

САНАЦИЈА ПОСТОЉА ХИДРО ПУМПЕ У СТАМБЕНО-ПОСЛОВНОМ ОБЈЕКТУ У СРЕМСКОЈ УЛИЦИ У НОВОМ САДУ

Љиљана Тадић¹
Илија Бабић²

УДК: 534 : 621.65

DOI:10.14415/zbornikGFS26.13

Резиме: *Интензивно раслојавње нашег друштва пројектанте и извођаче суочава са разноврсним захтевима, а самим тим и са проблемима са којима се нису сусретали у дотадашњој пракси. Сложеност проблема, али пре свега неискуство, резултује пропустима и грешкама при пројектовању и извођењу. А оне у стамбеним објектима не само да умањују њихов експлоатациони век, већ, у знатној мери, нарушавају комфор становања, односно квалитет живота.*

У овом раду је приказано решење проблема, насталог услед пропуста приликом монтаже машинске опреме, у стамбено-пословном објекту, у Сремској улици у Новом Саду. Наиме, реч је о хидро пумпи базена, који се налази на врху поменутог објекта а саставни је део једне стамбене јединице. Пропуст се огледа у крутој вези хидро пумпе и АБ плоче међусpratне конструкције, али и у крутом продору цеви кроз АБ елементе, што је довело до тога да ниво буке у датом објекту буде значајно изнад дозвољених вредности. Проблем је саниран остваривањем одговарајуће еластичне везе између хидро пумпе и подлоге, што је постигнуто помоћу подметача, којег чини комбинација неопрен гуме и плуте. Звучна изолација машинске собе постигнута је постављањем студијске спужве на зидове и врата ове собе.

Поступцима који су спроведени, бука и шумови, узроковани радом хидро пумпе и пратеће опреме, а увећани напред наведеним пропустима, сведени су на прописани ниво.

Кључне речи: *Санација, виброизолација, звучна изолација, хидро пумпа.*

1. УВОД

Данашњи повећани темпо живота, а нарочито убрзана урбанизација и технолошка иновација, са собом су донели још један у низу најштетнијих еколошких ефеката у урбаним срединама – буку. Бука се из градских језгара проширила и на периферне делове града. Истраживања показују да је ниво буке последњих година драстично

¹ мр Љиљана Тадић, дипл. инж. грађ., Грађевински факултет Суботица, Козарачка 2а, тел: 024/554-300, e-mail: tadic@gf.uns.ac.rs

² Илија Бабић, студент/апсолвент ГФ у Суботици, Грађевински факултет Суботица, Козарачка 2а, тел: 024/554-300, e-mail: babic.ilija@yahoo.com

порастао, али је утврђена и њена не само просторна, већ и временска експанзија. С тога је проблем буке, нарочито у великим градовима, постао веома актуелан али и забрињавајући проблем. Поред тога што бука омета металну активност и нарушава комфор, она је узрок озбиљних здравствених обољења, у смислу оштећења нервног система. Сматра се да свака звучна појава (шум, говор, галама, лупа и сл.) која омета рад и одмор представља буку. Међутим, да би неки звук био класификован као бука он мора да буде довољно јак, да се издваја од осталих звукова и добро чује. По дефиницији, под буком се подразумева сваки нежељени звук. Према овој дефиницији, да би се мерила штетност, уведена је категорија жељеног и нежељеног звука, што значи да није сваки звук бука. Дакле, да ли ће неки звук бити класификован као бука, не зависи од апсолутне вредности његовог нивоа, него од чињенице да ли он некога омета. Извори буке могу бити веома различити, али у главне спадају машине и опрема. До појаве буке при њиховом раду (како нових тако и оних које су дуже време у употреби), може доћи из различитих разлога. Настојања да се смањи бука зависе од више техничких, културолошких, финансијских и социолошких чинилаца.

Један од начина заштите од буке јесте примена различитих техничких средстава. У области техничке заштите од буке искуства су довољно велика да се знају правила која се примењују у различитим случајевима настајања и ширења буке.

