
vykurovacej vody (ako výroba sódočky). Plyny sa dostávajú do vykurovacej sústavy nielen pri prúde vody z nádrže do sústavy, ale nepretržite, pretože šírenie plynov nie je založené na prúde vody, ale na vyrovnávaní koncentrácií. To znamená, že **bez ohľadu na smer prúdenia vody sa plyny presúvajú** z miesta s najvyššou koncentráciou (= zdroj zaplynenia, napr. expanzná nádrž) do častí s nižšou koncentráciou – rovnomerne **do celej vykurovacej sústavy**.

Zdrojom zaplynenia môže byť aj **doplňovanie vykurovacej vody do sekundárnych sústav z primárnych sústav prevádzkovaných na vyššej tlakovej úrovni**. Koncentrácia plynov, ktorá sa pri silnom stlačení v primárnej sústave nemusí prejavovať, spôsobuje po znížení tlaku na úroveň sekundárnej sústavy vypudzovanie plyných zložiek a tvorbu mikrobublín.



Občasné zdroje zaplynenia - napúšťanie sústavy

Pri napúšťaní sústavy je vykurovací voda v kontakte so vzduchom v plniacich sa radiátoroch, následkom čoho dochádza k difúzii plynov do vody. Ak sa sústava naplňuje bez priebežného odvzdušňovania a zvyšuje sa tlak vzduchu, „sýtenie“ plynov do vody je intenzívnejšie. Tomuto javu nie je možné úplne zabrániť ani pri pomalom napúšťaní s priebežným odvzdušňovaním: každé vykurovacie teleso má nad úroveň pripojovacej rúrky určitý neodvzdušniteľný objem (vrcholy článkov). Vzduch ktorý v tomto priestore zostáva nemá inú možnosť, ako rozpustiť sa vo vykurovacej vode. Miera zaplynenia po montážnych úkonoch sa dá minimalizovať napúšťaním teplej vykurovacej vody – čím je voda teplejšia, tým menej vzduchu dokáže pohltiť.



Hrubou chybou je dopúšťanie časti sústavy vodovodnou vodou, ktorá je mimoriadne silným zdrojom zaplynenia!

Prečo spôsobuje zaplynená voda zvýšenú hlučnosť?

Odplynená voda je prakticky nestlačiteľná a pri tlakových zmenách pri prietoku cez regulačné armatúry alebo čerpadlá zostáva prúd vody súvislý. Voda s obsahom plynov sa správa inak: pri poklese tlaku a pri tlakových rázoch dochádza k trhaniu prúdu vody, tvorbe bublín. Časť bublín má tendenciu ihneď sa uzavrieť – samozrejme so zvukovým efektom, je to obdoba hrmenia pri búrke. Ostatné bubliny, ktoré sa nestihnú uzavrieť, sú unášané prúdom vody a v potrubí sa správajú podobne, ako kamienky alebo piesok: narážaním na potrubia a armatúry (predovšetkým v ohyboch) a doslova obrusovaním ich vnútorných povrchov spôsobujú šumenie a kovový zvonivý hluk, často podobný hluku vzdialeného čerpadla.

Hlukové prejavy sú priamoúmerné veľkosti tlakových zmien. Preto sú prejavy hluku výraznejšie v okruhoch s predimenzovanými čerpadlami. Predimenzované čerpadlo dokáže bubliny vo vykurovacej vode dôkladne „vyšľahať“ a rozbiť. Čím sú bubliny menšie, tým pomalšie sa spájajú a tým pomalšie sú schopné separovať sa z vody a „odísť“ odvodušnením z vykurovacej sústavy.

Hluk ako dôsledok preplynenia vykurovacej vody vzniká

- **na lopatkách čerpadla, pri vytváraní zbytočne vysokého diferenčného tlaku (v prípade predimenzovného čerpadla),**
- **na regulačných a vyvažovacích armatúrach, kde treba tento nadmerný tlak zoškrtiť (v prípade predimenzovného čerpadla),**
- **na vykurovacích telesách, kde dochádza k „vyšumeniu“, spájaniu a separovaniu bublín z vody**
- **na vykurovacích telesách, kde dochádza k narážaniu vody vtekajúcej cez radiátorový ventil na vzniknutú voľnú hladinu voda-vzduch.**

Hluk sa následne šíri vedením po potrubiach, pričom vykurovacie telesá (predovšetkým panelové) sa správajú ako reproduktor hluku.

