



ГОВЬСҮМБЭР АЙМАГ ДАХЬ
ПОЛИТЕХНИК КОЛЛЕЖ

ДИПЛОМЫН АЖИЛ

Сэдэв: Нам даралтын зуух хийх үеийн хөдөлмөрийн аюулгүй байдал эрүүл
ахуй

Удирдсан багш: / Т.Эрхэмбаяр /

Гүйцэтгэсэн оюутан: / Ч.Бат-Эрдэнэ /

Говьсүмбэр аймаг 2018 он

Гарчиг

1-р бүлэг : Оршил

2-р бүлэг : Үндэслэл

3-р бүлэг : Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн ойлголт

4-р бүлэг: Нам даралтын зуухны хийх үеийн зааварчилгаа хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн .

5-р бүлэг: Дипломын сэдвийн дагуу хийгдсэн ажлын тайлан фото зураг

6-р бүлэг: Халаалтын зуухны доргионы тухай ойлголт

7-р бүлэг: : Халаалтын зуух хийх үеийн Галын аюулгүй ажиллгааны тухай

8-р бүлэг: Халаалтын зуух хийх үеийн Цахилгааны аюулгүй ажиллагааны тухай

9-р бүлэг: Дүгнэлт

10-р бүлэг: Ашигласан ном, материал

Оршил

Халаалтын зуух нь дулаан үйлдвэрлэхэд зориулагдсан эрчим хүчний цогцолбор объект юм. Одоо дэлхийн цахилгаан эрчим хүчний 70 орчим хувийг дулааны станцуудад үйлдвэрлэж байна. Дулаан үйлдвэрлэх бүтэц, түний тоног төхөөрөмж, технологийн дамжлага нь тухайн дулаан үйлдвэрлэхэд ашиглах түлшний төрөл, түний шинж чанараас хамаарч ихээхэн ялгаатай байдаг. Дулаан эрчим хүчийг үйлдвэрлэхэд хатуу байдалтай түлшийг хэрэглэдэг. Заримдаа нэг төрлийн түлш байсан ч гэсэн тухайн орд газруудын онцлогоос хамааран тэдгээр нь шинж чанараараа болон дулаан гаргах чадвар ялгаатай байх нь олон байдаг. Энэ бүхэн нь тус станцын барилга, байгууламжийн хийц болон үндсэн ба туслах тоноглолуудыг сонгоход ихээхэн нөлөөлдөг.

Гэхдээ дулааны эх үүсвүрийг шинээр барих буюу өргөтгөхөө заавал техник, эдийн засгийн харьцуулсан судалгаа, тооцоо хийсний үндсэн дээр аль ашигтай нь сонгох шаардлагатай. ДЦС-ыг барих үндэслэлийг боловсруулахдаа тухайн хот төв суурин газрын хэрэглэгчдийг цахилгаан, дулааны ачаалал, цаг уурын онцлогуудыг харгалзан хүчин чадлыг зөв сонгож авснаас үйлдвэрийн техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүдэд ихээхэн хэмжээгээр хамаардаг.

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй нь үйлдвэрлэл, үйлчилгээний явцад техник, технологийн үйл ажиллагаанаас шалтгаалан ажиглалтын эрүүл мэндэд хими, физик, биологийн болон бие сэтгэлзүйн хүчин зүйл нөлөөлснөөр ажиглалтын бие махбодь, мэдрэл сэтгэхүйд өөрчлөлт орж хөдөлмөрийн чадвар буурах, өвчлөх, осолд орохоос урьдчилсан сэргийлэхэд чиглэсэн нийгэм эдийн засаг, техник технологийн зохион байгуулалтын арга хэмжээний цогц юм. Хөдөлмөр хүнийг бий болгосон, хөдөлгөөн хүнийг эрүүл байлгана. Тиймээ хүний амьдралтай хөдөлмөр салшгүй холбоотой. Хүн цаг мөч бүр үйл хөдлөл буюу хөдөлгөөн хийдэг. Нэгэнт л хөдөлж ажиллаж байгаа учир хүнээс энэргий, хүч зарцуулна. Ажлын байрны эрүүл ахуйгаас гадна хөдөлмөрлөх аюулгүй орчин их чухал. Өөрөөр хэлбэл хүний эрүүл аюулгүй ажиллах үндсэн нөхцөл нь ажлын орчин, эрүүл ахуй, хууль, хөдөлмөр хамгаалал г.мэт. Хүн хоногийн 1/3-г

ажил дээрээ өнгөрөөдөг үзэхэд ажлын байр нь гэрээс нь ялгаагүй тав тух хангасан байх ёстой ч харамсалтай нь үгүй байна.

Ялангуяа томоохон үйлдвэрийн газарт хүний эрүүл аюулгүй хөдөлмөрлөх орчин муу байдаг. Жишээлбэл дулааны цахилгаан станцууд дуу шуугиан ихтэй, халуун, тогонд цохилгах эрсдэлтэй, тоос шороо ихтэй зэрэг хүний ажиглах орчны эрүүл ахуйг ноцтой зөрчдөг.

Би энэхүү дипломын ажиглаараа үйлдвэрийн доргио болон дуу чимээ аюулгүй ажиглалаа организмд үзүүлэх нөлөөлөл, физик үзүүлэлтүүд, доргионы хяналт, хамгаалах аргууд, халаалтын уурын зуухны талаар судлахыг зорилго.

Үндэслэл

Дулааны үйлдвэрүүд нь манай орны аж үйлдвэрийн үндсэн салбар төдийгүй улсын хөгжил дэвшилд онцгой үүрэг гүйцэтгэж байна.

1990-ээд оны эцсээр Эрчим хүчний тухай хуулийг боловсруулж баталснаар эрчим хүчний үнэ тарифын асуудал Засгийн газрын мэдээс гарсан. 2002 онд УИХ-аар Эрчим хүчний нэгдсэн систем хөтөлбөрийг баталсан. Энэ үеэс төр, засгаас түлш, эрчим хүчний салбарт дараах томоохон өөрчлөлт, шинэчлэлийг хийсэн нь зохих үр дүнгээ өгсөн.

1. Бүтэц, зохион байгуулалтын өөрчлөлтөөр эрчим хүчний үйлдвэрүүд хувьцаат компаний хэлбэрт шилжин ажиглагсан
2. Хуучин техник, технологийг шинэчилснээр үйлдвэрийн үр ашгийг дээшлүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн.
3. Эрчим хүчний үнэ тарифын гажуудлыг арилгаж тус салбарыг бие даан ажиглах чадвартай болгосон.

Эрчим хүчний нэгдсэн систем хөтөлбөрийг богино (5 жил) ба урт хугацаа (15) ныг гэсэн 2 үе шаттайгаар хэрэгжүүлэхээр заасан.

Хөдөлмөр хамгаалалын тухай ерөнхий ойлголт

Хөдөлмөрийн процесст хүний ажлын үр чадвар эрүүл мэндийг хэвээр хадгалж аюулгүй ажиллагааг хангаж чадах нөхцлийг бий болгоход чиглэгдсэн хууль тогтоомж, нийгэм эдийн засаг, зохион байгуулалт, техник, ариун цэвэр, эрүүл ахуйн арга хэмжээний системийг хөдөлмөр хамгаалал гэнэ.

Ажиллагсдаын эрүүл мэндэд үйлдвэрлэлийн аюултай хүчин зүйлүүд нөлөөлөхөөс гадна хамгаалахад чиглэгдсэн техникийн болон зохион байгуулалтын арга хэмжээ, техник хэрэгслийн системийг аюулгүй техник гэнэ. Хөдөлмөр хамгаалалын асуудал нь нийгмийн хөгжлийн түүүхэнд уялдаан гарч ирсэн шинжлэх ухааны нэг салбар юм.

Хүний нийгмийн хөгжлийн түүүхэнд янз бүрийн багаж хэрэгсэл, тоног төхөөрөмж, машин техник гарч ирсэн байна. Үүнтэй уялдаан эдгээр техникүүд дээр ажиллахад гарч болох аюултай, хортой нөхцлөөс урьдчилан сэргийлнэ.

Тодорхой нөхцөл байдалд ажиллагсдаын эрүүл мэндэд нөлөөлснөөр гэмтэх ба хүмүүсийн эрүүл мэнд гэнэт муудахад хүргэх үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлийг аюултай хүчин зүйл гэнэ. Үүнд хүчтэй салхи шуурга, өндөр нам хүчдэл, халуун, даралт, бохир орчин, цацраг идэвхи үүсгэгч, хэт өндөр давтамжтай энерги, аюулгүй ажиллагааны шаардлага хангаагүй машин механизм, багаж хэрэгсэл, тоног төхөөрөмж гэх мэт олон зүйлс хамаарна.

Тодорхой нөхцөл байдалд ажиллагсдаын эрүүл мэндэд нөлөөлснөөр өвчлөх ба хүмүүсийн хөдөлмөрийн чадвар буурахад хүргэх үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлийг хортой хүчин зүйл гэнэ. Үүнд: Хордлого, дулааны цохилт, хөлдөлт, цахилгааны цохилт, хүний биед амьсгал болон салст бүрхэвч, арьсаар дамжин үйлчлэх хорт хүчин зүйлүүд орно.

Ажиллагсдаын эрүүл мэндэд аюултай болон хортой хүчин зүйлүүд нөлөөлөхөөс хамгаалах, нөлөөллийг бууруулах хэрэгслийг хамгаалах хэрэгсэл гэнэ.

Үйлдвэрлэлийн бичиг уур амьсгал ба агаарын эрүүлжүүлэлт, бичиг уур амьсгалын хэлбэлзэл хүний бие организмд нөлөөлөх тухай хүний бие организмд болон ажиллах чадварт хүрээлэн байгаа орчноос олон хүчин зүйл нөлөөлдөг.

Эдгээрээс дараах хүчин зүйлүүд зонхилох байр эзэлнэ.

Үүнд:

- орчны температур
- орчны даралт
- чийгшил
- агаарын уур амьсгалын хурд

Эдгээр хүчин зүйлүүдийн нэгдллийг ажлын байрны бичил уур амьсгал гэх ба эдгээр параметруудийг ажлын байрны бичил уур амьсгалын үндсэн параметрууд гэнэ.

Орчны температур

Температур нь хүний биеийн дулааны зохилдоог хэвийн барьж байх ёстой. Хүний биеийн температурхэвийн байхын тулд орчны темпаратур хөнгөн ажлын үед 19-20⁰С байвал зохино.

Халуун байранд ажиллаж байгаа хүмүүсийг цагт 1 удаа 15 минутаас доошгүй хугацаанд алжаал тайлах байранд амраана. Алдсан эрдэсгэл зүйлсийг 5% давсны уусмалтай буцалсан ус ууж нөхөж авдаг. Хүйтэн байранд ажиллаж байгаа хүмүүсийг цагт 1 удаа 15 минутаас доошгүй хугацаанд дулаацуулах байранд оруулна.

Орчны даралт

Хүний биеийн организм , техник тоноглолд агаарын даралт нөлөөлнө. 760 мм м.у.б даралтанд хийгдэж туршигдсан техник хэрэгслүүд 600 мм м.у.б даралтанд ажиллахад бүрэн ачаалал авч чаддаггүй. Цусны даралттай хүмүүс даралт буурахад их мэдэрдэг байна. Тэдний даралт улам ихэсч цус харвах хүртэл аюултай.

Агаарын чийгшил

Агаарын чийгшил хэтэрхий бага байвал ажиллаж байгаа хүмүүсийн ам хатан, салст нь салах, чийгшил нь их байвал бөөр нурууны өвчинтэй болдог. Чийгшил зөвшөөрөгдөх хэмжээ 75%, тохиромтой хэмжээ 40-60% байна. Нэн ялангуяа цахилгаан хүчдэл их үед агаар тусгаарлах чадвараа алддаг тул маш аюултай болдог.

Агаарын урсгалын хурд

Агаарын урсгалын хурд хөнгөн ажлын үед 0,2 м/с, хүнд ажлын үед 0,3-0,5 м/с байвал тохиромжтой. Агаарын урсгалын хурд их үед хүнийг өндөр ажиглуулж болохгүй.

Ажлын бүсийн агаар дахь хортой бодис хүний бие организмд нөлөөлөх тухай

Үйлдвэрлэлийн процессын технологийн явцад элдэв тоос, хортой уур болон бусад хорт бодисууд ялгардаг. Цахилгаан станцад нүүрсний тоос, уур гэх мэт хортой бодисоос гадна хүний биед хорт нөлөө үзүүлдэг шуугиан доргио их байдаг.

Шуугиан ба доргио, тэдгээрийн нөлөө

Хүнд тааламжгүй нөлөөлдөг дуу чимээг шуугиан гэж нэрлэнэ. Тодорхой давтамж бүхий хэлбэлзэх хөдөлгөөнөөс доргио чичиргээ үүснэ. Шуугиан доргион нь төстөй нөлөөлнө. Дуу чимээ бүр шуугиан биш юм. Шуугиан нь хуралж буй орчинд тархаж хүн амьтанд сөрөөр нөлөөлдөг байна. Иймээс хэт өндөр дуу чимээ хүнд тааламжгүй доргионы сөрөг нөлөөлөл нь байгаль орчныг бохирдуулж байгаа хэрэг бөгөөд түүнийг хуралж буй орчны физик бохирдолтонд хамааруулдаг байна. Шуугиан ба доргио нь дор дурьдсан хэлбэрүүдээр хүн, амьтан, орчинд нөлөөлнө.

Тархихыг эд эсийг гэмтээх замаар хүний төв мэдрэлийн системд хортой нөлөө үзүүлдэг байна. Ялангуяа өндөр давтамж бүхий /800 гц-с өндөр давтамжтай/ үргэлжилсэн шуугиан нь онцгой нөлөөтэй юм. Мөн хүний зүрх судасны системд нөлөөлснөөр даралт өөрчлөгдөж бие мах бодид даралт хуримтлагдахад хүрэх ба зарим дотоод эрхтэнд нөлөөлснөөр хоол шингэхгүй болох, хурдан ядрах, анхаарал сулрах, нойргүйдэх зэрэг таагүй нөлөөлгүүд үүсгэдэг байна.

Шуугиан хэт өндөр байх тохиолдолд хүний сонсгол гэмтэх /түр/, бүр эргэж сэргээгдшгүйгээр гэмтэх аюултай. Ялангуяа ажлын байран дахь 85-90 децибелд тасралтгүй үргэлжлэх шуугиан нь аюултай бөгөөд ийм орчинд 5-аас дээш цаг ажиглавал сонсгол гэмтэх магадлагтай. Мөн даралт хий үлгэх, төмөр зүйл давтах, чихний ойролцоо гэнэт тэсрэлт, дэлбэрэлт болох нь сонсгол

гэмтээх аюултай. Шүүгиан ихтэй газар хүн түр ажиллаад гарахад тодорхой хугацааны дотор чих юм сонсохгүй болдог. Энэ нь сонсголоо түр алдаж буй хэрэг бөгөөд сонсголоо бүр мөсөн алдахыг эхлэл юм.

Шүүгиан нь бас далдлах нөлөө үүсгэдэг. өөрөөр хэлбэл шүүгианаас болж хүмүүс хоорондоо хэвийн харьцаж% ярилцах, радио телевиз мэдээлэл, дохио санамж сонсох зэрэгт саад учруулна. Үрэнгүяа үйлдвэрийн газрын чимээ шүүгиан нь хүмүүсийн анхаарал сулруулж хоорондын харьцаа дохио санамжыг далдлагсанаар аваарь осолд ч хүргэж болзошгүй юм.

Тодорхой давтамж бүхий хэлбэлзэх хөдөлгөөнийг хүн доргио буюу чичиргээ хэлбэрээр хүлээн авдаг. Түүний нөлөөлөл нь хэлбэлзэлийн давтамж, далайцаас шалтгаална. Судалгаанаас үзэхэд хэлбэлзэлийн давтамж нь 3-100 Гц, далайц нь 0,5-0,0003 мм байхад хүн түүнийг доргио чичиргээ хэлбэрээр хүлээн авдаг байна.

Доргио нь шал барилгын хийцийн эд ангиудаар дамжиж хүний биед нөлөөлнө. ялангуяа 6-9 Гц давтамжтай хэлбэлзэл хүнд онцгой нөлөөлдөг. Учир нь хүний бие, толгой, өтөний сүв зэргийн хувийн хэлбэлзэл нь 6-9 Гц-тэй ойролцоо тул резонанс болж дотоод эрхтэний хэлбэлзэл ихсэж хүнд онцгой аюултай нөлөө үзүүлнэ. Хэлбэлзэх хөдөлгөөний далайц хичнээн их байх тутам энерги нь төдий чинээ өндөр хүний биед үзүүлэх нөлөө нь төдий чинээ их байна.

Удаан хугацааны турш доргио чичиргээний орчинд ажилласан хүн нь сэтгэл санаа уймрах, хөдөлмөрийн чадвараа алдах, толгойн өвчтэй болох, хоол шингэхгүй болох, салга болох зэрэг гаж нөлөөнд ордог байна. Доргио чичиргээний нөлөө нь голчлон эрэх механизмьн багана алдагдсанаас үүсэх бөгөөд хүний биед үзүүлэх доргио дуу чимээ нь ихсэж хүнд таагүй нөлөөлдөг байна.

Шүүгиан ба доргиог тооцоолох, хэмжих тухай

Шүүгиан чимээний хүрээлж буй орчин хүн, ургамал амьтанд үзүүлэх нөлөөллийг тооцоолж үнэлж дүгнэхдээ дараахь параметруудийг үндсэн үзүүлэлтүүд болгон авч үздэг байна.

