

355.72:355.687:615.478.7

MYTÍ A ČIŠTĚNÍ ZDRAVOTNICKÉHO MATERIÁLU V POLNÍCH PODMÍNKÁCH

Ladislav KOČMAN

Výzkumné a zkušební středisko 160, Hostivice
(náčelník: mjr. RNDr. PhMr. Eduard Urminský)

Současný stav zabezpečení

Problematika činnosti polních zdravotnických pracovišť, jako je operačně převazový blok, převazovna, laboratoře, transfúzní stanice a jiná pracoviště v sobě zahrnuje řadu různorodých činností, z nichž nelze opomenout ani takovou činnost, jako je mytí, čištění použitých nástrojů, různých pomůcek a předmětů (dále jen materiálu).

V podmínkách polní zdravotnické služby nebudou moci být nasazeny výkonné automatické stroje na umývání, jako tomu je na některých specializovaných pracovištích v mírových podmínkách, ale budou převládat klasické metody ručního umývání, což představuje větší pracnost a zvýšenou potřebu času.

Polní pracoviště zdravotnické služby jsou obdobou mírových zdravotnických pracovišť a lze tedy podle toho usuzovat na potřebu umývání stejných druhů materiálu.

Polní zdravotnická služba ČSLA nemá v současné době k dispozici žádné zařízení určené k hromadnému mytí materiálu. Ve výbavě polních zdravotnic-

kých útvarů a zařízení je pouze souprava LCH-1 (umývárna), umožňující ruční mytí způsobem běžným spíše v domácnosti (dvojdřez).

Materiál soupravy LCH-1 zajišťuje mytí a čištění lahví, nástrojů a dalšího materiálu znečištěného při použití na jednotlivých zdravotnických pracovištích. Materiál soupravy LCH-1 vzor 72 je uložen v jedné transportní bedně polní typ I., v níž je pevně zabudován dvojitý mycí dřez z pozinkovaného plechu. Provozní náplň dřezu je 30–40 litrů. Souprava LCH-1 vzor 70 se naproti tomu skládá ze dvou vyplechovaných transportních beden a jedné plechové vložky, takže je možné ze soupravy vytvořit trojdřezovou mycí linku s provozními náplněmi dřezů 100–120 litrů.

Rozvinutá umývárna tvoří kontinuální pracovní linku, která pracuje tak, že se umývaný materiál nejdříve zbaví hrubých nečistot pomocí papíru, buničité vaty nebo pilin. Potom se opláchne pitnou vodou a ponoří do 0,5% roztoku Corony (nebo jiného saponátu). U soupravy LCH-1 vzor 70 je možné ještě silně znečištěný a infekční materiál před vlastním mytím

namáčet do roztoku chloraminu. Po očištění kartáčem se nástroje opláchnou, aby se odstranily zbytky saponátu, a nakonec se provede oplach destilovanou vodou. Požadavek nahradit tento zdoluhavý a pracný postup mytí nástrojů moderním způsobem má tedy zásadní charakter.

Moderní čištění s využitím ultrazvuku

V posledních letech si našlo ultrazvukové čištění svoje místo i ve zdravotnictví. Specifické vlastnosti a účinky ultrazvukové energie ukázaly, že tato energie působící na dané prostředí v něm vyvolává celou řadu fyzikálních a chemických efektů.

Jedním z nich je jev, který se nazývá kavitace.

Vlivem změny teplot mezi čistěným předmětem a nečistotou dochází v místě jejich styku k částečnému oddělení, a tak se dostává čistící médium mezi styková místa čistěného předmětu a nečistoty. Vniknutím čistícího média mezi nečistotu a plochu čistěného předmětu se postupně rozrušují síly vázající tyto dvě části k sobě až k úplnému oddělení. Vliv ultrazvukového vlnění, které vyvolává v kapalině harmonické střídání přetlaku s podtlakem, vyústí v konečný čistící efekt. Vlivem podtlaku na místech s uvolněnou soudržností kapalinových molekul dochází k porušení celistvosti kapaliny, následkem čehož v ní vznikají bubliny. V následující půlperiodě přichází okamžitá hodnota střídavého tlaku v kapalině přes nulovou hodnotu do kladných hodnot, čímž se vzniklé bubliny uzavrou a stlačí. Prudkým stlačením bubliny vzniknou v jejím středu kruhové vlny s vysokou mechanickou energií (několik tisíc kPa), které definitivně poruší vazbu mezi čistěným předmětem a nečistotou.

V praxi se celý čistící proces obvykle končí oplachem, neboť ne vždy se úplně oddělí očištěné místo od nečistoty. Při ultrazvukovém čištění se využívá kombinace rozpouštěcích účinků čistícího média s ultrazvukovou kavitací.

