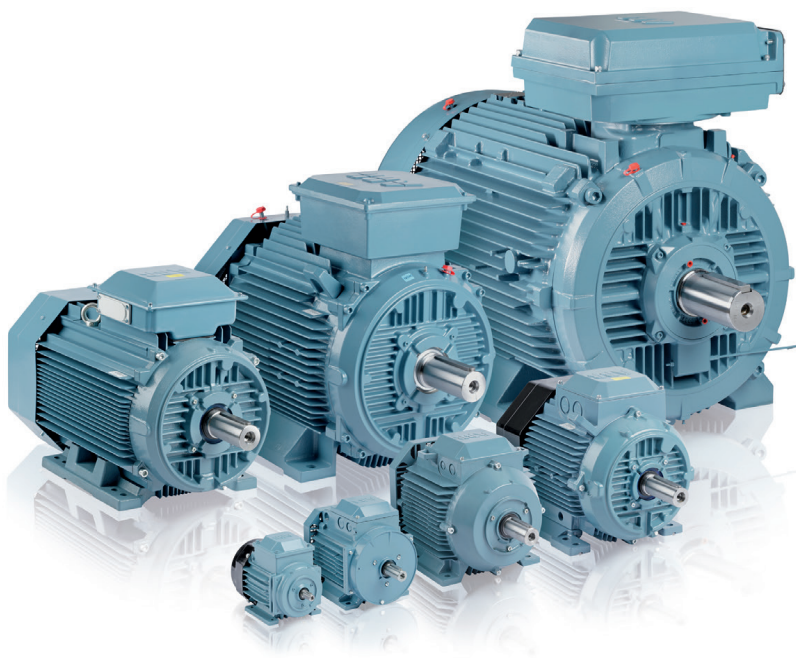

Нам хүчдэлийн цахилгаан хөдөлгүүр

Хөдөлгүүрийн заавар – нам хүчдэлийн
стандарт хөдөлгүүрийн техникийн суурь
гарын авлага



Агуулга

8	1. Танилцуулга
9	1.1 АББ Группын тухай
10	1.2 Танилцуулга
10	1.2.1 Стандарт асинхрон хөдөлгүүрүүд
10	1.2.2 Тэсрэх аюултай орчинд ажилладаг хөдөлгүүрүүд
11	1.2.3 Давтамжийн удирдлагатай хөдөлгүүрүүд
13	1.3 Бэлэн бүтээгдэхүүний захиалга
16	2. Эрчим хүчний хэмнэлт ба орчин
17	2.1 Энергийн үр ашгийн стандартууд
17	2.1.1 IEC –ийн үр ашгийн ангилалууд
18	2.1.2 Энергийн үр ашгийн схемүүд
19	2.1.3 Үр ашгийг шалгах стандартууд
20	2.2 Нормт хугацаандаа хүрч ажиллах болон энергийн үнэлгээ хийх
20	2.2.1 Энергийн үнэлгээ хийх
21	2.3 АББ-ийн байгаль орчны менежмент
21	2.3.1 ISO 14001
21	2.3.2 Хортой бодисууд
21	2.3.3 Материалын сонголт
24	3. Стандартууд
25	3.1 Тодорхойлолтууд
26	3.2 Стандартын хүснэгтүүд
26	3.2.1 Нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүдэд зориулагдсан үндсэн стандартууд
27	3.2.2 Хөдөлгүүрт зориулагдсан EU-ийн үндсэн удирдамж, зааврууд
27	3.2.3 Европоос бусад газарт хэрэглэгдэж буй хөдөлгүүрүүдийн үр ашгийг тодорхойлох
28	3.3 Эргэлтийн чиглэл
29	3.4 Хөргөлт
31	3.5 Хамгаалалтын зэрэг: IP код/IK код
32	3.6 Стандарт хүчдэлүүд
33	3.7 Хүчдэл ба давтамж
34	3.8 Зөвшөөрөгдөх хазайлт
35	3.9 Суурилуулах аргууд
36	3.10 Овор хэмжээ
38	3.11 Гаргах чадал болон их биений хэмжээний харьцаа