1. Дуу шуугианы өндөр намыг түүний хэлбэлзлийн давтамжаар тодорхойлно.

Давтамжын үндсэн нэгж нь Гц/ерц/ болно.

2. Дуу шуугианы чанга сулыг дөцбөл /Дб/-ээр тодорхойлж, түүний орчинд нөлөөлөх норматив хэмжээг тогтоодог байна. Дөцбөл нь дууны давтамжын логарифм хэмжигдэхрүүн бөгөөд шуугианы хэмжүүрийн ажиглах зарчим нь Дб дээр үндэслэгддэг байна. Ном сурах бичигт ДбА гэсэн тэмдэглэл олонтаа тохиолдох бөгөөд энэ нь дөцбөлийн хэмжүүрийн заалт юм.

3. Дорно ба шуугианы долгион орчинд тархаж байна гэдэг нь энерги шилжих процесс явагдаж буй хэрэг юм. Иймээс нэгж хугацаанд дууны долгионы тархалтын чиглэлд перпендикуляр байрлалтай 1 м² гадаргууд харгалзах дууны энергийн хэмжээг дууны эрчим буюу хүч гэж нэрлэдэг. Энэ нь Вт/м²-аар хэмжигдэнэ. Хүний чих дуу чимээг мэдрч эхлэх хамгийн бага /хб/ дууны хүч нь $I_{x6}=10^{-12}$ Вт/м² байх бөгөөд сонсох босго гэж. Хүний сонсгол хүлээн авч өвчлөлийн мэдрэмж өгөх дууны хамгийн их /хи/ хүч нь $I_{x1}=10$ Вт/м² байх бөгөөд түүнийг өвчлөлийн босго гэж. Энэ үзэхэд сонсох босгоос өвчлөлийн босго хүртэлх зайцад дууны хүч нь $10/10^{-12}=10^{13}$ дахин ихэсдэг байна. Хүний чих нь дууны хүчний ийм их өөрчлөлийг мэдрэх боловч түүний үнэмлэхүй хэмжээг бус харин өөрчлөлийг илүү хих хүлээн авдаг байна. Дууны өөрчлөлийн хэмжээг түүний хүчний /эрчим/ түвшин гэж нэрлэнэ. Дууны эрчим буюу хүчний түвшинг практикт тухайн дууны хүчний хэмжээг I -ийг сонсох босго I_{x6} -д харьцуулсан харьцааны логорифмаар илэрхийлэх бөгөөд түүнийг дөцбөл гэж. Өөрөөр хэлбэл тухайн дууны хүчний түвшин $L = 10 \lg \frac{I}{I_{x6}}$ болно.

Эндээс үзэхэд Дб логарифм нэгж бөгөөд энэ хэмжигдэхүүнээр шуугианы хүн, орчинд үзүүлэх нөлөөллийг тогтоож нормчилдог байна. Дээрхи илэрхийлэлээс үзэхэд өвчлөлийн босгод харгалзах дууны хүчний түвшин нь

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_{x6}} = 10 \lg \frac{10^{-10}}{10} = 130 \text{ Дб} \text{ болно.}$$

Практикт хэрэв дууны хүчний түвшин нь хэмжүүрийн заалтаар 80 ДбА-аас их байвал тийм орчинт тааламжгүй орчин /хүнд өвчин эмгэг үүсгэх магадлалтай / гэж нэрлэх ба 60-80 ДбА байвал харьцангуй тааламжгүй, 40-60 ДбА байвал харьцангуй тааламжтай орчин, 40 ДбА-аас бага байвал

тааламжтай орчин гэж тус тус авч үздэг байна. Иймээс үйлдвэр аж ахуйн газар нь өөрийн дуу шуугианы хэмжээг тодорхойлж ямар зэрэгтэй байгаагаа тогтоож байх нь зүйтэй юм. Орчинд төрөл бүрийн үүсгэгч бүхий олон янзын шуугиан холилдон тархдаг. Үүсгэгчийн тоо нэмэгдэх тутам шуугианы ерөнхий түвшин өснө. Гэхдээ шуугианы түвшин нь үүсгэгч бүрийн шуугианы түвшний нийлбэр байдаггүй. Тухайлбал тус бүр нь 80 ДБА-ын хоёр шуугиан үүсгэгч нийлээд 160 ДБА биш 83 ДБА болдог. Дээр дурьдсанаар хүний чих нь шуугианы өөрчлөлтийн хэмжээг хүлээн авдаг учир 80 ДБА-аас 83 ДБА болох өөрчлөлт, 40 ДБА-аас 43 ДБА болох шуугианы өөрчлөлтүүдийг нэгэн адилаар мэдэрнэ. Өөрөөр хэлбэл шуугианы эхний түвшин ямар байснаас үл шалтгаалан 3 ДБА-ийн өөрчлөлт хүний сонсголд ижил нөлөө үзүүлнэ.

4. Хүний сонсох эрхтэнд физиологийн нөлөө үзүүлдэг параметр нь дууны даралт юм. Дууны даралт гэдэг нь дуу үүсгэгч ба орчны даралтын ялгаварын эгшин зуурын утга бөгөөд Па-аар хэмжигдэнэ.

Хүний сонсголд дууны даралтын дундаж квадрат үйлчилдэг байна.

Дууны даралтыг P гэж тэмдэглэвэл түүний дундаж квадрат P^2 -г дараах байдлаар тодорхойлно.

$$P^2 = \frac{\sum P^2}{t} \quad \text{Па} ;$$

t -хэмжилтийн хугацаа /мин/

Практикт ихэвчлэн 30-100 минутын хугацаанд даралтын утгыг хэмжиж дууны даралтын дундаж квадратыг тодорхойлно.

$\sum P^2$ - нь t хугацааны туршид хэмжсэн даралтын утгуудын квадрат нийлбэр юм.

Ийнхүү дууны даралтын дундаж квадратыг тодорхойлсноор дээр дурьдсан дууны хүч I болон бусад параметруудийг хялбар тодорхойлох боломжтой болно. Тухайлбал :

$$I = \frac{P^2}{\rho * c} \quad \text{Вт/м}^2$$

ρ -дуу тархаж буй орчны нягт г/м^3

c -дууны долгионы тархалтын хурд м/сек

ρ *с-долгионы эсэргүүцэл

5. Дуу шуугианы энерги нь агаарт тал бүр тийшээ бөмбөлөг долгион хэлбэрээр тархаж байгаль орчинд нөлөөлнө. үүсгэгчээс холдох тутам мэдээжээр түүний хүч нь суларна. Иймээс тухайн үүсгэгчээс дуу шуугиан нь ямар хэмжээний зайд тархаж байгаль орчныг бохирдуулах вэ гэдгийг тооцоолох шаардлагатай.

Шуугиан үүсгэгчээс X зайд очих дууны хүч, түүний түвшинг дараах илэрхийлэлүүдээр тодорхойлно. Үүнд:

А. X зайд хүрэх дууны хүч - I_x

$$I_x = I_y \cdot \frac{1}{X^2}; \quad \text{Вт/м}^2$$

Б. X зайд мэдрэгдэх дууны түвшин

$$L = L_y - 20 \lg X; \quad \text{ДБ}$$

I_y, L_y - Үүсгэгчийн үүсгэж буй дууны хүч ба түвшин

Эдгээр хэмжигдэхүүнүүдийг үүсгэгчээс 1м-ийн зайд хэмжиж тодорхойлно. Дээрхи илэрхийллээс үзэхэд $L_y = 20 \lg X$ зайд дууны түвшин $L=0$ болж, шуугианы нөлөөлөл байхгүй болох юм.

6. Доргио чичиргээг тодорхойлох үндсэн параметр нь түүний давтамж f (Гц), доргио шилжилт A (мм), доргион хурд V (м/с) ба доргион хурдатгал a (м/с²) болно. Доргио чичиргээний нөлөөллийг тооцоолохдоо түүний давтамж f , далайц A , тархалтын хурд V -г гол болгон авч үзэх бөгөөд доргион тархалтын далайц A нь хичнээн их байх тутам сөрөг нөлөөлөл нь төдийчинээ аюултай юм. Иймээс эрүүл ахуйн нормд хэлбэлзлийн давтамж хэдий чинээ их байх тутам, түүний далайц төдийчинээ бага байхаар нормчилдог.

Доорхи хүснэгтэд 4 цаг ба түүнээс дээш хугацаанд үйлчлэх ажлын байран дах доргионы зөвшөөрөгдөх параметруудын хязгаарыг жагсаав.

Д/Д	Хэлбэлзлийн давтамж f (Гц)	Хэлбэлзэх хөдөлгөөний шилжилтийн далайц A (мм)	Хэлбэлзэх хөдөлгөөний хурд V (м/с)
1	2	1,28	11,2
2	4	0,28	5
3	8	0,56	2
4	16	0,028	2

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй

5	31,5	0,014	2
6	63	0,0072	2

Ажлын байранд үзүүлэх доргионы үйлчлэлийн хугацаа нь 4 цагаас бага байвал зөвшөөрөгдөх хязгаарыг 1,4 дахин , 2 цагаас бага байвал 2 дахин, 1 цагаас бага байвал 3 дахин тус тус ихэсгэн авч үзэж болно. Доргиог вибрографаар хэмждэг.

Шуугиан ба доргионы төрөл, ангилал

Доргио ба шуугианы төрөл бүрийн эх үүсвэрүүд нь хүрээлж буй орчинд нийлмэл гармоник хэлбэлзлийг цацдаг. Олон төрлийн гармоник хэлбэлзлүүдийн давтамжуудын бөөгнөрлийг доргио ба шуугианы давтамжийн спектор гэж нэрлэнэ. Давтамжийн өрийн утгыг дахин эхлэх зайцыг октав гэдэг.

Шуугианыг спекторын шинж чанараар нь өргөн зурвасын , хөг аялгуут дуу гэж ангилна. Олон актавын (1-ээс илүү актавын) тасралтгүй үргэлжлэх спектор бүхий дууг өргөн зурвасын гэнэ.

Хугацааны шинж чанараар нь :

-тогтмол шуугиан

-тогтмол биш шуугиан гэж ангилна.

Хэрэв дууны түвшин нь шуугиан үүсгүүрийн үйлчлэлийн хугацаанд 5 Дб-ээс хэтрэхгүй байвал (шуугиан хэмжигчийн “медленно”байрлалд) тогтмол гэх ба 5 Дб-ээс их байвал тогтмол бус шуугиан гэнэ.

Тогтмол бус шуугианыг дотор нь:

1.Хэлбэлзэх (дууны түвшин нь хугацааны туршид өөрчлөгдөх)

2.Тасалдах (үүсгүүр нь паузтай ажилласанаас дууны түвшин нь огцом ихсэж , багасах)

3.Импульсийн (үргэлжлэх хугацаа нь 1 секундээс бага, шуугиан хэмжигчийн “медленно” ба “импульс” байрлалууд дах дууны түвшний ялгавар нь 5 Дб-ээс их байх нэг ба хэдэн дууны импульс буюу сигналаас тогтох шуугиан) гэж ангилдаг байна.

Мөн хүнд үзүүлэх нөлөөлөлөөр нь сонсгол гэмтээх шуугиан, далдлах шуугиан, чихэнд чийртэй цочроох шуугиан гэх мэтээр ангилж болно.

Сонсгол гэмтээх шуугиан

Ихэнх ажлын байран дах шуугианы түвшин нь сонсголыг гэмтээж блозошгүй юм. Төрөл бүрийн машин механизм, тоног төхөөрөмжүүд ихэвчлэн их шуугиантай байдаг. 85-90 ба түүнээс дээш Дб-д тасралтгүй үргэлжлэх шуугиан нь сонсгол гэмтээх аюултай. Ийм төвшний шуугиантай орчинд өдөрт 5-аас дээш цагийн турш ажиллахад сонсгол гэмтэж болзошгүй.

Далдлах шуугиан

Далдлах шуугиан гэдэг нь бид сонсохыг эрмэлзэж буй чимээг дарж буй шуугианыг хэлнэ. Энэ нь осол гаргахад хүргэж болох аюултай. Ердийн зайнаас хоорондоо ярилцах үед шуугианы түвшин 60-70 Дб-ээс хэтрэхгүй байвал зохино.

Сонсгол гэмтэх

Шуугианы төвшин өндөртэй орчинд удаан хугацаагаар ажиллах нь хүний сонсгол муудахад хүргэж болно. Хүний чих бол хамгийн мэдрэмтгий эрхтэн учир түүнийг хамгаалж байх хэрэгтэй

Шуугиан нь гадаад чихээр дамжин чихний хэнгэрэг ба чихний 3 ясыг (алх, дөш, дөрөө) хэлбэлзэлд оруулна. Энэ хэлбэлзэл нь дун гэж нэрлэгддэг муруй хоолойд орших шингэнээр дамждаг. Төгсгөл нь дунгийн дотор орших сонсголын мэдрэл дохиог цааш тархи руу илгээнэ. Маш өндөр түвшний чимээ сонсоход чихний дун буюу түүний дотор орших мэдрэлийн судасны маш нарийн төгсгөлүүд гэмтэн үхдэг. Энэ гэмтэл бол нөхөн сэргээгдэх аргагүй юм. Хувь хүмүүс шуугианыг мэдрэх мэдрэмж өөр өөр байдаг. Зарим хүмүүсийн сонсгол бусдынхаас амархан

Шуугианаас болж сонсголоо түр хугацаагаар алдах

Шуугиан ихтэй орчинд богино хугацаагаар ажилласаны дараа чимээгүй газарт гарч ирээд хэсэг зуур нам дууг сонсохгүй байвал сонсгол муудсаны шинж. үүнийг шуугианаас болж түр хугацаагаар сонсгол алдах гэж нэрлэдэг. Ингэж түр хугацаагаар алдагдсан сонсголыг нөхөн сэргээх боломжтой. Хэсэгхэн зуур амарсаны дараа хүний сонсгол хэвийн байдалдаа эргэн ордог. Тиймээс шуугиантай байранд ажиллагсад чимээгүй орчинд амрах боломжоор хангагдсан байх нь чухал. Шуугианаас үүдэх түр хугацааны сонсгол алдалт нь анхааруулах дохио юм.

Нам даралтын зууханд ажиллах аюулгүй ажиллагааны талаархи хөдөлмөр хамгаалалын өдөр тутмын зааварчилгаа

ДТХ-0.9 маркийн усан халаалтын уурын зууханд ажиллах ээлжийн галч /машинист/ нар нь дараах хөдөлмөр хамгаалалын зааварчилгааг мөрдөж ажиллана.

1.Ээлжинд ажиллаж буй зуухны машинист нараар зуух галлаж байх үед нь ашиглалтын зааварт тусгагдаагүй ямар нэг өөр ажил үүрэг, даалгавар өгч гүйцэтгүүлэхийг хориглоно.

2.Галын хотлын түлшний шатлалт бүрэн зогсоогүй, түлшний үлдэгдлийг зайлуулаагүй, даралтыг тэг хүртэл багасгаагүй тохиолдлуудад зуухыг хяналтгүй орхиж явахыг хориглоно.

3.Зуухны ажлын байранд зуухны тоног төхөөрөмжийг ашиглалтын үйл ажиллагаатай шууд холбоогүй гадны хүн орохыг зөвшөөрөхгүй.

4.Зуухны ажлын байр, зуух түүний бүхий л тоног төхөөрөмжийг бүрэн ажиллагаатай, цэвэр цэмцгэр байлгаж өдөр бүр ээлж хүлээлцэх үед зуухны ажлын байр, насос заал, ажилчдын хувцас солих өрөө болон усанд орох өрөөг цэвэрлэсэн байна

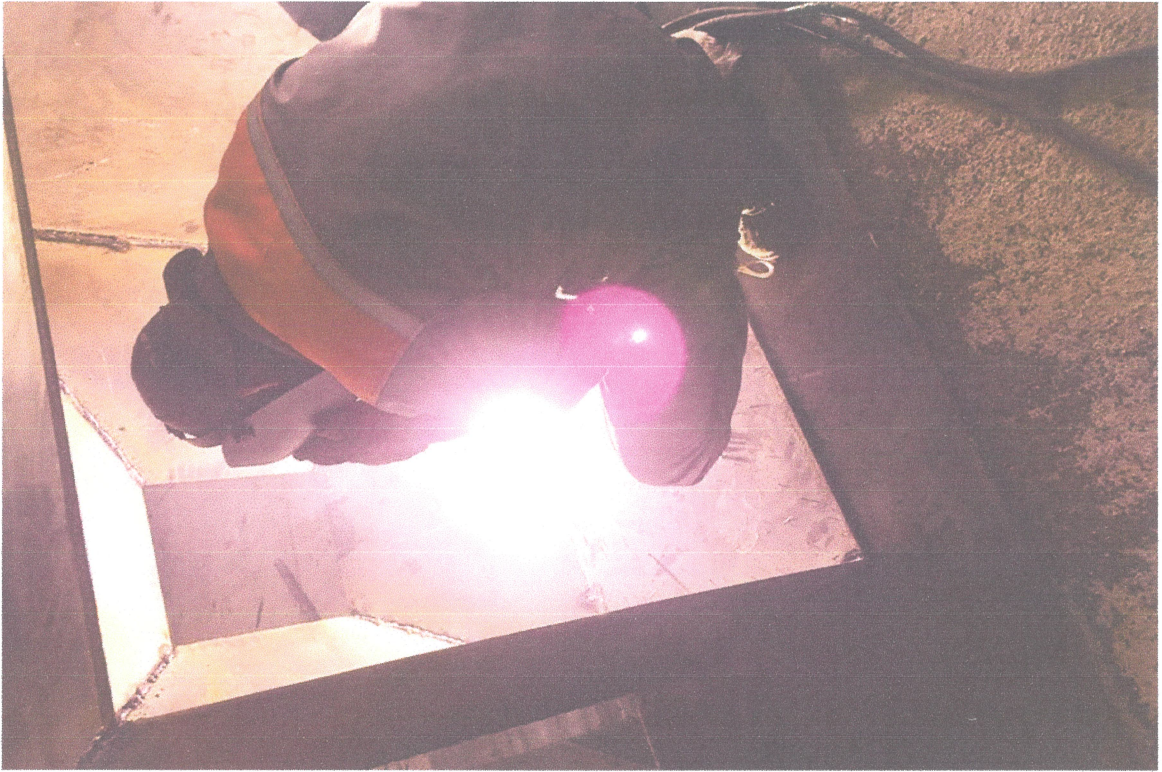
5.Зуухны ажлын байрны бүхий л зорчих зам, орох гарах хаалга нь ямар ч саад тотгоргүй чөлөөтэй байх

6.Зуухнаас гарч байгаа халуун үнсийг гаргаж зөөж тээвэрлэхдээ шатах, түлэгдэхээс сэргийлж болгоомжтой ажиллах мөн нүүрснээс хол зайд буулгах, халуун нурам нүүрс хоёр гал авалцахаас болгоомжилж байх.