Најефикасније решење у борби против буке је сузбијање буке на њеном извору. Некада се смањење буке може постићи врло једноставним средствима, као што је постављање еластичних подметача испод машине да се вибрације не би преносиле на подлогу или другачијим постављањем машине која усмерено зрачи звук. Међутим, у неким случајевима се мора ићи даље од овог, али то подразумева и веће финансијске жртве. Друго решење је смањење њеног утицаја на путу од извора до пријемника (израда преграда одређених карактеристика, израда врата и прозора према дефинисаним нормама, одговарајући распоред просторија, постављање уређаја и инсталација према важећим принципима заштите од вибрација...). Начин преношења и простирања буке од извора до пријемника зависи од тога о каквим се путањама ради. Може се рећи да је врста путање од примарног значаја и када се ради о заштити од буке помоћу техничких средстава. Овде је од великог значаја начин преношења звука, тј. да ли се он преноси кроз чврсту преграду или се простире кроз гасовито, течно или чврсто тело.

Социјално–правни аспект заштите од буке представљају различите врсте техничких прописа. Једни од њих дају упутства за смањење буке а други одређују дозвољене вредности јачине буке, не упуштајући се у начин како да се бука сведе на задовољавајући ниво. Према нормама и прописима испитују се карактеристике извора буке, ефикасност заштите појединих техничких елемената и конструкција и мери бука у угроженим срединама, па ако добијени резултати одговарају постављеним условима у погледу буке, издају се атести.

2. ЕФЕКТИ ДЕЈСТВА БУКЕ

Да би се проценило штетно дејство буке и предузеле одређене мере заштите у конкретним условима, потребно је мерењем утврдити одређене параметре буке. У ову сврху се изводе објективна и субјективна мерења.

Под објективним мерењима подразумевамо одређивање и праћење физичких параметара релевантних за стање средине у којој се бука јавља (ниво буке, амплитудни спектар и временске промене нивоа буке). Објективна мерења врше се помоћу разних инструмената и апарата.

Субјективне методе су усмерене на процену ометајућег и штетног дејства буке. Субјективно мерење буке подразумева директно реаговање човека на физичко стање средине у којој влада бука, и оно је у својој основи најмеродавније, мада није увек лако остварљиво у пракси. Због тога се све више тежи изналажењу везе између субјективних процена ометајућег дејства буке и објективних параметара, како би се једноставним поступцима објективног мерења могло одмах што тачније установити и штетно дејство буке.

Данас се за већи део појединачних врста буке зна какве ће ефекте изазвати и до каквих ће штетних последица довести. Штетни ефекти дејства буке могу се, у зависности од нивоа буке, разврстати у следеће степене:

1. ниво буке од 30 до 65 dB – већина популације не осећа никакве сметње. Само врло осетљиве особе постају раздражљиве.
2. нивои буке од 65 до 90 dB – дејство ових нивоа изазива неуровегетативне сметње с могућим ефектима на слух и организам. Оштећења слуха су могућа само код осетљивих особа и то ако су дужи низ година изложене дејству буке.
3. нивои од 90 до 110 dB – обично се поред овако изражене буке, као пратећи нежељени ефекти, јављају вибрације. Код великог броја људи евидентан је губитак слуха и теже неуровегетативне сметње.
4. од 110 до 130 dB – није могућ рад, јер бука брзо изазива психолошке сметње и губитак слуха.
5. ниво изнад 130 dB доводи до готово тренутног губитка слуха.

3. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

У циљу изналажења оптималног решења за санацију разматраног проблема потребно је анализирати и теоријске основе везане за настанак, простирање и заштиту од нежељеног звука, односно основне принципе изолације вибрација.