42	4. Цахилгааны хийц загвар-асинхрон хөдөлгүүрүүд
43	4.1 Асинхрон хөдөлгүүр
44	4.2 Тусгаарлага
45	4.3 Термистор
45	4.4 Орчны температур ба өндөржилт
46	4.5 Асаах аргууд
46	4.5.1 Шууд асаалт (DOL)
46	4.5.2 Од-гурвалжин асаалт
47	4.5.3 Зөөлөн асаагчууд
48	4.5.4 Давтамжийн хувиргагчаар хөдөлгүүрийг асаах
49	4.6 Асаалтын хязгаарлалт
56	4.7 Ажиллагааны горимууд
60	4.8 Чадлыг нэмэгдүүлэх
61	4.9 Үр ашиг ба алдагдлын төрлүүд
62	4.10 Чадлын коэффициент
65	4.11 Агаарын урсгал ба агаарын хурд
66	4.12 Холболтын диаграм
68	5. Механикийн хийц загвар
69	5.1 Хөдөлгүүрийн бүтэц
70	5.2 Их биений бүтэц
71	5.3 Гаргалгааны хайрцаг
73	5.4 Холхивчууд
74	5.5 Ус зайлуулах суваг ба чийгшил
75	5.6 Хөдөлгүүрт үйлчлэх гадны хөндлөн болон дагуу хүчнүүд
75	5.7 Тэнцвэржүүлэлт
76	5.8 Чичиргээ
77	5.9 Гадаргуугийн боловсруулалт
80	6. Дуу шуугиан
81	6.1 Дууны даралтын түвшин ба дууны хүчний түвшин
82	6.2 Шүүлтүүр
83	6.3 Октав зурвасууд
84	6.4 Дууны нэмэлт үүсгэгчүүд
85	6.5 Цахилгаан хөдөлгүүр дэх дуу шуугиан үүсгэгч эд ангиуд
87	6.6 Агаар ба хийцүүдээс үүдэлтэй шуугиан
88	6.7 Дууны даралтын түвшин
90	7. Суурилуулалт ба засвар үйлчилгээ
91	7.1 Хүргэгдэж ирсэн хөдөлгүүрийг хүлээн авах
91	7.2 Тусгаарлагын эсэргүүцлийг шалгах
92	7.3 Чангалах хүч
92	7.4 Ажиллуулах
93	7.5 Арчилгаа
94	7.6 Суурь
95	7.7 Ачаатай холбох дамжлага холбоос

96	7.7.1 Дамар болон холбогчийг угсрах
97	7.8 Гулсах зам төмөр
98	7.9 Холхивчийг угсрах
98	7.10 Тосолгоо
99	7.11 Гал хамгаалагчийн хэмжээ
100	8. СИ (SI) систем
101	8.1 Хэмжигдэхүүн болон нэгж
102	8.2 Арвын зэрэгт
103	8.3 Хувиргах үзүүлэлтүүд
108	9. Захиалга хийх
109	9.1 Хөдөлгүүр сонгох
111	9.2 Online программ
111	9.2.1 Optimizer буюу оновчлогч
112	9.2.2 DriveSize and MotSize буюу Ачаалал болон хөдөлгүүрийн хэмжээ
112	9.3 Ачаалал (кВт)
113	9.4 Хурд
113	9.5 Хөдөлгүүрийг асаах
114	9.6 Ажиллах орчин
114	9.7 Захиалах болон захиалгыг хянах хуудас
116	10. Хурдны удирдлагатай дамжлага
117	10.1 Дамжлагын төрлүүд
118	10.2 Импульсийн өргөний модуляц
118	10.3 Дамжлагыг тааруулж сонгох
120	10.4 Ачаалагдах чадвар (Момент)
121	10.4 Ачаалагдах чадварыг сайжруулах
122	10.5 Тусгаарлагын түвшин
122	10.6 Газардуулга
123	10.7 Хамгийн их хурдаар ажиллуулах
124	10.8 Тэнцвэржүүлэлт
124	10.9 Критик хурд
124	10.10 Голын жийргэвч
126	10.11 Бага хурдаар ажиллуулах

1. ТАНИЛЦУУЛГА

1.	Танилцуулга	8
1.1	АББ Группын тухай	9
1.2	Танилцуулга	10
1.2.1	Стандарт асинхрон хөдөлгүүрүүд	10
1.2.2	Тэсрэх аюултай орчинд ажилладаг хөдөлгүүрүүд	10
1.2.3	Давтамжийн удирдлагатай хөдөлгүүрүүд	11
1.3	Бэлэн бүтээгдэхүүний захиалга	13

Танилцуулга

Бид цахилгаан хөдөлгүүрүүд болон генераторуудыг нийлүүлэхээс гадна, манай бүтээгдэхүүнүүдийг ашиглаж үйл ажиллагаагаа явуулдаг хэрэглэгчдэд эрчим хүч хэмнэх зөвлөмж, үйлчилгээ үзүүлэх, мөн цаашид хэрхэн яаж ашиглах талаар заавар өгч ажилладаг.