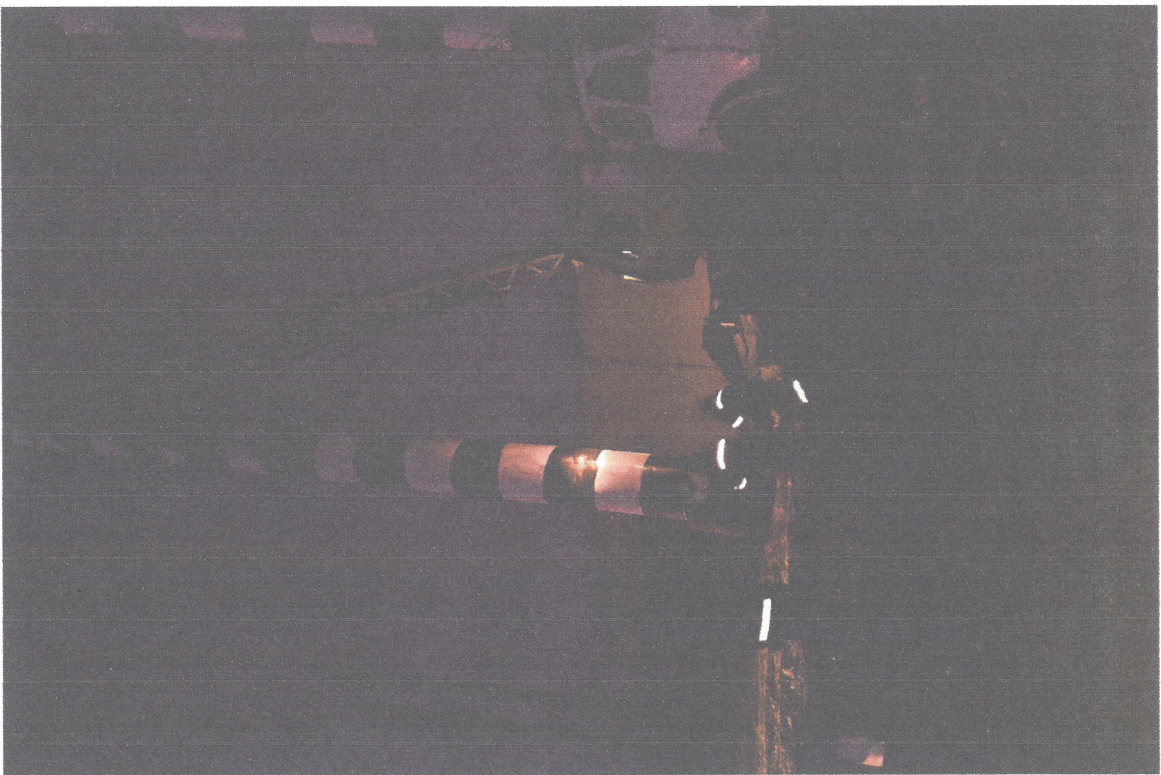
7.Тээвэрлэж ирсэн нүүрсийг машинаас буулгахдаа орчин тойрны байдлыг сайн харж байж хүрэлцэхүйц талбайд буулгуулж байх. Мөн зуухны аманд багтахгүй болон хэт том хэмжээтэй ирсэн нүүрсийг жижиглэж хагалахдаа гэмтэж бэртэхээс болгоомжлохоос гадна нүүрс хагалж байгаа багаж хэрэгсэл болон хагалсан нүүрсний хэлтэрхий үсэрч гэмтэл үүсэхээс байнга болгоомжилж байх.

8.Зуух түүний тоног төхөөрөмж, усны түвшний хэмжүүр, дохиолол, монومتر, хамгаалах хавхлаг, тэжээлийн усны төхөөрөмж, автомат хэрэгсэл зэргийг шалгасан байдал үр дүн болон тогоонд үлээлэг хийсэн хугацааг бичиж тэмдэглэж байх ээлжийн ажиллагааны бүртгэлийг журналыг хөтөлж ээлж хүлээн авч байгаа болон хүлээлгэн өгч байгаа ажилтнууд ээлж хүлээлцсэн тухайгаа журнал дээр бичиж тэмдэглэн гарын үсгээ зурсан байх шаардлагатай. Журналыг өдөр бүр зуухны мастер буюу захирал үзэн цаашид хэвийн галлах буюу зогсоох тухай шийдвэрийг бичиж тэмдэглэн тухайн өдрийн зааварчилгааг өгсөн байх.

- 9.Нэмэлт усны даралт тэг болж тогооны даралт 2 ата-аас бага болсон тохиолдолд зуухыг зогсооно.
- 10.Тогооны даралтыг 3 5-4 ата-ийн хооронд барьж ажиллах тул байнгын хяналт тавьж байх.
- 11.Зуухыг галлаж явуулах тухай бүрд хамгаалах хавхлагыг бүрэн бүтэн байдлыг богино хугацаагаар тургиулан шалгаж байх өө ажиллагааны явцад 1.4 МПА хүртэл ажлын даралттай зууханд ээлжинд нэгээс доошгүй удаа үзэж шалгаж явуулах ёстой. Хэвийн бус ажиллагаатай буюу тохируулга хийгдээгүй хамгаалах хавхлагатай зуухыг ажиллуулж болохгүй.
- 12.Тэжээлийн усны бэлтгэл насосны бүрэн бүтэн байдлыг түр хугацаагаар ажиллуулах замаар ээлжинд нэгээс доошгүй удаа шалгаж байх.
- 13.Аюулгүй ажиллагааны автомат төхөөрөмж, түүний ажиллагааны схемийн бүрэн бүтэн байдлыг ашиглалтын зааварт заасны дагуу шалгана.
- 14.Шалгалт бүрийг журнал дээр бичиж тэмдэглэсэн байх.
- 15.Ээлжийн машинист ажил эхлэхээс 30 минутын өмнө ирж , хөдөлмөр хамгаалалын иж бүрэн хувцас хэрэглэлийг өмсөж өдөр тутмын зааварчилгаатай танилцан гарын үсгээ зурсаны дараа ажил хүлээн авахад бэлэн болно.
- 16.Ээлж хүлээн авахад эхлээд зуухны хэвийн үйл ажиллагаа, хэмжих болон хамгаалах хэрэгслийн хэвийн ажиллагааг шалгасны дараа ажил хүлээн авна.
17. Өглөө бүр зуухны мастерийг байлцуулан ээлж хүлээлцсэн байх.







Говьсүмбэр аймгийн Баянтал сумыг халаах халаалтын уурын зуух барих
явцын хөдөлмөр хамгаалал

Зуухны нэгээхэн гол хэсэг болох яндан хийх явц

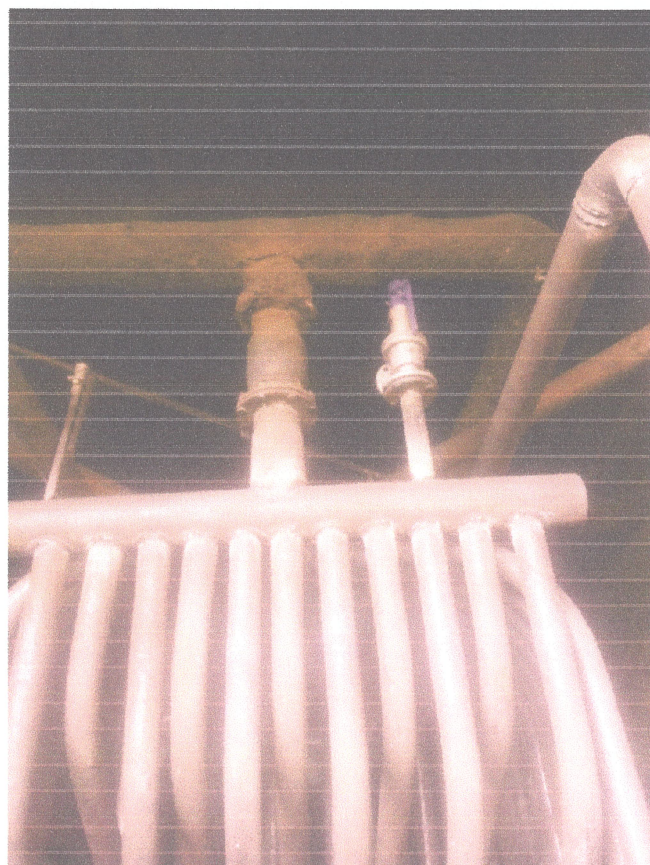




Зуух хийх явц сайн чанарын турбагаа хийх



Зуух хийх явц



Гагнуур хийх явц



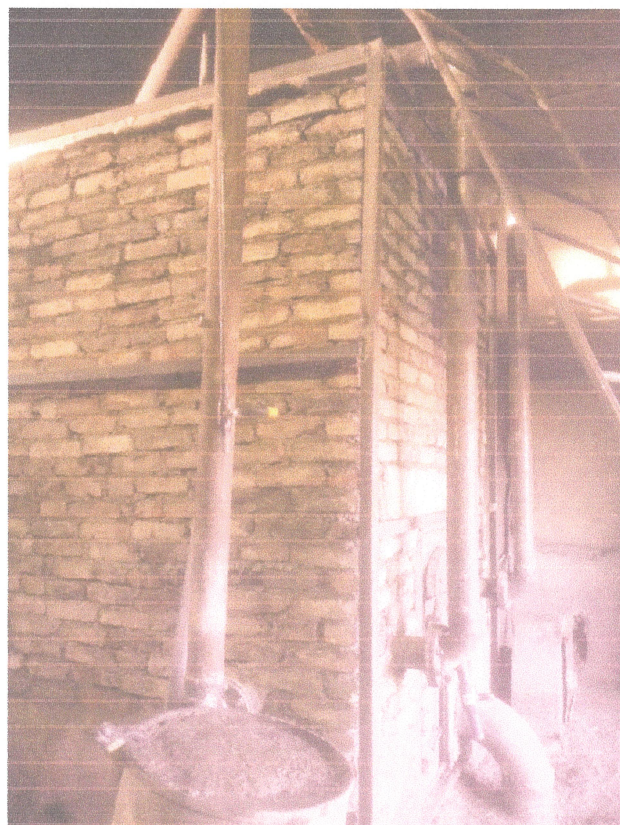
Тусгаарлах хана өрөх явц



Халаалтын зуухны галын ам хийсэн байдал



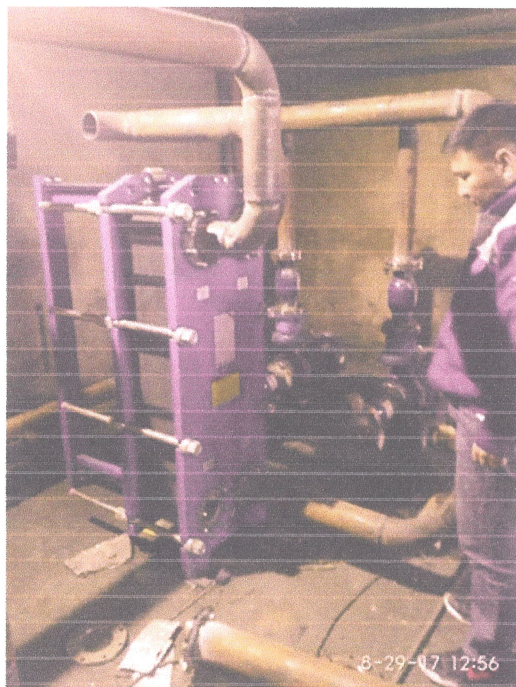
Дуу тусгаарлах буюу дуллага шилэн хөвөн хийх



Бэлэн болж буй халаалтын зуух



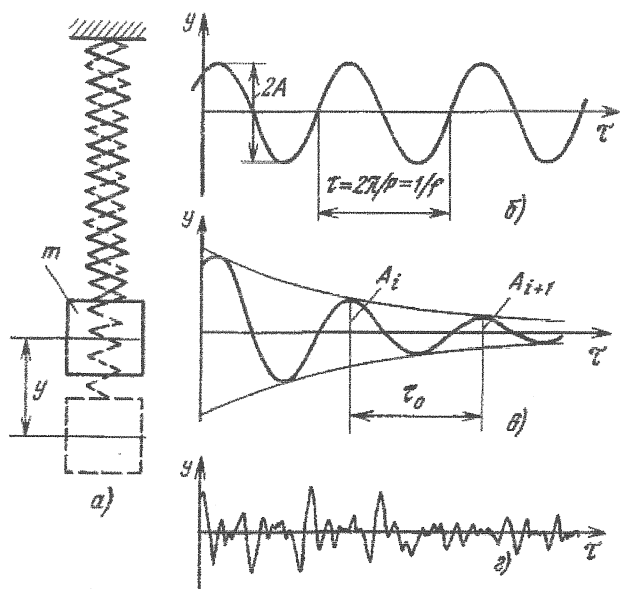
Зуухны туслах тоноглол боло ялтсан бойлер, насос



Доргионы тухай ерөнхий ойлголт

Доргио бол хатуу биеийн орчинд механик хэлбэлзлийн тархах процесс юм. Тэнцвэрийн байрлалд орших бие хугацааны тодорхой агшинд ялимгүй шилжилт хийх хөдөлгөөнийг **доргио**, **чичиргээ** гэнэ. Доргиог үүсгэх гол эх үүсвэрүүдэд технологийн өөр өөр ажиллагаатай машин механизм ба тэдгээрийн ажлын эрхтнүүд ордог. Хэлбэлзэл нь машин механизмийн хийцийн элементээр дамжин тархахдаа тэдгээрийн ажиллагааг богиносгож ажилагсдын бие организмд сөрөг нөлөө үзүүлдэг.

Пүршинд дүүжилсэн хатуу биеийг хэлбэлзэх хөдөлгөөнтэй систем гэж үзье.



Пүршээр дүүжилсэн биеийг доош буулгах юмуу хөдөлгөхөд хэлбэлзэх хөдөлгөөн хийж эхэлнэ. Хэрэв биеийг агаарын үрэлтийн эсэргүүцэлгүй хоосон орчинд хэлбэлзүүлсэн бол гармоник хэлбэртэй унтрахгүй чөлөөт хэлбэлзлийг үүсгэнэ.

1-р зураг. Хэлбэлзэлийн (доргионы) хэлбэрүүд: а-хэлбэлзэх энгийн систем; б-унтрахгүй гармоник хэлбэлзэл; в-унтрах гармоник хэлбэлзэл; г-эмх замбараагүй хэлбэлзэл.

Нэгэнт чөлөөт хэлбэлзэл үүссэн бол гаднаас ямарч хүч шардахгүй, далайц A нь тогтмол байх ба тасралтгүй хэлбэлзсээр байх болно.

Хугацааны тодорхой τ агшинд хэлбэлзлийн зүй тогтол нь гармоник (үелэсэн) хэлбэртэй байх ба зүй тогтлыг дараах байдлаар илэрхийлнэ.

$$y = A \sin p\tau.$$

Энэ тэгшитгэлийн p хэмжигдэхүүн нь $2\pi = 6.28$ с хугацаанд хэлбэлзэх хэлбэлзлийн тоог илэрхийлэх ба тойрог хэлбэлзлийн эргэх *давтамж* гэж нэрлэдэг ба герц гэсэн нэгжээр хэмжинэ (1Гц бол 1 секундэд 1 удаа хэлбэлзэх тоо юм).

Жишээ нь: $p = 1$ бол нэг бүтэн эргэлт $\tau_0 = 2\pi$ хугацаанд, $p = 2$ бол нэг бүтэн эргэлт $\tau_0 = \pi$ хугацаанд болсон бол дурын тойрог давтамж $\tau_0 = 2\pi/p$ хугацаанд болно. Эргэлтийн тоо нь $p = 2\pi/\tau_0$ байна.

Бидний авч үзсэн системийн хэлбэлзэл нь ачааны жин, пүршний чанга, сулаас хамаарна. Ачааны жин ба пүрш сул байна төдий чинээ хэлбэлзлийн давтамж бага байна. Эсрэг тохиолдолд давтамж их байна.