Je problémom „len“ hluk?

Nechcem zľahčovať problém hluku a jeho pôsobenie na psychiku ľudí – obyvateľov domov. Avšak hluk je len sprievodným javom nežiadúcich procesov, ktoré sa dejú vo vykurovacej sústave. Bubliny spôsobujú **obrusovanie a eróziu súčastí vykurovacej sústavy – predovšetkým tých, na ktorých dochádza ku zmenám tlaku – na čerpadlách, regulačných armatúrach, vyvažovacích armatúrach, termostatických ventiloch. A to sú najdrahšie súčasti vykurovacej sústavy.**

Hluk je signalizáciou toho, že v sústave niečo nie je v poriadku. Zaoberať sa problémom hluku sa oplatí: odstránením príčin hluku sa spravidla odstránia aj problémy spôsobujúce rýchlejšie opotrebovanie sústavy a zníženie hospodárnosti jej prevádzky.

Pri riešení problémov s hlukom treba vidieť sústavu ako celok, nestačí sa upriamovať na miesto, ktoré je označované v sťažnostiach. Z rôznych dôvodov (každý človek má iné vnímanie rušivých vplyvov) takéto miesto nemusí byť ani charakteristické, ani najnepriaznivejšie. Hluk sa šíri po sústave do veľkej vzdialenosti od vlastného zdroja hluku. **K zosilneniu akýchkoľvek hlukových prejavov dochádza na panelových vykurovacích telesách – správajú sa ako veľké reproduktory.** Pri hluku snád' viac ako pri iných poruchách platí: **odstránenie prvotnej príčiny je omnoho jednoduchšie, ako separátne riešenie dôsledkov – prejavov hlučnosti.**

Čo robiť, keď sa po hydraulickom vyvážení a montáži termostatických ventilov objaví hluk – šumenie?

Samozrejmosťou je skontrolovanie tlakov a prietokov, preverenie funkčnosti regulátorov diferenčného tlaku. Ak systém šumí aj pri znížení diferenčných tlakov pod 10 kPa, je vysoká pravdepodobnosť, že príčinou je zaplynenie vody. Preukázanie obsahu plynov je jednoduché: cez vypúšťací ventil odpustiť do priehľadnej nádoby trochu vykurovacej vody. **Ak je odpustená voda zakalená do biela mikrobublinami alebo je spenená, obsahuje plyny.**

Dá sa odplynenie riešiť izolovane v jednom dome?

Na trhu existujú mechanické zariadenia na odlučovanie bublín, ale pri ich používaní treba zohľadniť nasledovné skutočnosti:

1. sú schopné odlučovať len plyny vo forme väčších bublínok, ale nie plyny rozpustené vo vode
2. mechanický odlučovač je účinný len v mieste s NAJVYŠŠOU TEPLOTOU a NAJNIŽŠÍM TLAKOM. So zohľadnením teploty problém nie je, zariadenie by sa malo inštalovať na prírodné potrubie, ale z hľadiska tlaku je to iné. Prípojka domu je spravidla v najnižšom podlaží alebo v suteréne, kde zákonite nemôže byť najnižší tlak. A čím je dom vyšší (alebo okolité domy v tepelnom okruhu), tým je aj tlak na prípojke vyšší.

Mechanické odlučovače bublín môžu byť účinné len v nízkych objektoch s vlastným zdrojom tepla, prípadne vo vyšších objektoch s kotolňou umiestnenou na streche. Pre systémy centrálného zásobovania teplom sú nepoužiteľné.

V prípade, ak by sa na päte objektu v prírodnom potrubí inštalovalo účinné zariadenie na odplyňovanie vykurovacej vody, toto zariadenie by v skutočnosti neodplyňovalo len vykurovaciu vodu pre vlastnú potrebu domu. Odplynená voda po odovzdaní tepla odchádza z domu a dom je zásobovaný novou preplynou vodou zo zdroja tepla. Toto zariadenie by v skutočnosti spôsobovalo odplynenie vykurovacej vody v celom tepelnom okruhu – a na tento odplyňovací výkon by muselo byť nadimenzované. Zabezpečenie požadovanej kvality vykurovacej vody rozhodne nie je povinnosťou odberateľa tepla, ale prináleží dodávateľovi tepla – prevádzkovateľovi tepelného zdroja.