Klasické čištění, které je velmi pracné, málo efektivní z hlediska hygieny a bezpečnosti, není dostačující ani pro polní podmínky. Z tohoto důvodu si nachází ultrazvukové čištění uplatnění v současné době i ve zdravotnictví, zvláště při čištění skla a různých pomůcek z plastických hmot.

Možnosti využití ultrazvukového čištění

Aplikace ultrazvuku pro čištění ve zdravotnictví byla motivována především:

- zájmem o využití biologických účinků ultrazvuku,
- možností sterilizace předmětů citlivých na vysoké teploty, tj. především předmětů z plastických hmot,
- snahou o zlepšení hygieny při čištění chirurgických nástrojů.

Ultrazvukové vlny jsou vlny s větší frekvencí než je pásmo slyšitelné lidským uchem, tj. asi 20 000 cyklů za sekundu a více. Jsou produkovány spojením piezo-

elektrického krystalu s vysokofrekvenčním oscilátorem. Tyto vlny byly považovány za schopné ničit bakterie.

Působení ultrazvuku na mikroorganismy by mělo vést buď k úplnému rozbití molekul, nebo k takovým strukturálním změnám v nich, které by měly za následek zničení genetické informace. Tím by se dosáhlo trvalého poškození mikroorganismu a jeho smrti. Provedené výzkumy však ukazují, že takové účinky je možné dosáhnout jen s použitím ultrazvukového pole o vysoké intenzitě ($37-100 \text{ W.cm}^{-2}$). Výsledky přitom nejsou jednoznačné, například při použití ultrazvuku o frekvenci 20 kHz a intenzitě 165 W.cm^{-2} zůstaly spory kmene *Bacillus subtilis* neporušené. To vedlo k předběžnému závěru, že použití ultrazvuku pro sterilizaci by bylo v praxi nespolehlivé, ale hlavně technicky velmi náročné a neekonomické.

Proto se v současné době používá ultrazvukových zařízení ve zdravotnictví jen k čištění pomůcek a nástrojů.

Rozhodujícím činitelem při čištění předmětů ultrazvukem je kavitace, která rozrušuje nečistotu na povrchu čistěných předmětů. Druhým podpůrným činitelem čištění je zvýšení teploty čistícího média. Se stoupající teplotou se zvyšuje účinnost fyzikálních a chemických vlivů na nečistoty. Optimální teploty pro čištění ve většině médií jsou přibližně v okolí poloviční teploty bodu varu příslušného média. U vodných roztoků je to v rozmezí $55-56^\circ\text{C}$.

Při použití ultrazvuku se čas čištění několikanásobně zkrátí, prakticky z minut na sekundy. Dalšími efekty použití ultrazvuku je zvýšení kvality čištění, odstranění namáhavé práce, možnost čištění otvorů o malých průměrech, slepých otvorů apod.

Ultrazvukové čistící zařízení se skládá z:

- čistící vany
- ultrazvukového generátoru
- měniče.

Ultrazvukové čistící vany se zabudovaným generátorem patří k novější koncepci malých ultrazvukových zařízení. Malá čistící zařízení jsou nejpočetnější skupinou vyráběných ultrazvukových čistících zařízení, a to hlavně proto, že jsou univerzální, vhodná jak pro laboratorní, tak i pro provozní čištění menších předmětů. Téměř výlučně jsou tato zařízení, vzhledem k malým rozměrům, určena pro umístění na pracovním stole.

Ultrazvukový měnič napájený z generátoru transformuje vysokofrekvenční energii na akusticko-mechanické kmity. Čištěné díly a čistící médium tuto energii absorbují. Touto absorpcí se také vysvětluje zahřívání média při provozu.

Převážná většina výrobců při řešení ultrazvukových generátorů pracuje s frekvencí 20–25 kHz a 40–50 kHz. Téměř výlučně se v malých vanách používají ultrazvukové zářiče piezokeramické na bázi tuhého titaničitanozirkoničitanu olovnatého (IPZT) v sendvičovém provedení. Tyto jsou lepené přímo na dno čistících van. Vlastní čistící vany jsou vyrobené z antikoročního plechu. Vyrábějí se o obsahu 1–12

litru. Všechny čističky využívají nejmodernější součástkovou a materiálovou základnu. Generátory jsou osazené integrovanými obvody a křemíkovými tranzistory. Moderní technologické celky mají regulaci ohřevu čistícího média, jeho regeneraci, respektive filtraci, a možnosti přečerpávání média.

Jako čistící médium je možné použít všechny čisticí roztoky používané při klasickém čištění. Prakticky se jen nahradí dosavadní mechanické (ruční) čištění čištěním v ultrazvuku. Všechny přípravné a dokončovací operace (předmáčení, sušení, sterilizace apod.) zůstávají beze změny.

V mírových podmínkách nejsou téměř žádné zkušenosti s umýváním chirurgických nástrojů ve větším měřítku.