Унтрахгүй хэлбэлзэл бол төгс орчинд болох боловч амьдрал дээр хүчээр албадахгүй бол бүх хэлбэлзэл далайц нь буурсаар байгаад унтардаг (6. 1, в дүгээр зураг). Унтрах хурд нь хэлбэлзлийн декерментийн логарифмаас

$\eta = \ln(A_i / A_{i+1})$ гэсэн хамааралтай ба (A_i / A_{i+1}) зэрэгцээ орших хоёр хэлбэлзлийн далайцын харьцаа. Эцэст үйлчилж дүгнэж үзэхэд η хэдий чинээ их байна төдий чинээ хэлбэлзэл хурдан унтраана.

Эсэргүүцлийн хүч үйлчилж байхад үүссэн унтрахгүй хэлбэлзэл нь ямар нэг давтамжтай хүч үйлчлэхэд үүснэ. Энэ хэлбэлзлийг албадан үүсгэж байгаа хүчийг өдөөх хүч гэж нэрлэнэ. Өдөөх хүчний үйлчлэлээр албадмал хэлбэлзэл үүсдэг. Биеийг өдөөх хүчээр хэлбэлзүүлэх ба өдөөх хүчний давтамж биеийн хэлбэлзлийн давтамж ижил юмуу эсвэл өөр байж болно. Өдөөх хүчний хэлбэлзлийн f_{ix} давтамж, биеийн хувийн хэлбэлзлийн f давтамж ойролцоо бол хоёр төрлийн хэлбэлзлийн далайцын шилжилт ихсэх хандлагатай байна.

Хэрэв, f_{ix} ба f нь 10%-ийн зөрөөтэй бол системийг хэлбэлзүүлэхгүй байхыг эрмэлзэх ба далайц нь багасна. Хоёр хэлбэлзлийн далайц $f_{ix} = f$ тэнцэх үед биеийн хэлбэлзлийн хөдөлгөөний хурдны ба өдөөх хүчний хөдөлгөөний хурдны чиглэл давхцаж хэлбэлзлийн далайц огцом нэмэгдэнэ. Энэ үзэгдлийг *резонанс* гэнэ. Өөрөөр хэлбэл, өдөөх хүч системийг улам далайц ихтэй хэлбэлзүүлнэ. Резонансын үе дахь хэлбэлзлийн далайц $A \sim 1/\eta$ байх ба хэлбэлзлийг хэдий чинээ унтраана төдий чинээ далайц багасна.

Эндээс дүгнэж үзвэл систем хэдий чинээ хүчтэй хэлбэлзэж байна төдий чинээ их хүч эд ангиудад үүсч металын цуцалтын хугарал үүсч ялангуяа, турбины урсгал хэсэгт хавиралт үүсэх магадлал өндөр болж байна. Иймээс турбинд өөрийн хэлбэлзлийн давтамж болон өдөөх хүчний давтамжаас үүсэх резонансаас зайлахын тулд өдөөх хүчний хэлбэлзлийн давтамжийг өөрчилдөг.

Эргэх давтамжийн доргио

Доргио үүсэх шалтгаан. Эргэх давтамжийн доргио нь турбины голын хэсэг бүрийн огтлолын хүндийн төв эргэлтийн тэнхлэгтэй давхцаагүй үед үүсдэг.

Энэ нөхцөл дараах хоёр үндсэн шалтгаанаас үүснэ: огтлол бүрийн хүндийн төвийн шугам эдгээр огтлолуудын геометрийн тэнхлэгтэй давхцахгүй байхад; эргэлтийн тэнхлэгтэй тэнцвэрлэгдэж байсан огтлолуудад шилжилт гарахад (гол гулзайхад) үүсдэг. Эргэлтийн тэнхлэгтэй голын огтлолуудын хүндийн хүч давхцахгүй байх нөхцөл дараах шалтгаанаас үүснэ.

Роторын тэнцвэр алдагдах. Турбоагрегатын голын тэнцвэржилт алдагдахад доргио үүсгэх гол шалтгаан юм. Энэ нь хийцийг үйлдвэрлэх, угсрах, ашиглах үе гарч болно. Голын огтлолын нэг диаметр болон нэг хавтгай дээрх массын тархалт жигд бусаас болж үүсэх ба тэнцвэржүүлэлтийг чанартай хийгээгүйгээс болно. Засвар угсралтын үед ажлын хүрээм солих, бэхэлгээ солиход жингийн тэнцэл алдагдаж доргио үүсэх шалтгаан гарна. Мөн ашиглалтын үед ажлын хүрээм, хүрээмийн бэхэлгээ болон чичэрхийлэл багасгах утас тасрахад жингийн тэнцэл алдагдаж доргио үүснэ.

Бидний дээр үзсэн 2-р зураг дээр хоёр холхивч дээр суусан дугуй огтлолтой (төгс дугуй огтлол) ротор эргэж байна. Энэ роторын тэнхлэгийн дагуух хавтгайнууд дээрх жин тэнцвэртэй бол роторт ямарч доргио үүсэхгүй. Хэрэв хоёр холхивчон тулгуур дээрх ротор өөрийнхөө жингээр доош хотойход голын огтлолуудын массын төв, холхивчийн ухаадсын төвүүдийг холбосон шулуун шугамтай харьцуулахад шилжсэн байна гэж төсөөлж үзье. Гэвч ротор эргэх үедээ төвийг холбосон тэнхлэг дээр биш хүндийн хүчнээс болж гулзайсан роторын тэнхлэг дээр эргэнэ. Иймээс голын огтлолын массын төв нь голын

эргэлтийн төв дээр байх учраас доргиог өдөөх хүч үүсэхгүй. Эндээс дүгнэж үзвэл масс тэнцвэрлэгдсэн голын өөрийн жин нь доргио үүсгэхгүй.

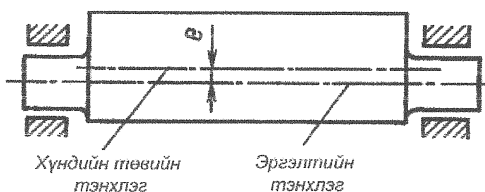
Роторын тэнхлэгийн дагуух аль нэг хавтгайд масс тэнцвэрлэгдээгүй (ажлын хүрээм тасарсан) гэж үзье. Дискийн ирмэг дээр m хэмжээтэй масс алга болсон байхад ω өнцөг хурдтай эргэж байгаа роторт үйлчлэх төвөөс зугтах хүч $R = m\omega^2 r$ хэмжээтэй болно. Энэ хүч нь $R = m\omega^2 r \cos \omega t$; $R = m\omega^2 r \sin \omega t$ гэсэн зүй тогтолоор хугацаанаас хамаарч босоо болон хэвтээ хавтгай дээр өөрчлөгдөнө. Эргүүлэх R хүчний нөлөөгөөр тэнцвэрлэгдсэн ротор хоёр талынхаа холхивчийн ухаадасны төв дээрх шулуун дээр төв нь таарахгүй нөхцөлд эргэнэ.

Ротор эргэж эхлэхдээ нийлмэл хөлөлгөөн хийнэ. Нэгдүгээрт, өөрийнхөө геометрийн O тэнхлэгийг тойрч ω өнцөг хурдтай эргэнэ. Хоёр дугаарт, гол нь тахийж нумрах ба голын тахийлтын хавтгай роторын эргэлтийн давтамжаас өөр Ω гэсэн хугацаанаас хамаарч өөрчлөгдсөн өнцөг хурдаар эргэнэ. Энэ хөдөлгөөнийг *прецессийн* (чичирхийлэх) хөдөлгөөн гэж нэрлэх ба прецессийн хурдтай өнцөг хурд гэнэ. Прецессийн хөдөлгөөн нь суурь ба холхивчид доргио оруулах хүчин зүйл болдог. Роторын нийлмэл хөдөлгөөн нь налуу байрлалд эргүүлж байгаа ээрүүлийн хөдөлгөөнийг санагдуулдаг. Энэ тохиолдолд ээрүүл өөрийнхөө тэнхлэг дээр эргэж байхад тэнхлэг нь дугуй конус хэлбэртэй чичэрхийлэх (прецессийн хөдөлгөөн) хөдөлгөөнийг үүсгэж харагддаг. Чичэрхийлэх хөдөлгөөн нь нэг хугацаанаас нөгөө хугацаанд голын хүзүүнээс тосолгооны тосон давхрага дундуур дамжиж холхивчийн их биенд үйлчилж доргио үүсгэнэ. Холхивчийн их биеийн доргио суурийг нэлэнхүйд нь доргионо.

Тулгуурын үүрэгтэй барих хоёр холхивч дээр байрлуулсан голд үүсэх тахийлтийн хэмжээ нь эргэлтийн давтамжаас хамаарах ба эргэлтийн давтамжийг зугуухан нэмэгдүүлэхэд тахийлт бага багаар нэмэгдэж байснаа хамгийн их утгаа авч дараа нь их хурдтай буурч бараг тэг утгаа авдаг. Голын динамик тахийлтын хамгийн их утганд харгалзах эргэлтийн давтамжийг **критик эргэлт** гэнэ.

Критик эргэлтэнд харгалзах голын тахийлт нь роторын тэнцвэржилт ба хэлбэлзэх хөдөлгөөнийг эсэргүүцэх хүчнээс хамаарна. Туйлын тэнцвэрлэгдсэн ротор критик эргэлтийн үед огт чичэрхийлэхгүй. Тэнцвэрлэгдээгүй роторын тахийлтийн хэмжээ массын төв ба голын төвийн шилжилтэнд шууд хамааралтай байна. Хэлбэлзэх хөдөлгөөний эсэргүүцэл нь гулсах холхивчийн тосон давхраг дээр төвлөрнө.

Дээр үзсэн хөдөлгөөн нь нэг дисктэй тэгш хэмтэй ротор дээр үүснэ. Гэвч тэнцвэрлэгдээгүй хөшүүн роторт үүсэх хэлбэлзэл нь нэг дисктэй ротортой адил юм. Роторыг зорох үед бүх огтлолын массын төв нь эргэлтийн тэнхэлэгээс e хэмжээтэй шилжсэн нударга хүүсгэж зорсон роторыг авч үзье (6.3 дугаар зураг).



3 дугаар зураг. Нударга хэлбэртэй ротор

Тэнхлэгийн шилжилтээс m_p масстай роторт үүссэн тэнцвэрлэгдээгүй хүч $R = m_p \omega^2 e$ болно. Роторын ялимгүй нударга

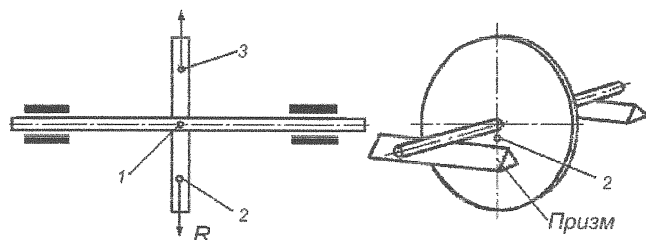
үүсгэж зорогдсон байдал нь маш их хэмжээтэй тэнцвэрлэгдээгүй хүчийг үүсгэдэг.

Роторыг үйлдвэрлэхэд зөвшөөрөх хүлээлийг маш бага таьдаг. Тухайлбал радиусын дагуух савалгааг 0.02 мм, голын төвийн хөндий нүхний шилжилт 0.3 мм-ээс бага байх шаардлагатай.

Роторын огтлол бүр дээрх тэнхлэгийн шилжилт харилцан адилгүй ба массын төвүүдийг холбоход муруй үүснэ.

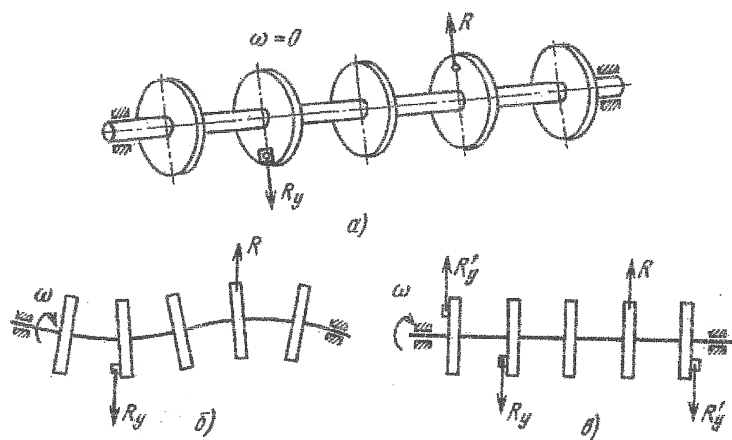
Эргэх давтамжийн доргио нь голын тэнцвэржилтээс хамаарах ба синусын хамааралтай ба эргэлтийн давтамж өсөхөд доргионы эрчим өснө.

Доргиог тэнцвэржүүлэлт хийж арилгана. Роторыг хийсний динамик болон статик тэнцвэржүүлэлт хийнэ. Статик тэнцвэржүүлэлтийг дискэнд ажлын хүрээм суулгасны дараа хийнэ. Дискайг хатааж хатууруулсан призм дээр суулгаж статик тэнцвэржүүлэлт хийнэ (6. 4 дүгээр зураг). Диск тэнцвэртэй биш бол массын төв нь ямагт доош харж зогсоно. Энэ үед илүүдсэн массыг авах эсвэл тийм хэмжээний (3) массыг эсрэг талд нь нэмэх хэрэгтэй. Дараа нь статик тэнцвэржүүлэлт хийсэн дискайг голд чанга суултаар суулгана.



4 дүгээр зураг. Нимгэн дискайг статик тэнцвэржүүлэлт: 1- дискайг геометрийн төв; 2- массын төв; 3- тэнцүүлэх ачаа.

Нимгэн дискайг (зузаан нь диаметраасаа олон дахин бага) статик тэнцвэржүүлэлт хийж гол дээр эгц суулгах хэрэгтэй. Харин олон дисктэй роторт динамик тэнцвэржүүлэлт хийх хэрэгтэй. Олон дисктэй, нэг тэнцвэрлэгдээгүй дисктэй роторын сүүлийн дискайг урд талд R хэмжээтэй ачаа нэмэхэд динамик тэнцвэржүүлэлт хийгдэх ёстой (5. а дугаар зураг).



5 дугаар зураг. Роторын динамик тэнцвэржилт: а- статик тэнцвэржилт; б- роторын динамик тэнцвэр алдагдсан байдал; в- тэнцвэржсэн ротор.

Роторт тэнцвэржилт хийхдээ тэнцвэрлэгдээгүй дискайг илүүдсэн ачааны хавтгай дээр нэмэгдэл ачаа бэхлэж тэнцвэржүүлнэ. Гэвч практик дээр аль дискэнд тэнцвэр алдагдсаныг тогтооход төвөгтэй байдаг. Ийм учраас статик тэнцвэржүүлэлтээр ачааны байрлал, хэмжээг тогтооно. Дискэнд эргэлт өгөлгүй байлгаж байгаад R_y гэсэн тэнцвэрлэгдээгүй ачааны оронд R ачаа байрлах хавтгайг олж тэнцвэржүүлнэ.

Статик тэнцвэртэй болсон роторт эргэлт өгөхөд R_y ба R хүчний нөлөөгөөр голыг долгиотуулан гулзалзуулах болно (5 дугаар зураг). Гулзайсан хавтгай эргэлдэж холхивчинд доргио өгч улмаар турбоагрегатыг бүхэлд нь доргионо.

Статик тэнцвэртний болсон ротор эргэлт авахад динамик тэнцвэртэй болоогүй байдаг. Иймээс динамик тэнцвэржүүлэлт хийх шаардлага гарна. Үүний тулд статик тэнцвэржилтийг алдахгүйгээр роторын хоёр талд дурын хоёр хавтгай дээр R_y ба R хүчний эсрэг талд ижил масстай ачаа бэхэлнэ (5, в дүгээр зураг). Голыг гулзалзуулж байгаа хүч нь R'_y ачааны жинг зөв сонгосон үед устаж голын туялзсан хөдөлгөөн байхгүй болно. Энэ ажиллагааг динамик тэнцвэржүүлэлт гэнэ. Тэнцүүлэх ачааг эхний ба эцсийн дискийн хавтгай дээр байрлуулсанаар тэнцвэржүүлэлт хийх зай болон байрлал тохиромжтой болдог.

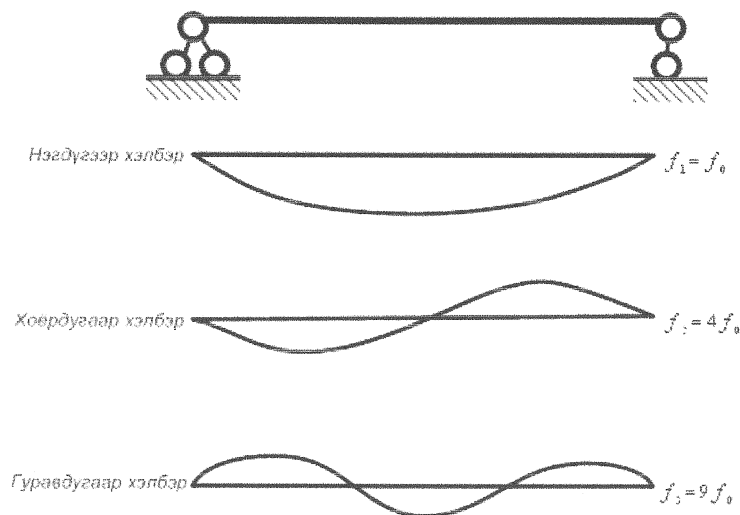
Динамик тэнцвэржүүлэлтийг турбины үйлдвэрт тусгай төхөөрмж дээр вакуум нөхцөлд ажлын эргэлт өгч хийдэг. Роторыг засварласаны дараа тэнцвэрж алдагсан үед тэнцвэржүүлэлтийг өөрийнх нь холхивч дээр хийдэг.