Problém zaplynienia vykurovacej vody treba chápať ako poruchu systému expanzie a doplňovania.

Prioritné opatrenia pre zmiernenie zaplyňovania:

Ø Eliminovať alebo aspoň zmierniť trvalé zdroje zaplynenia:

- Zrušiť používanie tlakových expanzných nádrží s otvorenou hladinou voda-vzduch. Expanzné nádrže je možné využiť ako beztlakové zásobné nádrže vykurovacej vody.
- Zrušiť možnosť napustenia sústavy z vodovodu!
- Dopĺňovať sústavu výhradne doplňovacím čerpadlom z nižšej tlakovej úrovne, napr. z beztlakovej nádrže.
- Ako tlakové expanzné nádrže využívať výhradne nádrže s oddeľovacou membránou alebo vakom. Pozor, plyny dokážu difundovať aj cez plasty. Membrány alebo vaky musia byť vyrobené z materiálu, ktorý bráni difúzii plynov do vody!

Tieto opatrenia neodstraňujú plyny z vykurovacej sústavy, ale rušia najvýznamnejšie zdroje zaplyňovania. Plyny majú naďalej možnosť rozpúšťať sa v zásobných nádržiach, avšak už nie pri vysokom prevádzkovom tlaku, ale len pri atmosférickom.

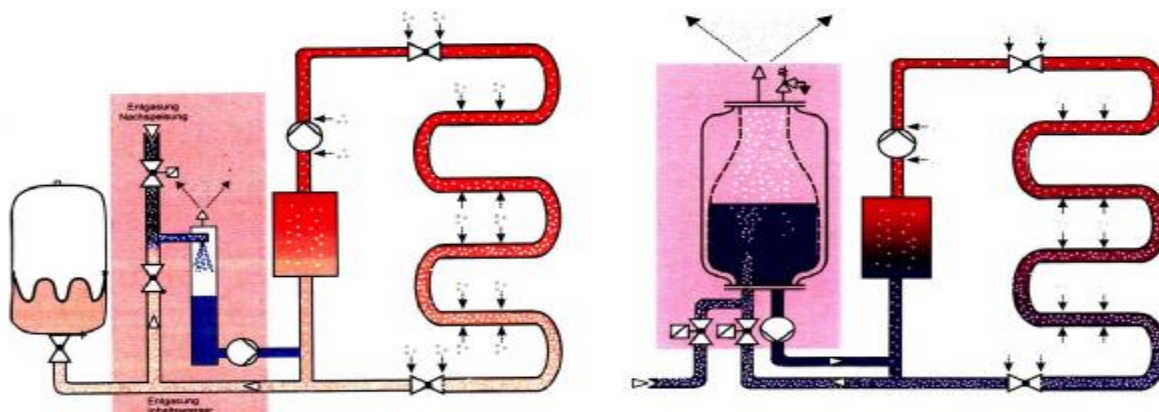
Ø Obmedziť občasné zdroje zaplynenia:

- Podmienkou pre obmedzenie zaplyňovania po montážnych úkonoch je eliminácia trvalých zdrojov zaplyňovania. Ak sa pri napúšťaní v mieste montáže dodržia všetky pravidlá na zabránenie zaplyňovaniu, ale v zdroji tepla sa napúšťa zaplynená voda, nič sa nevyrieši.
- Pravidlá pre napúšťanie:
 - § **nikdy nedopúšťať vodovodnú vodu !!!**
 - § **napúšťať pomaly, cez spiatočku, pri súčasnom odvzdušňovaní**
 - § **dopúšťať podľa možností vodou s čo najvyššou teplotou**
- Obmedzenie zaplyňovania je v spoločnom záujme dodávateľa aj odberateľov tepla. Obojstranne je nutné dodržiavať pravidlá a spolupracovať !!!