3.1. Физичке основе простирања звука

Полазећи од чињенице да се машинска опрема састоји од пумпи покретаних електромоторима одређене фреквенције, ефективни притисак звука, који оне производе, дефинисан преко квадратне средње вредности променљивог притиска звука, може се израчунати помоћу једначине:

$$p_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [p_0 \sin(\omega t)]^2 dt} \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

Када је позната снага звучног извора може се одредити и интензитет звука. Интензитет звука је величина која се у акустици много користи, пре свега због

тога што врло добро указује на промене до којих долази при простирању звучних таласа. Сваки звучни извор ствара у својој околини неки интензитет звука који опада при удаљавању од извора. По дефиницији интензитет је она количина акустичке енергије која у јединици времена прође кроз јединичну површину нормалну на правац простирања звучних таласа:

$$I = p_{ef} \cdot v = \frac{p_{ef}^2}{Z} \quad (3)$$

где је:

v – звучна брзина честице,

Z – звучна отпорност

$$Z = \rho \cdot c \quad (4)$$

c – брзина звука,

ρ – густина медијума кроз који се звук простира.

Производ ρc је константа која је карактеристична за сваку средину, па и за ваздух. Она описује акустичну отпорност против простирања звучних таласа у еластичном медијуму (Табела 1).

Табела 1: Брзина звука и звучна отпорност у разним еластичним медијумима

	Медиј	Брзина звука c [m/s]	Звучна отпорност Z [kgm ⁻² s ⁻¹]
1.	Ваздух	344	414
2.	Плута	500	12000
3.	Вода	1480	14800000
4.	Полистирол	1800	27000 до 54000
5.	Бетон	3100	8000000
6.	Челик	5050	39000000

Дакле, ако је позната снага звучног извора можемо да одредимо интензитет звука на растојању r од његовог извора:

$$I = \frac{P_a}{4\pi r^2} \quad (5)$$

Очигледно је да интензитет звука опада са квадратом растојања, што треба увек имати на уму. С обзиром да је интензитет звука сразмеран звучном притиску на квадрат, то ће звучни притисак опадати линеарно са растојањем од звучног извора. Из овога произилази да је производ звучног притиска и растојања од звучног извора (r) константан:

$$p \cdot r = \text{const.} \quad (6)$$

Ово важи за све правце простирања и редовно се користи у прорачунима.

Наведени израз за интензитет звука (5), важи за сферне таласе, што значи да се односи на звучни извор који зрачи у свим правцима подједнако. Константа 4π је, у ствари, пун просторни угао, кроз који извор звука зрачи. Просторни угао зрачења није увек пун, јер извор може да зрачи и у само један издвојени део простора. Тада се израз у именоцу мења и смањује, чиме се при истој снази звучног извора интензитет повећава.

Снага звука и ниво снаге звука - Акустична снага звука (W) преношеног ваздухом, која је емитована од стране тачкастог извора, изражена преко јачине звука I и површине омотача S (површина омотача око извора звука или његовог дела) је:

$$W = \iint_S I \cdot dS = I \cdot S \quad (7)$$

а ниво снаге звука:

$$L_W = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad (8)$$

Податак до којег се најлакше долази, и који се највише користи, је укупни ниво буке који се одређује на основу звучног притиска према релацији:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (9)$$

где је:

p - мерена вредност звучног притиска,

p_0 - референтни притисак, тј. звучни притисак на прагу чујности на фреквенцији 1000 Hz,

L_p - ниво звучног притиска.

У реалним условима појединачни звучни извори су чести али се и једновремено зрачење више извора практично среће на сваком кораку.

Сваки звучни извор ствара у простору око себе звук одређеног интензитета. Када зрачи већи број извора онда се у тачки пријема, која нас из било ког разлога интересује, звучна енергија појединачних извора сабира, а то значи да се и интензитети звука сабирају. Пошто је једноставније сабрати интензитете него притиске, то се у практичним прорачунима одређује укупни интензитет, а ако је потребно помоћу њега обрачуна и укупни звучни притисак.