Роторын тэнцвэржүүлэлт төгс төгөлдөр хийгдэх нь ховор байдаг. Маш бага хэмжээтэй тэнцвэрлэгдээгүй масс үлддэг. Тэнцвэрлэгдээгүй үлдэгдэл масстай тохиолдолд турбины голын доргиог багасгах арга байдаг. Доргионы түвшин нь өдөөх хүчний давтамж ба түүний голын дагуух тархалт болон доргионы тодорхойломжоос хамаардаг.

Тэнцвэрлэгдээгүй роторын доргиог үүсгэх хүчний давтамж нь 25 болон 50 Гц давтамжтай турбин, генератор роторын эргэлтийн давтамжтай давхцаж болно. Голын уртын дагуух өдөөгч хүчний тарахалт нь эксцентристит буюу массын төвийн алдалттай холбоотой тархана. Ерөнхий тохиолдолд эксцентриститийн тарахалт нь орон зайн муруйгаар тодохойлогдоно. Энэ зүй тогтолыг шууд хэмжиж гаргах боломжгүй. Энэ үзүүлэлтийг холхивчийн доргио, голын төгсгөлийн доргиог хэмжиж тооцооны үндсэн дээр дам аргаар тодорхойлж болно.

Турбины голын доргионы тодорхойломж нь голын хэлбэлзлийн хэлбэрт харгалзах критик эргэлт гэж ойлгож болно.

Бид дээр 2 дугаар зураг дээр нэг тэнцвэрлэгдээгүй дисктэй роторын тэнцвэржээгүй эргэх хүч нь хэвтээ ба босоо чиглэлд орших хавтгайн эргээгүй хүч нь хугацаанаас хамаарч соинус, синусын зүй тогтлоор өөрчлөгддөгийг үзсэн билээ. Хэвтээ ба босоо хавтгай дээрх хүчнүүдийг нэмэхэд голын төвийн хөдөлгөөн нь орон зайн шинжтэй нийлэл муруй үүсгэнэ. Холхивч дээр бэхлэгдсэн роторын гол орон зайд мурилзсан нийлмэл хөдөлгөөн хийж байна. Роторын тулгуурыг 6 дугаар зурагт үзүүлсэн байдлаар дүрсэлж болно.



6 дугаар зураг.
Тогтмол огтлолтой нугасан тулгуурт бэхэлсэн дамнуургын хэлбэлзэлийн эхний гурван хэлбэр

Хоёр үзүүрийг нь бэхэлсэн дамнуургыг хугацааны эхний агшинд тахийлгаад буцаахад хэлбэлзэх хөдөлгөөн хийнэ. Дамнуургын цэгүүд хугацаанаас хамаарч гармоник биш дурын зүй тогтлоор хөдлөнө. Эхний

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй

хөдөлгөөнд оруулсан хотойлгох үйлдэл нь хугацаанаас хамаарсан синусоид хэлбэлзэл байсан байна. Хэлбэлзэлийн энэ хэлбэрийг өөрийн давтамжийн хэлбэлзэлийн ерөнхий хэлбэр гэнэ. Өөрийн хэлбэлзэлийн давтамжийн ерөнхий хэлбэрийг хэлбэлзэлийн өнгө гэнэ. Хамгийн нам давтамжид харгалзах өнгийг үндсэн өнгө гэнэ. Дээрх 6.5 дугаар зурагт үзүүлсэн дамнуурга дээрх синусоидын ерөнхий хэлбэр нь хэлбэлзэлийн өнгөний дэс дугаарын квадратад пропорциональ байдаг.

Турбоагрегатын роторт хязгааргүй давтагдах критик эргэлт байх ба ажлын эргэлттэй давхцахгүй байх шаардлагатай. Турбины ажлын эргэлтэнд хүрэхэд нэгч критик эргэлтийн утгыг дайрахгүй байвал тийм турбиныг **хөшүүн голтой** турбин гэнэ. Ажлын эргэлт автлаа дор хаяхад нэг удаа критик эргэлтийг дайрч гарч ажлын эргэлтэндээ хүрдэг турбиныг **уян голтой** турбин гэнэ. Роторын хөшүүн чанар (бүдүүн, богино голтой) хэдий чинээ их бол критик эргэлтийн утга өндөр байна. Орчин үеийн их чадлын турбинд хөшүүн ротор ховор байдаг. Холхивчийн тосон хальсны тэсвэрээс хамаарч критик эргэлтийг бууруулах зорилт дэвшүүлдэг. Зарим турбоагрегатын критик эргэлтийг 1 дүгээр хүснэгтэд үзүүлэв.

Зарим турбоагрегатын голын эргэлтийн
критик давтамж, 1/мин, 1/с

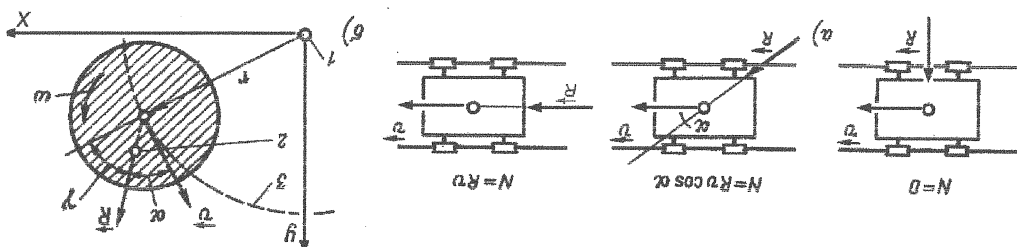
1 дүгээр хүснэгт

Турбин	Генератор	Голын критик давтамжийн дугаар					
		1	2	3	4	5	6
K-200-130-3 ЛМЗ	ТВВ-200-2	1585(2 6.4)	1881(3 1.4)	2017(3 3.6)	2489(4 1.5)	4500(7 5.0)	-
	ТГВ-200	1489(2 4.8)	1862(3 1.0)	1970(2 489)	2489(4 1.5)	4680(7 8.0)	-
K-300-240-3 ЛМЗ	ТВВ-320-2	1073(1 7.9)	1826(3 0.4)	2270(3 7.8)	2683(4 4.7)	3407(5 6.8)	
P-50-130/13 ЛМЗ	ТВФ-60-2	1862(3 1.0)	2215(3 6.9)	5491 (91.5)	-	-	-
T-250-300/240 ТМЗ	ТВВ-320-2	1090(1 8.2)	1810(1 9.7)	2025(3 3.8)	2370(3 9.5)	2530(4 2.2)	3490(5 8.2)
ПТ-60-75-130 ЛМЗ	ТВФ-63-2	1862(3 1.1)	2340(3 9.0)	5491(9 1.5)	-	-	-
ПТ-80-100/13 ЛМЗ	ТВФ-120-2	1580(2 6.3)	2214(3 6.9)	2470(4 1.2)	4650(7 7.5)	-	-

Турбины голын доргионы тодорхойломжийг мэдсэнээр гадны хүчний хувьсах үйлчлэлд хариу үйлдэл үзүүлж эрчимтэй доргио үүсч байгаа эсэхийг тодорхойлно. Ер нь хэлбэлзэлийг гаднаас өдөөгч хүчний давтамж голын өөрийн хэлбэлзэлийн давтамжтай давхцахад резонанс үүсч эрчимтэй хэлбэлздэг гэдгийг

дээр дурдсан. Турбины ротор резонанс нь эргэлтийн давтамжийн критик эргэлтэй давхцахад үүснэ. Энэ үзэгдэл яагаад үүсдэг талаар тайлбарлая.

Физикт хүчний чиглэл нь үйлчлэх хүчийг биеийн хурд ба хүчний вектор, хурдны векторын хоорондох өнцгийн косинусын үржвэртэй $N = Rv \cos \alpha$ тэнцүү байдаг. Биеийн хурдны вектор, хүчний векторын харилцан үйлчлэлийн чиглэлээс хамаарч чадал яаж өөрчлөгдөхийг 7 дугаар зурат үзүүлэв.



7 дугаар зурат. Холхивчийн ухаадасанд дахь голын хүзүүний хөдөлгөөн: а- хүний вектор ба хурдны векторыг үзүүлсэн байдал; б- голын хүзүүний хөдөлгөөний чиглэл; 1- холхивчийн хавчуурурын төв; 2- массын төв; голын хүзүүний төвийн хөдөлгөөний траектори.

Хүч, хурдны векторын чиглэл нэг зүгт үйлчлэхэд чадалын хамгийн их утгатай байна. Дээрх 7. б зурат дээрх голын хүзүүнд үйлчлэх хүч нь тэнцвэрлэгдээгүй $\vec{R}$ хүч байх ба харин, $\vec{v}$ хурдны чиглэл нь голын хүзүүний тэнхлэгтэй шүргэцийн дагуу чиглэнэ. Эргэлтийн давтамжийн бага утганд $\vec{v}$ вектороор дүрсэлсэн голын гүлзайлт, өдөөгч хүч $\vec{R}$, γ өнцөг тэгтэй тэнцүү байна. Роторын инерцээс болж эргэлтийн давтамж өсөхөд голын тахийлтын вектор $\vec{r}$ өдөөгч хүчний $\vec{R}$ вектороос хохорч эхэлдэг ба эргэлт улам намаргдахад хохролт нь өсдөг. Эргэлтийн давтамжийн ямар нэг утганд $\vec{R}$ ба $\vec{v}$ векторуудын чиглэл давхцах үед голд дамжуулах хүчний чадал момент, чадал хамгийн их утгаа авна. Эргэлтийн давтамжийн улам цааш намардүүлэхэд $\vec{R}$ ба $\vec{v}$ векторуудын хооронд өнцөг дахиад үүсч өдөөгч $\vec{R}$ хүчний хэмжээ буурдаг.

Ийм маягаар ротор тэнцвэрлэгдээгүй өдөөгч хүч ба хурдны чиглэл давхцахад резонанс үүсч байна. Турбоагрегатын ажлын эргэлт нь критик эргэлтээсээ хол нөөцтэй байх хэрэгтэй. Гэвч урсгалтанд алдаа гаргах, ажлын нөхцлийг өөрчлөхөд критик эргэлт нь ажлын эргэлт рүү ойртох тохиолдол гардаг. Тухайлбал, холхивчийн их биеийн температурын жигд бус тэлэлтээс болж критик эргэлт ажлын эргэлт рүү ойртоно. Энэ тохиолдолд голын аль нэг тулгуурын ачааллыг хөнгөлөхөд критик эргэлт буурна. Тосолгооны тосны үе давхарын ачаалал тэсвэрлэх чадвар критик эргэлтэнд нөлөө үзүүлнэ. Засварын үед холхивчийн ухаадасны хэлбэр хэмжээ өөрчлөгдөхөд тосны температур өсч критик эргэлт аюултай хэмжээнд хүрдэг. Тосны температур намаргдахад тосолгооны үеийн зузаан багасахаас гадна ачаа даах чадвар нь буурна.

Эд ангиудын султ өөрчлөгдөх соос. Хоорондоо урсгалдсан эд ангиудын хүрэлцэх гадаргуу өөрчлөгдөх тухайлбал гол дээр суусан ажлын

дискүүд, цөн, нягтруулга зэргийн суулт өөрчлөгдөхөд роторын тэнцвэржүүлэлт алдагддаг. Суулт алдагдах тохиолдол хэд хэдэн шалтгаанаас болдог.

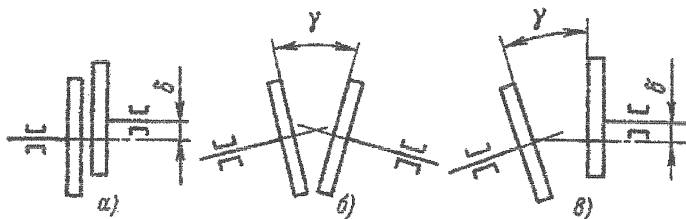
Ажлын дискийг гол дээр чанга суултаар (суулгахын өмнө гол ба дискийн нүхний диаметр ялимгүй зөөрөөтөй байна) суулгахдаа дискийн нүх нь голын диаметрээс миллиметрийн арваны нэг хэмжээтэй маш нарийн заасан хэмжээгээр бага байна. Гэвч тооцсон суултаас хэт чанга суулгахад дискийн хүчдэл улам нэмэгдэж ажлын горимд тасрах, ажлын эргэлтээс бага эргэлтэнд сулрах зэрэг согог гардаг.

Гол ба дискийн суултанд завсар гарах, шилжих үед доргио үүснэ. Эргэлтийн давтамжийн тодорхой утганд догио үүссэнээс дикэнд шилжилт үүсэх, суулт сулрах тохиолдол гардаг бөгөөд энэ хурдны утгыг чөлөөлөх хурд гэнэ. Чөлөөлөх хурднаас ццааш эргэлтийн давтамж өсөхөд суулт чангарч доргио арилдаг.

Өндөр температурт чанга суултаар суулгасан эд ангиуд суларч чөлөөлөх хурдны утга буурч доргионы хэмжээ аажим өснө. Иймээс өндөр температуртай хэсгийн эд ангийг суулгаж холбохоос татгалзах хэрэгтэй. Мөн суулт сулрах нь өндөр темпераар огцом халаахад гол дээр суулгасан эд ангиуд голоосоо түрүүлж халсанаас болж тэлж суулт сулрах тохиолдол гардаг. Энэ тохиолдол нягтруулгад халуун уур гэнэт өгөхөд гол дээр суулгасан цөнгүүд суларна. Энэ доргио нэмэгдэх боловч гол бүрэн халахад доргио буурна.

Гол гулзайх ба эд ангиуд хоорондоо хавирах. Роторын тэнцвэржүүлэлт дээр дурьдсан олон шалтгаануудаас болж алдагдахад доргио үүснэ. Доргио үүсэх бас нэг үндсэн шалтгаан бол голын огтлол бүрийн массын төв геометрийн төвтэйгөө давхцаагүй нөхцөлд гол хэв гажилтанд ороход доргио үүснэ.

Роторуудын голуудын төвлөрүүлэлт ба холболтын согог. Хэрэв хоёр голыг холбох үед радиусын дагуу δ хэмжээтэй зай гарах эсвэл γ өнцгөөр байрлахад голуудын тэнхлэгийн төвлөрөл алдагдаж гол тахиралдан эргэж доргионы хэмжээ ихсдэг. Голуудын тэнхлэгийн төвлөрүүлэлт нь цилиндрүүдийн холхивчийн их биеүүдийн дулааны тэлэлт конденсатор доторх усны жин атмосферийн даралтаас үзүүлэх хүчний нөлөө суурийн тэлэлтийн нөлөө зэргээс хамаарна.



8 дугаар зураг. а- радиусын дагуух зөрүү; б- өнцгийн зөрүү; в- шилжсэн зөрүү.

Голын гулзайлт.

Турбины гол гулзайлт өөрийн жингээс биш бусад шалтгаанаас болж гулзайж эргэх давтамжийн доргионы утга ихсдэг. Эргэх давтамжийн доргионы утгын ихсэлт нь роторын температурын жигд бус тархалтаас үүдэлтэй физикийн шинж чанарын өөрчлөлтөөс болно. Турбины гол болон роторыг цутгамал бэлдэцээр хийдэг. Цутгамал бэлдэц царцахдаа жигд бус царцаж талсждаг учраас материалын физикийн шинж чанар огтлолд жигд бус тархдаг. Огтлолд физикийн шинж чанар жигд бус тархахыг анзитроп чанар гэнэ. Голын цутгамалын тэнхлэгт чиглэл бүрдээ физикийн шинж чанар өөр өөр байдаг энзитроп чанараас болж

шугаман тэлэлтийн коэффициент өөрчлөгддөг тул голын нэг талын ширхэгт хэт сунаж байхад нөгөө талын ширхэг бага сунасанаас болж тулын тэнцвэрлэгдсэн ротортой турбиныг явуулах үед голын хойтойлтын хэмжээнээс хамаарсан гулзайлт үүсч доргиж эхэлнэ. Дулааны анзироог арилгахын тулд роторын бэлдэц бүрт туршилт хийнэ. Роторын бэлдэцийг туршилтын температураас 50°C их температуртай зууханд зугуухан эргүүлж аажим халааж 72°C цаг байлгаж савалгааг шалгахад $0,05\text{ мм}$ -ээс их гарч байвал гологдолд тооцдог. Дулааны анзитроп чанар нь роторын температурын түвшин, турбоагрегатын ачааллаас хамаардаг. Дулааны анзитроптой роторыг ямарч аргаар засах боломжгүй юм.

Роторт дулааны боловсруулалт хийх үед огтлол дахь температурын жигд бус тархсанаас 9, б дүгээр зурагт үзүүлсэн тэнхлэг нь шилжсэн цагариг огтлолд гулсалтын эсэргүүцэл буурдаг. Ийм зүй тогтол Японы 566°C температуртай уураар ажилладаг турбины ӨДЦ ба ДДЦ-т ажиглагдсаныг 9 а, в зурагт үзүүлэв. Турбины тохируулгын үед гулсалтын эсэргүүцэл буурсан тал руугаа 2...3 жилд ротор нь $0,3\text{ мм}$ хэмжээтэй гулзайж байсан байна (6. 9. в дүгээр зураг). Энэ турбины ашиглалтын үед доргионоос болж ашиглах боломжгүй болж байсан байна. Илчийн боловсруулалт хийхэд голын огтлол дахь температурын зөрөө 6°C -ээс хэтэрч болохгүй.