Kompaktní ultrazvukové víceúčelové čisticí zařízení jednolitrové používají provozovny Oční optiky k čištění skel brýlí.

Využití ultrazvuku v klasických postupech čištění

Při této kombinaci klasického a ultrazvukového čištění se zubolékařské a chirurgické nástroje čistí nejdříve ručně v roztoku saponátu po předchozím odmaččení v louhu sodném. Ke zvýšení kvality čištění a snížení pracnosti se v další fázi použije ultrazvukového čištění a nakonec se provede oplach a sušení.

Celý cyklus tedy probíhá následujícím postupem:

- odmaččení v 10% NaOH,
- oplach ve vodě,
- ultrazvukové čištění (jako čisticí médium lze použít 0,1% roztok saponátu JAR v technické vodě při teplotě 50 °C, doba čištění trvá 1 až 1,5 minuty),
- oplach v technické vodě,
- sušení, případně sterilizace běžnými postupy.

Nové metody čištění s využitím ultrazvuku

Za velmi efektivní je možno považovat čisticí postupy založené na kombinovaných účincích ultrazvuku a chemických dezinfekčních prostředků. Určujícím faktorem efektivnosti je schopnost ultrazvuku rozdrolit shluky mikroorganismů nacházejících se na povrchu čištěných předmětů. Tak se umožní přístup dezinfekčního prostředku ke všem jedincům mikroorganismů a tím jejich zničení. Tento postup byl prakticky ověřen ve VZS 160 Hostivice na čištění chirurgických nástrojů:

- a) znečištěných při chirurgických výkonech krví, tukem a hnisem (nástroje se ponechaly ve znečištěném stavu zaschnout 24 hodin),
- b) znečištěných uměle hrubými vrstvami krve a hnisu.

Národní podnik Tesla Vráble vyrábí ultrazvukové čističky typu UC 405 BJ1 a UC 002 BM1, které byly výnosem hlavního hygienika SSR Z-3911/81-B/3-06 schváleny jako hygienicky nezávadné, bez škodlivých

účinků na obsluhu. Při použití za podmínek stanovených v návodu k obsluze přístroje vyhovují i pro použití v ČSLA.

Cílem zkoušek ve VZS 160 bylo posoudit, zda ultrazvuková zařízení vyhovují z hlediska spolehlivosti provozu, elektrické bezpečnosti, nenáročnosti na obsluhu, nezávislosti na stálosti parametrů elektrického rozvodu a především možnosti připojení na všechny typy elektrocentrál zavedených v ČSLA.

Výsledky zkoušek ve všech těchto oblastech byly příznivé a bez sebemenších závad. Proto po zkouškách u VZS 160 bylo přikročeno k funkčním zkouškám v ÚVN Praha. Funkční zkoušky probíhaly po dobu 4 měsíců. Byly čištěny kovové předměty, zejména nástroje, dále plastické hmoty, chemické sklo a jiné tvary složité součástky za použití různých druhů pracovní kapalin. Během těchto zkoušek se přístroje za běžných provozních podmínek plně osvědčily. Povrchy čištěných předmětů byly zbaveny volně přilnutých nečistot a mastnoty. Přístroje pracovaly po celou dobu zkoušek spolehlivě a bezporuchově.

Požadavky polní zdravotnické služby na ultrazvukové čističky

Ultrazvukové čističky pro potřebu polní zdravotnické služby budou muset vyhovovat řadě zvýšených požadavků, které bude třeba prověřit v náročných zkouškách a teprve na základě jejich výsledků rozhodnout o jejich zavedení.

Hlavním požadavkem kladeným na ultrazvukové čističky bude jejich spolehlivost v provozu, nenáročnost na obsluhu, odolnost vůči okolnímu prostředí a nezávislost na proměnlivosti parametrů elektrického rozvodu. Jedině takové ultrazvukové čističky mohou spolehlivě sloužit náročným požadavkům polní zdravotnické služby.

V polních podmínkách bude docházet k častým přesunům, což sebou ponese další požadavky na odolnost přístrojů proti rázům a vibracím. Při převozech a při skladování budou přístroje rovněž vystaveny extrémním teplotním režimům, atmosférickým srážkám a prachu.

V polních podmínkách bude pravděpodobně nutné, aby ultrazvuková čisticí zařízení byla doplněna mechanickým čištěním, protože bude žádoucí zkrátit mycí proces na minimum.

Při umývání různých nástrojů pro chirurgii je třeba sledovat ostří, aby se při čištění neprojevoval nepříznivě kavitační proces a tím nedocházelo k otopování ostří, a tak k částečnému znehodnocování nástrojů. V polních podmínkách bude vhodné ultrazvukové čisticí zařízení zařadit jen na taková pracoviště polní zdravotnické služby, která budou vybavena také přístrojem k elektrolytickému broušení nástrojů ELEBRO s možností sterilizace.