Укупни интензитет звука који ствара више извора може се одредити на следећи начин:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \quad (10)$$

Узимајући у обзир да у просторији мале запремине (хидро-машинска соба) имамо два различита извора звука, приказује се и поступак сабирања и одузимања различитих нивоа притисака звука.

Сабирање различитих нивоа притиска звука $L_{p,j}$, изводи се према једначини:

$$L_{p,ges} = 10 \log \sum_{j=1}^n 10^{0,1L_{p,j}} \quad (11)$$

а сабирање n једнаких нивоа притиска звука $L_{p,i}$ према једначини:

$$L_{p,ges} = L_{p,i} + 10 \log n \quad (12)$$

Одређивање појединачног нивоа притиска звука из укупног нивоа притиска звука $L_{p,ges}$ за одређивање максималног дозвољеног нивоа звука додатног оптерећења $L_{p,l}$, под условом граничне вредности имисије $L_{p,ges}$ врши се према једначини:

$$L_{p,l} = 10 \log \left[10^{0,1L_{p,ges}} - \sum_{i=2}^n 10^{0,1L_{p,i}} \right] \quad (13)$$

У случају разматраног проблема (базена) могли бисмо спровести додатну анализу увођењем у прорачун и додатне опреме, односно осталих извора буке (водоскок, хидромасажер...). У пракси је чест случај да ниво буке током времена мање или више варира. Да би се могло процењивати штетно дејство такве временски променљиве буке уведен је еквивалентни ниво буке. Еквивалентни ниво буке L_{eq} је онај обрачунати ниво буке који по штетном дејству одговара временски променљивом нивоу мерене буке. *Усредњавање временски променљивог нивоа звука* $L(t)$ (према DIN45641 норми), ради дефинисања еквивалентног нивоа нивоа звука L_{eq} за период, обавља се (за период усредњавања T) према једначини:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 \cdot L(t)} dt \right] \quad (14)$$

У случају када се временски променљиви ниво звука $L(t)$ састоји од појединачних секвенци константних (периодних) нивоа звука $L_{eq,i}$, са дотичним периодима трајања T_i , онда ће еквивалентни периодни ниво звука L_{eq} бити:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i 10^{0,1 \cdot L_{eq,i}} \right], T = \sum_{i=1}^n T_i \quad (15)$$

Ако је сваки временски период T_i једнако дугачак, онда се поједностављује одређивање еквивалентног периодног нивоа звука као усредњеног нивоа сметње L_m од n вредности нивоа звука L_i сагласно једначини:

$$L_m = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \right] \quad (16)$$

Усредњавање просторно променљивог нивоа звука $L(V)$, $L(S)$ или $L(Z)$ (према DIN45641 норми) ради усредњеног нивоа L_9 за усредњавање по запремини V , по површини S или по дужини Z , је према следећим једначинама:

$$L' = 10 \log \left[\frac{1}{V} \int_V 10^{0,1L(V)} dV \right] \quad (17)$$

$$L' = 10 \log \left[\frac{1}{S} \int_S 10^{0,1L(S)} dS \right] \quad (18)$$

$$L' = 10 \log \left[\frac{1}{Z} \int_Z 10^{0,1L(Z)} dZ \right] \quad (19)$$

Простирање звука - Како је напред наведено, анализа се, у нашем случају, темељи на претпоставци тачкастог извора звука. Под идеалним граничним условима, звук, који се емитује из тачкастог извора звука, простира се у концентричним сферичним слојевима (слика 1.а). При томе се на растојањима r_1 и r_2 од извора звука успостављају нивои притиска звука L_{p1} и L_{p2} са нивоом снаге звука L_W . Смањење нивоа притиска звука од r_1 до r_2 може се одредити према једначини:

$$\Delta L_p = 20 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \quad (20)$$