Роторыг угсарах үед дискүүдын хоорондох дулааны тэлэлтийн завсарыг хангалтгүй тавьсанаас эргэх давтамжийн доргио үүсэх нөхцөл үүсдэг (6. 10 дугаар зураг). Энд зэрэгцээ орших эд ангиуд зэрэгцээ биш сууснаас үүсэх ба хэт ойр зайтай хэсэгт тэлэлт болсоноос голыг гулзайлгаж доргиог ихэсгэнэ.

Доргио ихсэх бас нэг гол шалтгаан бол турбиныг халаах, хөргөх үед огтлол дахь температур жигд бус тархсанаас гол гулзайдаг. Энэ тохиолдолд турбины голыг олон ширхэгээс бүтсэн гэж төсөөлбөл их халсан талын ширхэгүүд уртасч, бага халсан талын ширхэгүүд бага уртасдаг. Үүнээс болж температур ихтэй тал руугаа тахийдаг.

Температураас хамаарсан голын гулзайлтыг дараах ойролцоолсон томъёогоор олдог.

$$f_{\text{макс}} = \frac{\alpha \Delta t l^2}{8d_s^3}, \quad (6. 2)$$

Энэ тэгшитгэлд, $f_{\text{макс}}$ – роторын гулзайлтын хамгийн их хэмжээ;

d_s – голын дундаж диаметр;

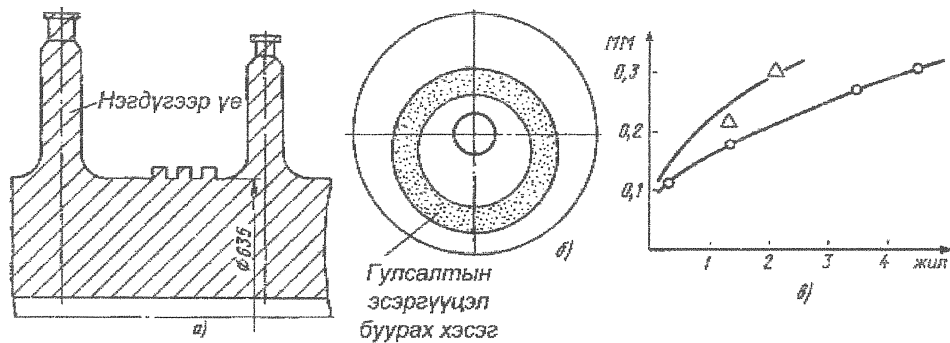
l – хоёр холхивчийн хоорондох зай;

Δt – голын огтлол дахь температурын зөрүү;

α – металын шугаман тэлэлтийн коэффициент.

Эргэлтийн давтамжийн бага утга дахь нягтруулгын ялимгүй хавиралт нь ноцтой үр дагавар үзүүлэхгүй ч гэсэн элэгдэл үүсгэдэг. Хавиралтын хэмжээ ихсэхэд ашиглалтын ажилтаны сэрэмжгүйгээс болж ноцтой үр дагаварт хүрдэг тул ийм байдалд хүргэж болохгүй. Хүчтэй хавиралт бага хугацаанд үргэлжилэхэд өрцний болон төгсгөлийн нягтруулгууд элэгдэж засварын хоорондох хугацаанд турбины үр ашиг буурна.

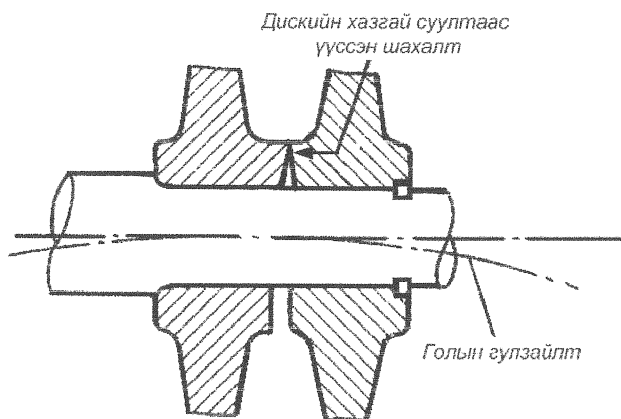
Нягтруулгын хийцийн шийдэл буруу хийгдсэн, температурын зөрүү их байснаас болж гол гулзайж үлдэгдэл хэв гажилт үүсдэг. Хэрэв гол гулзайсан тохиолдолд заводын нөхцөлд тэгшлэх шаардлага гардаг. Хавиралтын хэмжээ үлэмж ихсэхэд голын гулзайлтын нэмэгдэлтэй уялдаж доргио улам өсдөг.



9 дүгээр зураг. Материалын гулсалтын эсэргүүцлийн тэгш хэм алдагдсанаас болж роторт доргио үүсэх байдал: а- хамгийн их гулзайлттай байх хэсэг; б- гулсалтын эсэргүүцэл буурсан хэсэг; в- гулсалтын эсэргүүцлээс болж үлдэгдэл гулзайлтын хэмжээ ашиглалтын жилээс хамаарсан байдал.

Турбины роторыг жигд хөргөх, халаахад гол эргүүлэх төхөөрөмжөөр турбины голыг зогсолтгүй эргүүлнэ. Турбины роторын гулзайлтыг хянах зорилгоор урд талын холхивчоос гол илүү гарсан хэсэг дээр δ шилжилтийг хянах цахилгаан соронзон мэдрүүр байрлуулж шилжилтээр голын гулзайлтын хэмжээг $f_{\text{max}} = \frac{l}{2l_1} \delta$ гэсэн томъёогоор ойролцоолж олно.

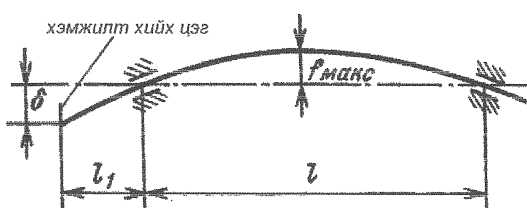
Голын дулааны гулзайлтаас үүссэн эргэх давтамжийн доргионы хэмжээ турбины ротор халах тусам багасдаг. Турбиныг явуулах хугацаанд уурын хэмжээг бага өгч эргэлтийн давтамжийн бага утганд роторыг бүрэн халаах нь доргиог бууруулах ач холбогдолтой.



гол гулзайх байдал

Турбины роторын дулааны гулзайлт нь хугацаанаас хамаардаг. Цахилгаан генераторын хөргөлтийн систем хангалтгүй бол температурын тархалт өөрчлөгдөж гол тахийж доргио үүсдэг.

10 дугаар зураг. дискүүдийг гол дээр хазгай суулгаж дулааны тэлэлтийн завсарыг багасгаснаас болж



11 дүгээр зураг. Голын гулзайлтыг хэмжих цэг

Хөдөлх ба үл хөдлөх эд ангийн хавиралт. Роторын ямарч эд анги хоорондоо хавирахад доргио зайлшгүй үүснэ. Хавиралт урт болон богино хугацаанд болсон тохиолдолд үрэлтээс их хэмжээний дулаан ялгарч хавирсан эд ангиуд гажиж тэнцвэржүүлэлт болон төвлөрүүлэлт алдагдана. Маш хүчтэй доргио үүссэн

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй

тохиолдолд турбины ашиглалтын удирдамжид турбиныг яаралтай зогсоох хэрэгтэй гэж заасан байдаг. .

Галын аюулаас хамгаалах ажлын зохион байгуулалт, хяналт

Галыг гарган авч амьдрал ахуйдаа хэрэглэж, улмаар түүнийг удирдах болсон нь хүн төрөлхтний түүхэнд гарсан том нээлт юм. Хугацаа зуу, мянган жилээр тоологдон өнгөрөхөд хүн галыг ашиглаж бүтээн байгуулах хүчирхэг хүчин зүйл болгож чадсаны зэрэгцээгээр хүн ам, газар нутаг, хот тосгон, мал сүрэг, ой мод, үнэт эд зүйлс гал түймэрт нэрвэгдэн шатаж аюулд ортох явдал дэлхийн аль ч улс оронд байнга тохиолдож байна. Галыг шаталтын тодорхой үйл ажиллагаагаар бий болгоно. Шаталт нь гэрэлд (долд), дулаан ялгаруулан явагдаж байгаа химийн урвал юм. Исэлдэх процессын, явцад заавал дулаан ялгарч байдаг. Гэхдээ бүх төрлийн исэлдэлт шаталтанд хүргэдэг гэж үзэж болохгүй. Шатдаг бодис гэдэг нь исэлдэлт явахын зэрэгцээ гэрэл, дулаан ялгаруулах чадвар бүхий хий, шингэн, хатуу байдалтай бодис юм.

Машин техник олширч, химийн үйлдвэрлэл өсөхийн хэрээр галд өртөмхий материал, хнмийн бодисыг маш өргөн хэрэглэх болсон. Мөн цаг агаарын хуурайшилт, галын аюулаас урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг тухай бүрт нь авч чадахгүй, зохион байгуулалтын түвшин хангалтгүйгээс манай оронд гал түймрийн аюулыг зогсоож чадахгүй байна. Энэ нь тодорхой хууль дүрэм, мэргэжлийн хүн, үйл ажиллагааны дадлага чадварын үр дүнд хэрэгжих шинжлэх ухаан, технологи, үйлдвэрлэл, ахуй амьдралын цогц асуудал богоод инженер техникийн мэргэжлийн боловсон хүчин нэг бүр гал түймрээс урьдчилан сэргийлэх, хамгаалах, гарсан тохиолдолд түүнийг унтраах аргуудыг эзэмшсэн байх хэрэгтэй билээ.

Галын аюулаас хамгаалах ажлыг зохион байгуулах журам (дүрэм)

Галын аюулаас хамгаалах ажил нь гал гарахаас урьдчилан сэргийлэх, гал гарсан тохиолдолд түүнийг түргэн хугацаанд унтраах нөхцөлийг бүрдүүлэхэд чиглэсэн иж бүрэн арга хэмжээ байдаг. Уг ажил нь үйлдвэрлэлийн технологи ажиллагааны салшгүй хэсэг бөгөөд үйлдвэрлэлийн зураг төсөл хийх, талбай орчинг төлөвлөх, барилга байгууламжийг байгуулах, тоног төхөөрөмжийг угсрах, ашиглах бүхий л үе шатанд шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр зохион байгуулагддаг. Гал түймрээс хамгаалах арга хэмжээг дөрвөн үндсэн хэсэгт хувааж болно. Үүнд:

1. Гал түймэр гарах шалтгааныг арилгах, барилга байгууламж, түүний хийц хэсгүүдийн хана, туурга, дээвэр нь гал түймрийг цааш дэлгэрүүлэхгүй, дэлбэрэлт үүсэхээс хамгаалах, бат бэх байх шаардлагыг хангах барилга-техникийн арга хэмжээ.
2. Барилгыг барих, ашиглах явцад гал түймрийг түргэн хугацаанд амжилттай унтраахад шаардлагатай орчин нөхцөл, техник хэрэгслээр хангахтай холбоотой арга хэмжээ.
3. Үйлдвэрлэлийн технологи ажиллагааг явуулах явцад элдэв төрлийн шалтгаанаар гал түймэр гаргахгүй байх, үйлдвэрлэлийн нөөц, сэлбэг хэрэгсэл, бүтээгдэхүүнийг зөв хадгалахтай холбоотой арга хэмжээ.
4. Ашиглалтын явцад үйлдвэрлэлийн барилга, инженерийн байгууламж, машин тоног төхөөрөмжийг галын аюулаас хамгаалахтай холбоотой хийгдэх захиргаа аж ахуйн зохион байгуулалт, ухуулга сурталчилгаа, нийт ажиллагсадыг сургахтай холбогдсон зохион байгуулалтын арга хэмжээ.

Галын аюулаас хамгаалах арга хэмжээ нь үйлдвэрлэл, үйлчилгээний хэвийн ажллагааг хангахаас гадна гэнэтийн тохиолдлоор гал гарсан үед түүнийг

түргэн хугацаанд бүрэн унтраах, холбогдох багаж, хэрэгсэл, аргыг зөв ашиглахтай нягт уялдана.

Аливаа үйлдвэр, аж ахуйн газрууд галын агоулаас хамгаалах арга хэмжээг өөрийн байгууллага дээр зохион байгуулахдаа дараах чиглэлийг баримталбал зохино. Үүнд:

* Барилга, байшин, дулаан, агааржуулалт, гэрэлтүүлгийн систем, технологийн ба цахилгааны машин тохооромж, агрегатуудад ашиглалтын явцад гал гарах, тэдгээрийг шатахаас хамгаалах;

* Болзошгүй гал түймэр, дэлбэрэлт тархах нөхцөл, шалтгааныг арилгах. Үүний тулд барилга, тоног тохооромж, агуулахын хооронд галаас хамгаалахад хүрэлцээтэй хэмжээний зай талбай(зааг) гаргах, цехэд ашиглах шатах, тослох материалыг хязгаарлах, өрөө тасалгаануудын хооронд галын аюулаас хамгаалах хаалт барих, барилгын хонгил, галын аюулаас хамгаалах зай талбайд шатах, тослох материал хадгалахыг хориглох зэрэг арга хэмжээг авч хэрэгжүүлнэ.

* Гал түймэр гарах, улмаар барилга, байгууламжийн талбайгаар тархах үед тэнд байгаа хүмүүсийг өрөө тасалгаанаас аюулгүй гаргах, нүүлгэн шилжүүлэх (аврах)-д шаардлагатай нөхцөл, тоног хэрэгслээр хангах;

* Нэгэнт гал гарсан үед түүнийг зохион байгуулалтайгаар аюулгүй унтраахад хүн хүч, багаж, тоног хэрэгслийг бэлтгэх. Үүний тулд гал гарсан үед ашиглах усны эх үүсвэр, нөөцийг бий болгох, барилгын гадна, дотор тал орцуудад гал түймрээс хамгаалах шатыг заавал хийж байрлуулсан байх, барилга, түүний өрөө тасалгаанд галаас хамгаалах дохиоллыг систем тавих, гал түймрийн тухай шуурхай мэдээлэх холбооны хэрэглэлээр хангах, инженер-техникийн ажилтан, ажилчдад гал түймрээс хамгаалах тухай сургалт явуулах, байгууллагын хэмжээнд гал түймэртэй тэмцэх шуурхай хэсгийг зохион байгуулах зэрэг үйл ажиллагаанууд орно.

Үйлдвэрийн газрыг тэсрэлтийн зэргээр ангилах

Үйлдвэрийн газрын төсөл зохиох, өргөтгөл хийхэд цех, тасаг байрлуулах хэсгийн хийц, материалыг гал эсэргүүцэх, галд тэсвэрлэх чадварын талаас нь зөв сонгон авах нь галын аюулгүй байдлыг хангахад чухал хүчин зүйл болно.

Үйлдвэрийн гаэруудын технологи ажиллагааны явцад машин, аппаратад тэсэрч дэлбэрэх аюултай бодис хэрэглэх, цехийн агаарт хий хуралдах, шатамхай шингэнг үйлдвэрийн байран дотор нэг савнаас нөгөө сав руу юүлэх, дэлбэрэлт үүсгэж болзошгүй шингэнийг хутгах хутгуурын хурд өсөх, саван доторх уг шингэний дүүргэлтийн түвшин хэт өндөр болох, даралт, температурын их хэмжээний хазайлтын үед болон машины эд анги, зангилаанууд хоорондоо өндөр хурдтай хавирах зэргээс үүдэн гал гарах, дэлбэрэх явдал олонтоо тохиолдоно.

Исэлдүүлэх, адсорбцлох, уусгах, нитритжүүлэх, хиймэл материалаар металл эдлэлийг шүршиж бүрэх зэрэгт агаарт шатамхай хий дэгддэг. Үйлдвэрийн газарт гал гарч болзошгүй цэгүүд түүний шалтгааныг сайтар мэдэж байхын хамт үйлдвэрлэлийн технологи ажиллагаа, тоног төхөөрөмжийг шинэчлэх, тэнд явагддаг физик, хими, биологийн процесс өөрчлөгдөх зэрэгт гал гарах магадлал өснө, Үйлдвэр үйлчилгээний газарт гал гарах үндсэн шалтгаан нь галтай буруу харьцсан, цахилгаан төхөөрөмжүүдийн хэвийн байдал алдагдсан, тэдгээрийг ашиглах дүрэм журмыг баримтлаагүй, технологийн горим, машин техникийн хэвийн ажиллагаа зорчигдсон, цахилгаан цэнэг, оч хаягдах, дулааны

төхөөрөмжийг галын аюулаас хамгаалах журмын дагуу ашиглаагүй зэрэг онцгой нөлөөтэй. Үйлдвэрийн газруудыг галд аюултай байдлаар нь А, Б, В, Г, Е гэсэн 6 ангилалд хуваах бөгөөд энэ нь үйлдвэрлэл явуулахад ашиглаж байгаа материалтай нягт уялддаг.

Галын аюултай байдлаар нь үйлдвэрүүдийг ангилсан ангилал

Гал ба дэлбэрэх аюултай үйлдвэрүүд

А. 10% ба түүнээс бага найрлагатай үед авалцаж асдаг шатдаг хий, 28°C хүртэл температурт уур нь авалцаж дөл үүсгэх шингэн ашигладаг үйлдвэрүүд. Дурдсан хий ба шингэний уур тасалгааны агаарын 5%-иас давсан тохиолдолд дэлбэрэлт бий болно. Мөн ус, агаарын хүчилтөрөгчтэй юмуу хоорондоо харилцан үйлчилснээс халж дэлбэрэлт үүсгэх хатуу бодис ашигладаг үйлдвэрүүд.