Ø Znížiť koncentráciu plynov:

Znížiť koncentráciu plynov je možné pomocou **zariadení na odplyňovanie, založených na odlučovaní plynov pomocou zníženia tlaku**. Vykurovacia voda zo sústavy sa odpúšťa do beztlakovej nádrže s membránou alebo vakom (odplyňovanie pri atmosférickom tlaku) alebo do podtlakovej nádrže (vákuové odplyňovanie), kde sa

odlúčia plyny. Odplynená voda je následne čerpadlom vrátená do sústavy. Tieto zariadenia pracujú v cykoch: odoberajú zo sústavy zaplynenú vodu a späť vracajú odplynenú. Mnohonásobným opakovaním cyklov sa postupne znižuje koncentrácia plynov vo vykurovacej vode. Tieto zariadenia sa inštalujú v kotolniach alebo v OST.



Zariadenia na znižovanie koncentrácie plynov aktívne odstraňujú z vykurovacej vody plyny, ktoré vnikli do sústavy či už vplyvom činnosti expanzného a doplňovacieho systému, alebo pri lokálnom doplňovaní po montážnych úkonoch. Správne používané zariadenie je schopné nielen odstrániť dusík, ktorý je príčinou spomenutých problémov, ale zabraňuje aj vniknutiu kyslíka do vykurovacej vody. Umožňuje teda odstrániť korozívne účinky bez dávkovania chemikálií.

Ø Chemická úprava vody nie je odplynenie!

Niektorí dodávatelia tepla sa mylne domnievajú, že chemickou úpravou vykurovaciu vodu odplyňujú. Dávkovaním chemikálií sa znižuje obsah voľného kyslíka, čím sa znižujú jeho korozívne účinky. Avšak vo vykurovacej vode naďalej zostáva 78 % plynov – najmä inertný dusík. Ďalším zdrojom zaplynenia (sírovodík, vodík, metán) môžu byť chemické reakcie materiálov, ktorými je tvorená vykurovacia sústava a chemikálií dávkovaných do vykurovacej vody.

Záver

Tento článok je koncipovaný ako úvod do problematiky hluku a obsahu plynov vo vykurovacej vode. Verejnosť, či už obyvatelia domov, správcovia, ale aj dodávatelia tepla, sú o tejto problematike málo informovaní.

Časté sú prípady, že po hydraulickom vyvážení a montáži termostatických ventilov sa začala prejavovať zvýšená hlučnosť. Zdôrazňujem: **začala sa prejavovať**. Riziko zaplnenia vykurovacej vody a prejavy hlučnosti zapríčinené zaplnením sa zvyšuje **vždy po dopúšťaní vody do vykurovacej sústavy**, a to bez ohľadu na miesto alebo časť sústavy, kde sa montáž súvisiaca s vypustením a dopustením vody vykonala.

Regulačné armatúry a armatúry pre hydraulické vyváženie vyžadujú vyššiu kvalitu vykurovacej vody v porovnaní s armatúrami, ktoré boli zaužívané v časoch nízkych cien energií. Žiaľ, na tieto skutočnosti len výnimočne reagujú výrobcovia dodávateľa tepla, a čo je horšie, tieto trendy nezachytila dostatočne ani tunajšia normotvorba a legislatíva. To však neznamená, že problém netreba riešiť. **Fyzikálne zákony platia nezávisle od vôle či dodávateľov, odberateľov tepla, alebo legislatívcov. Nezostáva nám iné, ako fyzikálne zákonitosti spoznať, pochopiť, rešpektovať arobiť adekvátne technické opatrenia. Ísť proti fyzikálnym zákonom nemá žiadny význam.**

Pre podrobnejšie oboznámenie sa s problematikou obsahu plynov vo vykurovacej vode odporúčam nasledovnú literatúru:

Ø Petr Jirout: Kyslík nemůže být argumentem,

časopis Topenářství instalace 5/2004, www.topin.cz

Ø Pavel Páca: Voda, vzduch a otopné soustavy,

časopis Topenářství instalace 6/1997, www.topin.cz

Ø Reflex: Technické podklady pro projektanty,

www.reflexcz.cz, www.reflexsk.sk

Ø Boj se vzduchem v otopných soustavách

<http://www.pvtnet.cz/www/prodej.pha/heat/teorie.htm>

Ø Vladimír Vaněk: Expanzní systémy s odplyněním v beztlaké nádobě nebo za podtlaku? časopis Topenářství instalace 7/2005, www.topin.cz