док је ниво L_p притиска звука, који тачкасти извор са нивоом снаге звука L_w емитује сферично, на растојању r од средишта извора:

$$L_p = L_w - 11 - 20 \log r \quad (21)$$

С обзиром да се може узети да хидро пумпа емитује звук полусферично (извор звука је постављен директно изнад подлоге) са нивоом снаге звука L_w , ниво притиска звука, на растојању r од средишта извора, се може израчунати помоћу једначине:

$$L_p = L_w - 8 - 20 \log r \quad (22)$$

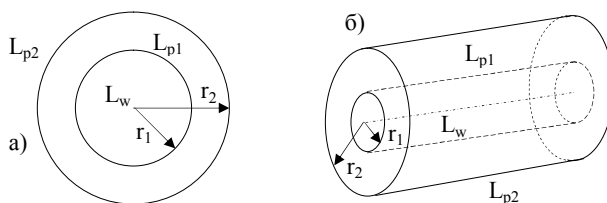
Линијски извор звука - При идеалним граничним условима звук који се емитује од врло дугог линијског извора звука простире се у концентричним цилиндричним слојевима (слика 1.б), при чему се на растојањима r_1 и r_2 од извора звука са нивоом снаге звука L_w успостављају нивои притиска звука L_{p1} и L_{p2} .

Смањење нивоа притиска звука од r_1 до r_2 , може се, при занемаривању основа цилиндра, израчунати према једначини:

$$\Delta L_p = 10 \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right), \quad (23)$$

а ниво L_p притиска звука, на растојању r од средишта једног линијског извора звука са нивоом снаге звука L_w , који цилиндрично емитује звук:

$$L_p = L_w - 8 - 10 \log r. \quad (24)$$



Слика 1: Простирање звука а) тачкастог извора и б) једног дугог линијског извора звука, са нивоом снаге L_w под идеалним граничним условима

Осим извора који звук емитују цилиндрично имамо и изворе који звук емитују полуцилиндрично. У том случају ниво притиска звука L_p на растојању r од средишта једног линијског извора звука са нивоом снаге звука L_w , рачунамо према изразу:

$$L_p = L_w - 5 - 10 \log r. \quad (25)$$

3.2. Теоријски приступ поступку изолације вибрација

Појава механичких вибрација уређаја било које врсте је увек забрињавајућа (осим ако се ради о вибрацијама произведеним са неким циљем) из два разлога:

- због места машине и структура које су подвргнуте вибрацијама,
- због буке коју вибрације стварају.

Треба истаћи да у реалним техничким условима чак и машине и постројења истог типа и произвођача немају исту виброактивност. Њихова виброактивност је

результат постигнутог квалитета израде и монтаже делова и склопова, као и услова експлоатације.

Учинак или ефикасност виброизолације вреднује се коефицијентом виброизолације који се назива преносивост вибрација.

Код активне изолације преносивост силе остварује изолатор, и дата је у облику односа:

$$T = \frac{F_{\text{podl}}}{F} \quad (26)$$

где је:

F_{podl} – амплитуда силе која се преноси на подлогу,

F – амплитуда поремећајне силе.

Интензитет функције преноса T износи:

$$T = \frac{1 + (2\xi r)^2}{\sqrt{(1 + r^2)^2 + (2\xi r)^2}} \quad (27)$$

где је:

r – количник између кружне фреквенције поремећајне силе и сопствене кружне фреквенције,

φ – релативно пригушење система у функцији од пригушења изолатора.

Из напред изложеног следи:

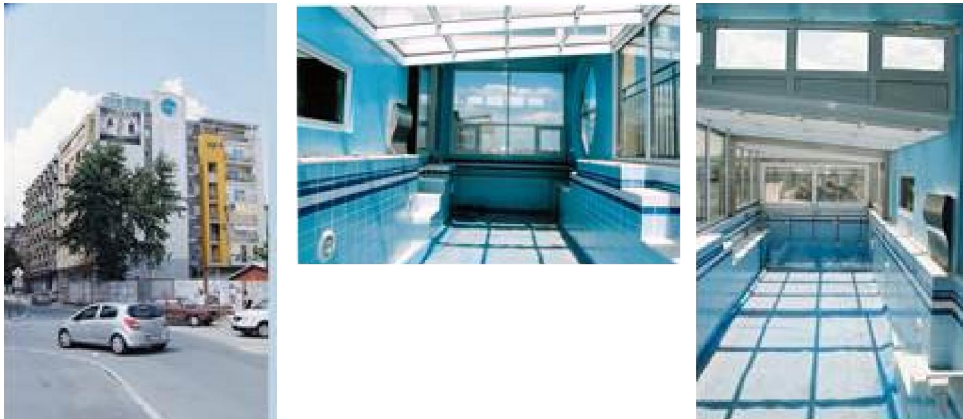
- да би T имао што мање вредности, мора бити $r > \sqrt{2}$, при чему φ мора имати што мању вредност.
- за $r < \sqrt{2}$ медијум увећава утицај силе F на подлогу. У том случају материјал медија мора имати што већу вредност φ .

Виброизолација механичког система је ефикасна ако је фактор преноса T мањи од јединице. Ефективност виброизолације се изражава у процентима а дефинише релацијом:

$$E = \left(1 - \frac{1 + (2\xi r)^2}{\sqrt{(1 + r^2)^2 + (2\xi r)^2}} \right) \cdot 100 \quad (28)$$

4. УОЧЕНИ ПРОПУСТИ И НЕДОСТАЦИ НА ОБЈЕКТУ И ЊИХОВО САНИРАЊЕ

С обзиром на временско и финансијско ограничење, а пре свега на незаинтересованост и инвеститора и власника стамбене јединице у којој се налази узрок разматраног проблема, уместо на детаљној и свеобухватној анализи, осмишљавање система и одабир материјала који би проблем буке, односно вибрација решили, тј. свели га у прихватљиве оквире, базирао се на досадашњим искуствима, односно правилима која се примењују у области техничке заштите од буке и вибрација.



Слика 2: Положај и изглед базена

Пажљивим прегледом целокупног базенског блока, при чему је посебна пажња посвећена хидро-машинској соби и опреми у њој, установљено је да је инсталирана опрема неоштећена и функционално исправна, чиме је искључена могућност настанка буке услед недостатака на опреми и инсталацијама. Узроци појаве буке при раду опреме заправо су били пропусти до којих је дошло приликом извођења радова, односно монтаже пумпи и опреме.

У непосредној близини врата лифтовског окна су лимена врата преткоморе машинске собе (слика 3). Део између горње ивице врата и таванице затворен је профилисаним лимом, који је, као и врата, био без икакве звучне изолације, чиме је повећана површина преноса звука. Непостојање акустичке сепарације између преткоморе, хидромашинске собе и лифтовског окна само је један у низу начињених пропусти. Он не само да је допринео порасту нивоа буке већ је омогућио и њено неометано дистрибуирање дуж целе вертикале објекта.

Вредност звучне изолације преткоморе и хидромашинске собе побољшана је на једноставан начин – постављњем облоге на врата, зидове и плафон ових просторија. Облогу чини комбинација табли експандиране плуте и висококвалитетне профилисане (купасте/пирамидалне) звучно изолационе спужве отворених пора (слика 4). Профилисана спужва се одликује великим коефицијентом апсорпције звука. Плуца је декларисана не само као добар топлотни, већ и звучни изолатор³, јер се састоји од микроскопски малих ваздушних џепова који чине око 50% њене запремине (процењује се да плуца има око 40 милиона ћелија по cm^3). Будући да се ваздух може компресовати под притиском, па онда поново раширити, једно од кључних својстава плуте су и еластичност и противклизност, што се имало у виду приликом виброизоловања хидро пумпи. Осим тога, плуца има велику тврдоћу и дуготрајна је, не мрви се, паропропусна је па не упија кондензате, отпорна је на глодаре и инсекте и спада у природне и еколошки прихватљиве материјале.

³ Нпр. плуца дебљине 2 mm и густине 400 kg/m^3 има коефицијент топлотне проводљивости 0,064 W/(mK) , а звучна изолација 16dB.