Б. 10%-иас их найрлагатай үед авалцаж асдаг шатдаг хий, 28-61° C температурт уур нь авалцаж дөл үүсгэх шингэн ашигладаг үйлдвэрүүд. Үйлдвэрлэлийн нөхцөлд агаартай авалцаж гал үүсгэх температур буюу түүнээс дээш халаах шаардлагатай шингэн, шатамхай тоос, 65 г/см³ буюу түүнээс бага орцтой үед агаартай холилдон дөл гаргадаг ширхэглэг материал үйлдвэрлэдэг ба ашигладаг үйлдвэрүүд. Дээрх бодисуудыг ашиглахад тасалгааны эзэлхүүний 5%-иас давахад дөл гардаг байна,

Галд аюултай үйлдвэрүүд

В. 61°C-ээс дээш температурт уур нь агаарт авалцдаг шингэн, 65 г/см³-аас их үед агаартай холилдон дөл гаргадаг ширхэглэг материал үйлдвэрлэдэг ба ашигладаг үйлдвэрүүд. Ус, хүчилтөрөгчтэй буюу хоорондоо харилцан үйлчилж халж шатдаг бодис, шатамхай хатуу бодис материал үйлдвэрлэдэг ба ашигладаг үйлдвэрүүд.

Г. Галд шатдаггүй боловч бодовсруулах явцад юмуу хайлмал байдалдаа мөн халааж тасдаж хуваахад оч, дөл, цацраг маягийн дулаан гаргадаг, түлшний зорилгоор ашигладаг хий, шингэнээр ажилладаг үйлдвэрүүд.

Д. Хүйтэн үедээ шатдаггүй бодис, материал ашигладаг үйлдвэрүүд.

Дэлбэрэх аюултай үйлдвэрүүд

Е. Өрөө тасалгааны эзэлхүүний 5%-иас дээш хувийг эзлэхэд дэлбэрч болзошгүй шингэн фазгүй шатдаг хий, дэлбэрэх аюултай тоос гаргадаг, агаарын хүчилтөрөгч, устай юмуу хоорондоо харилцан үйлчлэлд орсны улмаас дэлбэрч улмаар гал түймэр гаргаж болзошгүй бодис, материал хэрэглэдэг үйлдвэрүүд тус тус орно.

Хэрэв үйлдвэрлэл явуулах талбай, агуулахад хадгалах зүйл галд маш амархан өртөх аюултай бол хязгаарласан галд тэсвэртэй хана барьж өгөх юмуу барилгын өрөө тасалгааны хооронд гал түймрээс хамгаалах зай талбайг гаргаж өгнө. Энэхүү зай талбайн шаардагдах хэмжээг 20.3 дугаар хүснэгтээр өгөв. Үйлдвэрлэлийн барилгуудын хоорондох гал түймрээс хамгаалах зай талбайг

$$r = k \cdot \sqrt{F}$$

томъёогоор тодорхойлдог.

Энд: k -шатаж болзошгүй өрөө тасалгаанд үүсэх температурын хэмжээнээс хамаарах коэффициент ($k=0.85-0.4$) хооронд явагдана.

F -шатаж болзошгүй өрөө тасалгаанд үүсэх дөлний талбай, м²-аар.

Үйлдвэрлэлийн барилгын гал тэсвэрлэх чадварын шаардагдах зэрэг

Үйлдвэрлэл ангилал	Давхарын зөвшөөрөг дөх хамгийн их тоо	Гал тэсвэрл эх чадвары н зэрэг	Барилгын гал эсэргүүцэх ханануудын хоорондох талбай, м ²		
			Нэг давхар	Хоёр давхар	Гурав ба түүнээс дээш давхар
А ба Б	6	I	Хязгаарлахгүй		
А ба Б (химийн ба нефть химийн үйлдвэрээс бусад)	6	II	Хязгаарлахгүй		
А (химийн ба нефть хий боловсруулах үйлдаэрүүд)	6	II	Хязгаарлахгү й	5200	3500
Б (химийн ба нефтийн боловсруулах үйлдвэрүүд)	6	II	Хязгаарлахгү й	10100	7800
В	Хязгаарла хгүй 3	1ба II	Хязгаарлахгү й	Хязгаарлахг үй 7800	-
	2	III	7800	3500	3500
	1	IV	3500	2600	-
		V	2600		
Г	Хязгаарла хгүй 3	1ба II	Хязгаарлахгү й	Хязгаарлахг үй	-
	2	III	6500	5200	3500
	1	IV	3500	2600	-
		V	1500		
Д	Хязгаарла хгүй 3	I ба II	Хязгаарлахгү й 7800 3500	Хязгаарлахг үй	-
	2	III IV	2600	6500 2600	3500
	1	V		1500	-
					-
Е	6	Тайлбар үз	Хязгаарлахгүй		

Тайлбар:

* Е ангиллын барилга үндсэн хана, шат, багана, хучлагыг галын аюулгүйн 2 ангиллын дагуу хийнэ. Гал түймрийн эсрэг дохиолол тавьж галаас хамгаалах зай талбайг 25% -иар өсгөж авна. Модон барилга бол галаас хамгаалах зайг хязгаарлахгүй, аль болохоор чөлөөтэй байлгана.

Гал түймрийн үед хүмүүсийг нүүлгэн шилжүүлэх (аврах)

Аль ч барилга байгууламжид гал гарсан үед хүмүүсийг барилгаас гаргаж галын аюул, хорт хий, уурын үйлчлэлд өртүүлэхгүй байх боломжоор хангагдсан байх ёстой.

Барилгын гарц, орц, шат, хонгилын хэмжээг тооцоолохдоо уг байгууллагад хичнээн хүн ажилладаг, шаардлагатай тохиолдолд хэн хаашаа шилжиж гадагш гарах зэргээс хамааруулан тогтооно. Нүүлгэн шилжүүлэх зам дараах байдлаар зохион байгуулагдана. Үүнд: нэгдүгээр давхраас гадагш хонгил, гэгээвч, шат дамжин гарах бөгөөд бусад давхраас мөн л шатаар бууж гарна. Эмх замбараагүй байдал үүсэхгүй, шахцалдахгүй байхын тулд гэгээвч, хонгилд зохион байгуулагдаж хаалгаар гарах бөгөөд хаалга зай багтаамж муутай бол нэг, хоёрдугаар давхрын цонхоор гарч болох авч цонх онгойлгоход түүгээр агаар орж гал түймрийг улам бадраах тул цонхыг аль болохоор онгойлгохгүй байвал зохино. Зэрэгцээ барилгын галд тэсвэрлэх чадвар III зэргээс бага галын аюулын зэрэглэл А ба Б бол уг байрыг дамжуулан хүмүүсийг шилжүүлж болно. Тэгэхдээ шатыг аль болохоор ашиглах хэрэгтэй бөгөөд ашиглах үед шат утаагүй байх хэрэгтэй. Гал түймрийн аюулын зэрэглэл А, Б, Е үед галд тэсвэрлэх чадвар IV, V зэрэглэлийн барилгыг дайруулж гарах хаалгыг хийж болохгүй. Гал түймрийн үед хүмүүсийг барилгаас гаргах, нүүлгэн шилжүүлэхийн гол үр дүн уг барилгаас гарах хичнээн зам байна вэ гэдгээр тодорхойлогдоно.

Үйлдвэр, албан газрууд төсөлд тусгагдсан ёсоор баригдсан өрөө, тасалгаа, хаалтнаас гадна дур зоргоороо хаалт хийх, өрөө гаргах, хонгилуудыг хааж онгойхгүйгээр түгжих, цоожлох, гал унтраагуур (хор)-ыг хүн хүрэхээргүй өндөр газар юмуу далд байрлуулах, цоожтой өрөөнд хадгалах зэрэг нь галын аюулгүй ажиллагааны шаардлагыг ноцтой зөрчиж байгаа хэрэг юм. Ийм тохиолдолд болзошгүй гал түймрийн үед бэрхшээл учирч улмаар олон арван хүн гал түймэрт нэрвэгдэж болохыг ямагт анхаарах хэрэгтэй.

Үйлдвэрлэл хөгжсөн орнуудын туршлагаас үзэхэд гал түймрийн үед хүмүүсийг аврах замын температурын хамгийн их хэмжээ 60°C -ээс ихгүй, агаар амьсгалах боломжтой, утаа зам харагдахуйц хэмжээнд байхаар тогтоосон байдаг. Хүмүүсийг гал түймрийн үед байрнаас гаргах хүний хурд 16 м/мин, шатаар буух хурд 10м/ мин, өгсөх бол 8 м/мин гэж үзэж хүмүүсийг шилжүүлэх шаардлагатай замын урт буюу гарц хүртэлх зайн хэмжээг тогтооно. (20.4 дүгээр хүснэгт). Хүснэгтэд үзүүлснээр гал тэсвэрлэх чадварын I ба II зэрэглэлийн А ангилалын ганц дан байрны гарц хүрэх зай 50 м, Б, В ангиллын байрных 100 м, үйлдвэрлэлийн олон давхар барилгын хувьд 40 ба 75 м байх ёстой байна.

Хүмүүсийг гаргах хонгилын өргөн тэдгээрийн зэрэгцэн явах урсгалын нягтаас хамаарч $10\text{--}12\text{ хүн/м}^2$, хаалга шатны нэвтрүүлэх чадвар 1,5 м өргөнд 50 хүн/мин, 1,5-2,4 м өргөн бол 60 хүн/м байна.

Гал унтраах техник хэрэгсэл

Гал унтраах тоног төхөөрөмж, анхан шатны багаж хэрэгсэл, дэвшилттэй аргуудыг эзэмшин хэрэглэж сурах нь галын аюулаас хамгаалахад гол үүрэг гүйцэтгэнэ. Гал унтраах гэдэг нь гал гарч байгаа хэсэг рүү орж түүнийг бүрмөсөн зогсоох явдал бөгөөд үүний тулд төрөл бүрийн багаж төхөөрөмж, машин техник, бодис, ус, элс зэргийг хэрэглэнэ. Гал гарсан нөхцөлд аюулд бага өртөх, цаашид гал түгж дэлгэрэхээс болгоомжилж дараах арга хэмжээг маш яаралтай авч хэрэгжүүлнэ. Үүнд:

- шатаж байгаа орчноос исэлдүүлэх бодисыг аль болохоор түргэн зайлуулна. Ингэснээр агаарт хүчилтөрөгчийн найрлага 15 %-иас буурахад гал аяндаа өөрөө унтрана.
- шатах, тослох материалыг гал түймрийн голомтоос зайлуулж гал түймрийг өргөжихөөс сэргийлэх, энэ нь тодорхой тоног төхөөрөмж ашиглан тусгай сав руу юүлэх юмуу хэрэв бодис шатах аюулд ойртсон бол савтай нь зайлуулах, хооронд нь салгах, хэрэв ойролцоо өрөөнд шатах, тослох материал байвал тийшээ гал оруулахгүй байх, өрөөнөөс нь зөөж аюулгүй нөхцөлд шилжүүлэх зэргээр хэрэгжүүлнэ.
- шатамхай орчны температурыг шаталт цаашид үргэлжлэхгүй болтол бууруулах, үүний тулд торол бүрийн бодис ашиглан дөл үүсэх температураас бага температурт хүргэх;
- тэнд байгаа эд хогшлыг зайлуулах, хүмүүсийг байрнаас гаргах улмаар галыг бүрмөсөн унтраах арга хэмжээ авна.

Гал унтраах тоног төхөөрөмж, техник хэрэгслийг дотор нь дараах бүлгүүдэд хуваадаг. Үүнд:

1. Автомашин, мотопомпууд: автоцистерн, автонасос, хөөсөөр унтраадаг автомашин, нунтаг бодисоор унтраах машин, автомат, авто-өргүүр, зөөврийн ба чиргүүл хэлбэрийн мотопомпууд;
2. Гал түймэр унтраах төхөөрөмж: агаарын хольцын (галиод нүүрс-устөрөгчийн), шингэний ба усны (шүршдэг ба бууддаг), хийн (нүүрсхүчлийн), уурын, нунтаг зүйлийн төхөөрөмж гэх мэт.
3. Гал унтраагуурууд: агаар-хөөсний, шингэний, нунтгийн, нүүрсхүчил-бромэтилийн, нүүрсхүчлийн, химийн, хөөсний гэх мэт.
4. Галаас хамгаалах дохиоллын төхөөрөмж: автомат ажиллагаатай (утаа, гэрэл, дулаан, ультра дуу, фотоцахилгаан, хосолсон), гар ажиллагаатай;
5. Гал түймрээс аврах төхөөрөмж: галын шат, аврах олс гэх мэт.
6. Галын төхөөрөмж: усны хоолойн шугамын (галын усны худаг, (гидрант) босоо яндан, галын кран, насос), угсрах (холболтын толгой, хөөсний генератор, хөөс хутгагч, галын уян хоолой) гэх мэт.
7. Гал унтраах гар багаж: механик хөрөө, цахилгаан ба хийн алх, цахилгаан цүүц, гар хөрөө, хүрз, жоотуу, лоом, дэгээ, сүх гэх мэт.
8. Галын хэрэгсэл: ус ба хөөс үүсгэгчийн торх, галын хувин, галын аюулгүй байдлын тэмдэг, элсний сав, дөрвөн хөлтэй ширээ, асбестан даавуу, түймрийн краны шүүгээ, хаалт, элс цацах том хүрз гэх мэт.

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй

Гал унтраах бодисуудыг дараах байдлаар ангилна. Үүнд:

1. Гал унтраах аргаар нь:
 - а. Шаталтын голомтыг хөргөх: ус, хатуу нүүрсхүчил цацах;
 - б. Задлагч (шаталтын голомт дахь хүчилтөрөгчийн орцыг багасгаж байгаа) нүүрсхүчлийн ба бусад инертийн хий, усны уур, жижиг ширхэгт усан тоосонцор үүсгэх;
 - в. Тусгаарлах үйлчилгээтэй (агаарын хүчилтөрөгчөөс шатах гадаргууг тусгаарлаж байгаа) агаарын механик хольцтой хоос, хуурай нунтаг, элс, норгосон эсгий, уусмалууд хэрэглэх;
 - г. Зогсоох үйлчилгээтэй (химийн шатах урвалыг зогсоох үйлчилгээтэй): Галоид агуулсан нүүрс усторогчийн хольц (N3, 5, 7, 4 НД фреонууд) ашиглах;
2. Цахилгаан дамжуулах чадвараар нь:
 - а. Цахилгаан дамжуулдаг: ус, уусмалууд, усны уур, хөөс.
 - б. Цахилгаан дамжуулдаггүй: хий, нунтаг бодис.
3. Хорт нэгдэл үүсгэх чадвараар нь:
 - а. Хоргүй: ус, хөөс, нунтаг найрлага, элс.
 - б. Бага хортой: нүүрсхүчлийн хий.
 - в. Хортой: фреонууд, галоиджсон нэгдлүүд, N3, 5, 7 ба бусад.

Барилга байгууламжид байвал зохих гал унтраах хэрэгслийн тоо хэмжээ

Д/д	Барилга байгууламж агуулахын нэр	Химийн хөөсөн гал унтраагуур	Гал унтраагуур			
			Нүүрсхүчлийн ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, УП-1, УП-	0,5м ³ багтаамжтай элстэй хайрцаг хүрз	200-250л багтаамжтай сав	Нойтон эсгий асбест хавтан.
1	Хөндий барилга	1	-	1	1	-
2	Барилгын мод 20м ² талбай тутамд давхараар	1			-	-
3	Мөн ижил 100м ² талбай тутамд	2		1	1	-
4	Албан тасалгаа, 200м ² талбай тутамд	1	-	-	1	-
5	Модон эдлэл засварлах цех, 100м ² талбай Тутамд	1	-	1	1	-
6	Модон ба шатамхай материалын агуулах, 100 м ² талбай тутамд	1	1	1	1	-
7	Шатах материалтай агуулах, 100 м ² талбай Тутамд	1	-	-	1	-

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй

8	Хялбар шатах ба шатдаг шингэн агуулах газар, 100 м ² талбай тутамд	1	-	1	-	-
9	Карбидкалийн агуулах, 100 м ² талбай тутамд	-	1	1	-	-
10	Хий ба шингэнээр цэнэглэсэн баллон хадгалах агуулах, 200 м ² талбай тутамд	1	-	-	-	-
11	Авто машины задгай зогсоол, 100 м ² талбай тутамд	1	-	1	-	1
12	Цахилгаан ба хийн гагнуурын цех, 100 м ² талбай тутамд	1	-	1	-	-
13	Үйлдвэрийн чөлөөтэй талбай, 100 м ² талбай тутамд	1	-	-	1	-
14	Цахилгаан пийшингээр хоол хийх өрөө (гуанз), 100 м ² талбай тутамд	1	-	1	-	-
15	Тоноглосон хурлын танхим, клуб, эмнэлэг, сургуулийн байр, 100 м ² талбай тутамд	1	-	-	-	-

Агуулах ажлын байрнуудад байвал зохих гал унтраах хэрэгслийн тоо хэмжээ

Д/д	Агуулах ажлын байрны талбайн хэмжээ	Химийн хөөсөн унтраагуур ОП-5, СП-3	Нүүрс хүчлийн хийн гал унтраагуур			200-л багтаамжтай усны сав	0,5м ³ багтаамжтай элстэй хайрцаг	3м ³ багтаамжтай элстэй хайрцаг, 2 зөөгүүр	1м ³ багтаамжтай элстэй хайрцаг	Төмөр хүрз	Үл шатах хавтан ба норгосон эсгий	Усны хувин
			ОУ-2	ОУ-5	ОУ-8							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Эд материалын агуулах, шалны 100м ² талбай тутамд	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
2	Засвар механикийн газар 200м ²	1	1	-	-	-	1	-	-	2	-	-

Хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуй

	талбай тутамд											
3	Цахилгаан гагнуур, дархны газар 50 м талбай тутамд	1	1			1	1	-	-	2	-	1
4	Мужааны газар 200 м ² талбай тутамд	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
5	Цахилгаан станц 100 м ² талбай тутамд	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1
6	Уурын тогоо байрлуулсан өрөө, 100 м ² талбай тутамд	1	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1
7	Гараж, 50 м ² талбай тутамд	1	1	1	-	-	1	-	-	2	1	-
8	Цахилгаан трансформатор	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
9	Хуваарилах самбар	-	-	1		-	-	-	-	-	-	-

Цахилгаан техникийн аюулгүй ажиллагаа

Цахилгаан гүйдэл хүний организмд аюултай болох нь:

Цахилгаан гүйдэл хүний организмд аюултай болохыг XVIII зууны сүүлчин 25 жилд цахилгаан химийн өндөр хүчдэлийн үсгүүрийг зохион бүтээгч В.В.Петров анх тогтоожээ. Харин цахилгааны ослыг түүнээс бүр хожим 1863 онд тогтмол гүйдэл нь хүний биеийг хороомхон хугацаанд хөнөөж чаддаг. Цахилгааны ослот гэж цахилгаан гүйдэл эсвэл цахилгаан нумын үйлчлэлээр үүссэн ослыг хэлнэ. Цахилгааны ослын онцлог нь цахилгаан гүйдэл, хүчдэлийн аюулыг хүний организм мэдэрч тодорхойлох чадваргүй зөвхөн хүчдэлд өртөж гүйдэл дамжсан хойно нь буюу ослот орсон хойноо аюулыг мэдэрх явдал юм. Цахилгааны ослот үйлдвэрлэлд гарсан нийт ослын дотор багахан (4-5%) хэсгийг эзэлдэг боловч ихэвчлэн хүнд, амь үрэгдүүлсэн ослот байдгаараа бусад ослотос онцлог юм.

Хүн цахилгаан гүйдэлд дараах шалтгааны улмаас өртдөг:

- Гүйдэл дамжуулах нүцгэн хэсэгт хүрсэн
- Тонот төхөөрөмжийн тусгаарлал гэмтэсний улмаас хүчдэлтэй болсон
- Металл хэсэгт хүрсэн;
- Хүчдэлтэй болсон металл биш хэсэгт хүрсэн;
- Алхамын хүчдэлд өртсөн;
- Цахилгаан нумын гүйдэлд өртсөн.

Цахилгаан гүйдэл хүний организмд дамжиж түүнд дулааны, электростатик, биологийн болон механик гэсэн дөрвөн төрлийн үйлчлэл үзүүлдэг. Дулааны үйлчлэл нь цахилгаан гүйдлийн нөлөөгөөр биеийн зарим хэсэг, мэдрэлийн эд эсүүд халах, түлэгдэх, нүүрсжих зэрэг болно. Электростатик үйлчлэл нь цахилгаан гүйдлийн нөлөөгөөр хүний биеийн органик шингэн, тухайлбал цус электростатик орж задрал явдал юм. Биологийн үйлчлэл нь цахилгаан гүйдлийн улмаас организм амьд эд эс, бүлчин цорх, дотод биоцахилгаан процесс зөрчилдөх явдал юм. Механик (динамик) үйлчлэл нь мэдрэлийн судал, судас, арьс тасарч язрах, үе мултрах, яс хугарах зэрэг юм.

Хүн цахилгаан гүйдэлд өртөх байдлыг ерөнхийд нь цахилгаан гэмтэл, цахилгаанд цохилгах гэж хоёр бүлэг болгон ангилж болно. Цахилгаан гэмтэл цахилгаан гүйдэл болон цахилгаан нумын үйлчлэлээр гэдэг нь цахилгаан гүйдэл болон цахилгаан гэмтэл нь организм эд эсүүд гэмтэж, бэрххийг хэлнэ. Цахилгаан гэмтэл нь түлэгдэлт, цахилгаан тэмдэг үүсэх, арьс металжиж, механик гэмтэл гэсэн хэлбэртэй байна.

Цахилгаан түлэгдэлт нь хүний биеэр 1 А-аас илүү хүчтэй гүйдэл дамжсан үед биеийн эдийн халалтгаас үүсдэг. Түлэгдэлт нь арьсны гадаргууг гэмтээсэн гадаргыг, биеийн эдийн дотоод хэсгийг гэмтээсэн гүний гэж байдаг.

Цахилгаан тэмдэг үүсэх гэдэг нь цахилгаан гүйдэлд өртсөн хүний арьсны гадаргуу дээр саарал эсвэл бүдэг шар өнгийн дуули, эсвэл зууван хэлбэртэй 1-5мм хэмжээтэй толбо үүсдэг. Цахилгаан тэмдэг нь өвчин зовиургүй бөгөөд яваандаа аригна.

Арьс цахилгаанаар металжиж гэдэг нь цахилгаан нумын нөлөөгөөр үүссэн металлын ууршсан эзл хэсгүүд хүний арьсны гадаргууд үйлчилж уг металлын

өнгөөр нэвчихийг хэлнэ. Арьс металлжих нь бага зэрэг эовиуртай боловч аюулгүй яваандаа эдгэрч арилдаг. Харин нүд ингэж металлжих нь аюултай юм. Тийм учраас цахилгаан тоног төхөөрөмж дээр ажилладаг ажилтан нүдний хамгаалах шил хийх шаардлагатй.

Механик гэмтэл нь цахилгаан гүйдлийн нөлөөгөөр булчин огцом агшиж арьс язрах, задрах, судас, мэдрэлийн судал тасрах, үе мултрах, яс хугарах зэрэг механик гэмтэл үүсэх юм.

Цахилгаанд цохиулах гэдэг нь цахилгаан гүйдлийн нөлөөгөөр амьд эд цочирч булчин өөрийн эрхгүй татвалзан агших улмаар зүрх, уушиг, төв мэдрэлийн систем зэрэг эрхтэн, системийн хэвийн үйл ажиллагаа алдагдаж бүх организм аюулд учрахыг хэлнэ.

Гүйдлийн хүч, мА	Организмд нөлөөлөх байдал
1 хүртэл	Гүйдэл бараг мэдрэгдэхгүй.
1-2	Хуруунд хүрэлцэхүйн мэдрэмж нэмэгдэж зөөлөн хэмнэлтэй хатгалт мэдрэгдэнэ.
2-3	Хуруу загатнах, алга халах, хуруу хөшингөтөх мэдрэмж өгнө.
3-4	Хурууны хөшингө мэдрэмж улам ихсэх, сарвуунд зүүгээр хатгах мэт мэдрэмж төрөх ба гарын хөдөлгөөн чөлөөтэй боловч бугалганы булчин хөшингөтөнө.
4-5	Бугалганы булчингийн хөшингө улам даамжрах мэдрэмж төрж гарын хөдөлгөөн бага зэрэг хүндэрнэ.
5-6	Хуруу бадайрч бугалганы хэсгээр өвдөлт үүсэх ба гарын хөдөлгөөн хязгаарлагдана.
6-7	Гарын сарвуу мэдээгүй болж бугалганы өвдөлт улам нэмэгдэн хөшингөтөх мэдрэмж мөрний булчин руу тарна.
7-8	Мөрний булчинг өвтгөсөн эвгүй мэдрэмж төрнө.
8-9	Тохойн үе болон мөрний булчингийн өвдөлт үүснэ.
9-10	Мөрний булчингийн өвдөлт нэмэгдэж бугалганы булчин хөшнө.
10-11	Гарт тархмал өвдөлт нэмэгдэж гараа алдлах хөдөлгөөн хязгаарлагдана.
11-12	Гарын бурчингаар хүчтэй өвдөлт тархаж электродоос чөлөөлөгдөх болж, маш их хүч шаардана.

Хүний биеийн цахилгаан эсэргүүцэл. Хүний биеийн цахилгаан эсэргүүцэл нь хүний биеийн эд, арьсны бүтэц, байдал, бохирдолт, цахилгаан сүлжээний параметрийн физиологийн болон хүрээлэн байгаа орчны гэх мэт олон хүчин зүйлээс хамаарна

Хүний арьс маш нийлмэл бүтэцтэй бөгөөд эпидермис гэж нэрлэгдэх гадна дерма гэж нэрлэгдэх дотор талын хоёр давхаргаас бүрдэнэ. Эпидермис нь өөрөө давхаргаас бүрддэгийн хамгийн гаднах нь эвэрлэг давхарга юм. Эвэрлэг давхарга судасгүй, мэдрэлийн эсгүй, 0.05-0.2 мм зузаантай, дулаан, цахилгааныг муу дамжуулдаг; механик бат бөх сайтай, хувийн цахилгаан эсэргүүцэл нь $10^5 \dots 10^6$ Ом·м. Эпидермисийн бусад давхаргууд нь амьд эсээс бүрддэг. Ийм учраас хүний арьсны гадна давхаргыг диэлектрик гэж үздэг. Арьсны дотор давхарга дерма нь уян харимхай эд, бат бөх холбогч ширхэгүүд бүхий өтгөн торноос бүрдэх бөгөөд торны завсарт нь цусны судас, мэдрэлийн

эс, үсний уг, хөлс, тосны булчирхай оршино. Дерма нь амьд эд бөгөөд түүний цахилгаан эсэргүүцэл нь эпидермисийн эсэргүүцлээс олон дахин бага юм.

Хүний биеийн цахилгаан эсэргүүцэл нь хүн бүрийн хувьд адилгүйгээр зогсохгүй нэг хүний хувьд янз бүрийн нөхцөл, цаг хугацаанд ч өөрчлөгдөж байдаг. Цахилгаан гүйдэл хүний биеийн хамгийн бага эсэргүүцэлтэй хэсгээр, геометрийн хувьд хамгийн богино замаар дамжина. Энэ нь хүний биеийн янз бүрийн эд эс өөр хувийн эсэргүүцэлтэй байдагтай холбоотой.

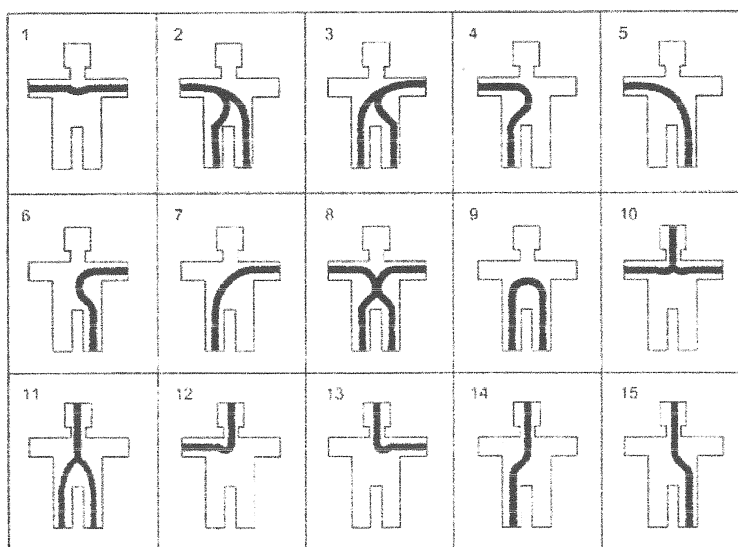
Тухайлбал, 50 Гц-ийн давтамжтай гүйдэлтэй үед хувийн эсэргүүцэл нь:

хуурай арьс	$3 \cdot 10^3 \dots 2 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{м}$
яс	$10^4 \dots 2 \cdot 10^6 \text{ Ом} \cdot \text{м}$
оохний эд	30 ... 60 Ом·м
булчингийн эд	1.5 ... 3 Ом·м
цус	1 ... 2 Ом·м
тархи, нугасны шингэн	0.5 ... 0.6 Ом·м
байдаг.	

Хүний биеийн бүрэн эсэргүүцэл гурван хэсгээс бүрдэнэ: арьсны ба дотоод эдийн эсэргүүцэл. Ер нь хүний биеийн эсэргүүцэл нь арьсны байдлаас хамаарахаас гадна биеийн эрүүл мэндийн болон сэтгэл санааны байдлаас ихээхэн хамаарна. Мөн хүний биед үйлчилсэн хүчдэл нэмэгдвэл арьсны гадарга нэвт цохигдсоны улмаас биеийн эсэргүүцэл улам багасч дотоод эсэргүүцэлтэй тэнцүү (300-500 Ом) болно.

Инженерийн парактикт хүний биеийн багтаамжыг тооцохгүй, зөвхөн актив эсэргүүцлийг $R_h=1000 \text{ Ом}$ гэж тооцдог.

Гүйдэл дамжсан зам- Цахилгааны осолд хийсэн туршилт, судалгаанаас үзэхэд гүйдэл дамжсан зам ослын хүндрэлийн байдалд чухал нөлөөтэй. Хүний биеэр цахилгаан гүйдэл дамжих боломжтой олон зам (15.3 дугаар зураг) байдгаас бүх цахилгааны ослын 40% нь гар-гар, 20% нь баруун гар-хөл, 17% нь зүүн гар-хөл, 6% нь хөл-хөл, 5% нь толгой-хөл, 4% нь толгой-гар, 8 % нь бусад замд тус тус ногдож байна. Эдгээр замуудаас тархи, нугас дайрсан толгой-хөл, толгой-гар, мөн зүрх, уушиг дайрсан гар-гар, гар-хөл замууд харьцангуй их аюултай юм.



Гүйдлийн давтамж. Хувьсах гүйдлийн давтамж 50-60 Гц үед гүйдэл организмд аюултай үйлчилдэг бөгөөд гүйдлийн давтамж 450-500 кГц, түүнээс их болоход халаах, түлэх үйлчлэл нь хэвээр үлддэгч гэсэн уушиг, зүрхний үйл ажиллагааг зогсоож үхэлд хүргэх нөлөө нь бараг үгүй болдог онцлогтой.

Гүйдлийн төрөл. Тогтмол гүйдэл нь 50 Гц давтамжтай хувьсах гүйдлээс харьцангуй аюул багатай. Тогтмол гүйдлийн үүсгэх булчингийг агшилт, үзүүлэж нөлөөлөл нь харьцангуй сул байдаг. Гэхдээ энэ байдал нь 400В хүртэл хүчдэлд хадгалагдах ба 500-550 В-оос дээш хүчдэлд хувьсах гүйдлийн аюул харьцангуй бага болдог.

Хувь хүний онцлог. Ядарсан, өвчилсөн, ялангуяа арьс, зүрх-судасны систем дотоод шүүрлийн тогтолцооны эрхтэн, уушиг, мэдрэлийн өвчнөөр өвчилсөн хүн цахилгаан гүйдэлд илүү мэдрэмтгий, өртөмтгий байдаг бол эрүүл, чийрэг хүн цахилгаан гүйдлийг илүү тэсвэрлэдэг.

Хүн цахилгаан гүйдэлд санамсаргүй цохиулах нь анхаарал тогтож төвлөрсөн үеийнхээс харьцангуй аюултай.

Хүрээлэн буй орчны хүчин зүйл. Ослын хүндрэлийн байдалд агаарьш температур, чийгийн ихсэлт муугаар нөлөөлдөг. Агаарын температур, чийг ихсэхэд хүний биеийн эсэргүүцэл багасаад зогсохгүй организмын цахилгаан гүйдэл эсэргүүцэх чадвар буурдаг. Агаарын даралт буурвал аюул ихсэнэ. Мөн агаар дахь хүчилтөрөгчийн хэмжээ буурах, нүүрсхүчлийн хийн хэмжээ нэмэгдэхэд цахилгааны аюул их болно.

Хүний биеэр гүйх гүйдлийн хэмжээ 15mA-аас бага бол гүйдлээс хүн өөрийгөө чөлөөлж чаддаг. Хүний гэмтэлгүй арьс ойролцоогоор 100000 Ом эсэргүүцэлтэй байна. Чийг авсан үедээ 1000 Ом хүртэл буурдаг.

Хүний биеэр гүйх гүйдэл:

$$I_{\text{хүн}} = \frac{U}{Z}$$

z-хүний биеийн цахилгаан эсэргүүцэл.

Хүчдэл 220В байхад хүний биеэр гүйх гүйдэл:

$$I_{\text{хүн}} = \frac{220}{1000} = 0.22A$$

$I_{\text{хүн}} = 220mA \gg 0.15mA$ байгаа учир хүн 220В-д цохиулхад салж чадахгүй гэсэн үг юм.

3 фазын хэлхээнд хүн хүрэхэд хүний биеэр гүйх гүйдэл нь:

$$I_{\text{хүн}} = \frac{3U_{\phi}}{3Z_{\text{хүн}} + R_{\text{мус}}}$$

Дүгнэлт

Хэрэглэгчдийн өсөн нэмэгдэж буй хэрэглээг хангахын тулд тэдний хэрэгцээ шаардлаганд нийцсэн хямд үнэ өртөг, чанар, үзүүлэлт бүхий эрчим хүчээр найдвартай тасралтгүй хангах шинэ эх үүсвүүр хэрэгтэй. Үүнд дуглаан үйлдвэрлэж байгаа халаалтын уурын зуух болон туслах тоног төхөөрмийн аюулгүй ажиллагаа, хөдөлмөр хамгаалал нэн чухал. Энэхүү дипломын төслийн хийснээр зуухны аюулгүй ажиллагаа болон хөдөлмөр хамгааллын талаар мэдэж авлаа.

Ашигласан ном, атариалууд

- Уурын зуххны засвар үйлчилгээ 2008 он
- Нам даралтын зуххны хөдөлмөр хамгаалал 209 он
- www.google.com
-