а)

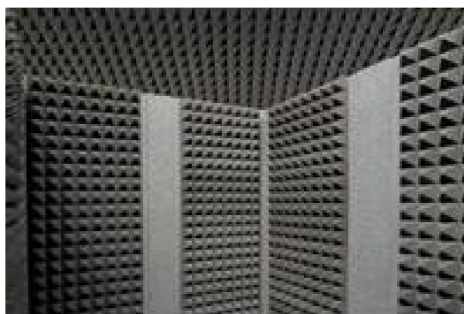


б)

Слика 3: а) врата преткоморе б) улаз у преткомору хидро машинске собе

Канализационе, водоводне, топловодне и друге врсте цеви такође могу да преносе буку, тачније – оне преносе вибрације на зидове, тако да цевоводи могу бити проводници звука са једног краја зграде на други, што је овде био случај. Осим тога што проводе звук, цевоводи могу и одавати механичку буку. Ова појава се може се спречити пригушивањем вибрација на површини цеви, што се постиже инсталацијом звучне изолације високе густине.

Визуелним прегледом је уочено да су сви продори цеви грејне технике према соларном колектору и продори водоводно–канализационих цеви кроз конструктивне елементе (армирано–бетонске међуспратне конструкције и зидове) круто изведени. Опште је познато да су крути и хомогени грађевински материјали, попут челика и бетона, истовремено и најбољи проводници звука.



Слика 4: Звучна изолација зидова, плафона и врата – профилисана стужва

У нашем случају једино решење приликом санације крутих продора и вођења цеви кроз зидове и међуспратне конструкције је било њихово раздвајање везама/материјалима који имају сасвим другачија акустична својства, јер је једно од основних правила при звучној изолацији да звук на свом путу наиђе на што

више акустички различитих материјала (са великим коефицијентом апсорпције звука). С обзиром да је било потребно звучно изоловати већ монтиране елементе, постојала су ограничења како приликом избора адекватне санационе мере тако и приликом одабира одговарајућих материјала/средства који ће се применити.

Сходно наведеним ограничењима и циљевима које је требало постићи, између цеви и зидног отвора, односно отвора у међуспратној конструкцији, постављена је звучна изолација у виду пенастог материјала (еластична и нискоекспанзивна пур пена, велике звучно изолационе моћи), при чему су отвори претходно пажљиво оштемовани и обрађени полиуретанским трајно еластичним китом.

Како су пумпе преко металних постоља биле ослоњене на бетоску подлогу (плочу међуспратне конструкције), настале вибрације преносиле су се на подлогу а преко ње на околне зидове, инсталације и даље кроз конструкцију објекта, што је, уз напред наведене пропусте стварало буку нивоа знатно изнад допуштеног.



Слика 5: Хидро блок- пумпе термо и хидро блока и компензациони суд

Како би се спречило преношење вибрација са пумпи на подлогу, тј. ширење звука путем подлоге, било је потребно изоловати пумпе од подлоге, односно уметнути елементе који апсорбују енергију вибрација. То практично значи да их је требало поставити на такозвану антивибрациону подлогу.

Поред тога што антивибрациона подлога треба да издржава тежину машине, она мора бити изабрана у функцији њене тежине и фреквенције вибрација. Поред овога, при њеном избору морају се имати у виду и агенси околине (влажност, уље итд.), како би се избегла њена деградација током времена.

На тржишту постоје разне врсте еластичних подлога за пригушивање вибрација. Приликом изоловања пумпи примењен је сендвич којег су чинили плута (2x8mm) и неопренска призматична плоча (дебљине 12mm).

Релативно пригушење еластомера попут неопрена креће се од 10% до 15%, што је са становишта расипања вибрационе енергије система веома повољно. Оба ова материјала имају добре виброизолационе способности и велику чврстоћу на абразију.

Захваљујући противклизности ових материјла, није било потребно да се за фиксирање користи лепак или нешто слично. Иако су поступци, који су примењени приликом санације једноставни, показали су се као врло ефикасно решење датог проблема.

5. ЗАКЉУЧАК

Уграђени елементи који производе буку и вибрације морају бити пројектовани и уграђени тако да боравишне просторе објекта не ометају буком. Бука коју ови уређаји производе зависи од карактеристика самог уређаја али и од њиховог правилног извођења и уградње.

Израда санацијског решења је знатно сложенија од решења у фази пројектовања, јер се предвиђене мере морају прилагодити задатим условима на већ постојећем објекту које је врло често немогуће модификовати. Овде треба нагласити да је у неким ситуацијама немогуће спровести санацију без значајнијих захвата на објекту, а који би оправдали уложена средства.

За постизање квалитетне заштите од буке и вибрација потребно је овоме захтеву придавати значајну пажњу већ од фазе просторног планирања. Учешће заштите од буке у зградарству предвиђено је у свим пројектним фазама од идејног решења до главног пројекта. Пројектовање звучне заштите и заштите од буке и вибрација треба бити поверено искусним пројектантима, специјалистима за подручја звучне и вибро заштите. При пројектовању изузетно је важно остварити сталну сарадњу између пројектаната међусобно и с извођачем све до завршетка градње како би пројектом предвиђени критеријуми били и реализовани на објекту.

Дакле, најважније је звучну и виброизолацију унапред испланирати и извести у току грађења објекта, јер нема увек једноставних накнадних решења.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wolfgang M. Willems, Kai Schild, Simone Dinter: Handbuch Bauphysik Teil 2; Vieweg & Cohn Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, **2006**
- [2] Harris, M. H.: Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control, Acoustical Society of America, **1998**
- [3] Bies, A. D., Hansen, H. H.: Engineering Noise Control, Spon Press, London, **2003**
- [4] Закон о заштити од буке у животној средини, Службени гласник Р. Србије, бр. 36/09 од 15.5.2009
- [5] JUS U.J6.201 – Акустика у грађевинарству. Технички услови за пројектовање и грађење зграда
- [6] JUS U.J6.001 – Акустика у грађевинарству. Термини и дефиниције
- [7] JUS ISO 140 – Акустика у грађевинарству. Утврђивање вредности звучне изолације у зградама и грађевинским елементима
- [8] Clough R., Penzien J.: Dynamics of structures, McGraw-Hill, New York, **1975**
- [9] С. Гајин: Динамички утицаји техничког окружења и заштита од њих, Фелтон, Нови Сад, **1994**

MEASURES TAKEN TO REPAIR THE PEDESTAL OF THE WATER PUMP IN RESIDENTIAL-OFFICE BUILDING IN SREMSKA STREET IN NOVI SAD

Summary: *By intensive stratification of our society, designers and contractors are faced with a variety of requirements and problems which they have never had encountered in their practice before. The complexity of the problem, but primarily inexperience, results with omissions and errors in designing and construction works. When those errors occur in residential buildings, not only that they reduce building's service life, but also, to a considerable extent, reduce living comfort and quality of life of its residents.*

This paper presents a solution to the problem, due to failure during installation of mechanical equipment in residential-office building, in Sremska Street in Novi Sad. The failure occurred on the pool water pump located on the top of the building. The pump is an integral part of an apartment. The omission is reflected in rigid connection between the pump and the reinforced-concrete slab of the floor structure, but also in rigid pipes passage through reinforced-concrete elements, which led to the noise level that was significantly above the allowed values at a given building.

The problem was repaired by implementing appropriate elastic connection between the water pump and the concrete bedding, which is achieved by using shims, that are a mixture of neoprene rubber and cork. The mechanical room is sound insulated by mounting panels of expanded cork and profiled sponge on the walls and doors of the room.

Implementing these procedures reduced noise caused by the work of water pump and related equipment to the acceptable level.

Keywords: *Repair measures, vibration insulation, sound insulation, water pump*