Энэхүү заавар нь Олон Улсын Цахилгаан Техникийн Хорооноос гаргасан (IEC) нам хүчдэлийн хөдөлгүүрийн талаарх үндсэн мэдээллийг өгнө. 1000В хүртэлх хүчдэлд ажилладаг, 1000 кВт максимум чадалтай хөдөлгүүрүүдийг нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүдэд хамааруулдаг.

IEC-ийн зорилго, чиглэл нь олон улсын цахилгаан техникийн комиссоос батлан гаргасан стандарт, шаардлагыг тухайн хөдөлгүүрүүд бүрэн хангасан байхыг шаарддаг.

Жишээлбэл: IEC Хөдөлгүүрийн их биеийн хэмжээг стандартчилсан байдаг ба үйлдвэрийн процесст ашиглагддаг, хөнгөн цагаан их биетэй хөдөлгүүрийн их биеийн хэмжээ 56-аас дээш байдаг бөгөөд төмөр (ширмэн) их биетэй бол 450 хүртэл (голны төв цэгээс суурь хүртэлх зай миллиметрээр) байдаг. Саяхан IEC нь хөдөлгүүрүүдийг энергийн үр ашигтай байдлаар нь ангилах шаардлагатай гэдгийг тодорхой тусгаж өгсөн.

1.1 АББ Группын тухай

АББ Групп нь эрчим хүч болон автоматжуулалтын технологийг хөгжүүлж чадсан тэргүүлэгч компани бөгөөд АББ-ийн бүтээгдэхүүнүүдийг ашигласанаар Эрчим хүчний салбар, цахилгаан шугам сүлжээний болон аж үйлдвэрлэлийн хэрэглэгчид нь үр ашгаа дээшлүүлэх, үйлдвэрлэлийн бүтээмжийг нэмэгдүүлэх, байгаль орчинд нөлөөлөх сөрөг нөлөөллийг бууруулах боломжтой болох юм. АББ нь 100 гаруй оронд 110'000 гаруй ажилтантайгаар үйл ажиллагаагаа явуулдаг.

АББ-ийн Цахилгаан хөдөлгүүр, удирдлагын хэлтсийн харъяа цахилгаан хөдөлгүүр болон генераторын хэсэгт хөдөлгүүрүүдийг үйлдвэрлэж, худалдаанд гаргадаг. Цахилгаан хөдөлгүүр, удирдлагын хэлтэс нь олон төрлийн бүтээгдэхүүнийг үйлдвэрлэхийн зэрэгцээ дамжлага, хөдөлгүүр, генератор, хүчний электроникийн систем, шулуутгагч, цахилгаан эрчим хүчний чанарыг сайжруулах болон хамгаалалтын төхөөрөмж, давтамж хувиргуур, программчлагдах логик контроллер (PLC) болон механик хүч дамжуулах тоноглолуудын засвар үйлчилгээг хийдэг.

Эдгээр бүтээгдэхүүнүүд нь хэрэглэгчдэд бүтээмжээ нэмэгдүүлэх, эрчим хүчийг хэмнэх, эрчим хүчний чанар болон үйлдвэрлэлтийг сайжруулахад тус дэмтэй байдаг. Цахилгаан хөдөлгүүр болон генераторын хэсэг нь бага, дунд, өндөр хүчдэлийн хөдөлгүүр болон генератор бас механик эрчим хүчийг дамжуулагч төхөөрөмжүүдийг үйлдвэрлэдэг. АББ-ийн бүтээгдэхүүнүүд нь засвар үйлчилгээний баталгаат хугацаатай байхаас гадна өндөр түвшний экспертүүд нь ашиглагдаж байгаа хөдөлгүүрийн төрөл бүрийн эд ангийг газар дээр нь очиж оношлох боломжтой.

1.2 IEC-ийн нам хүчдэлийн хөдөлгүүр

Хөдөлгүүрүүдийг нэгдүгээрт тэдгээрийн бодит овор хэмжээгээр нь, хоёрдугаарт тэдгээрийг хэрэглэх зориулалтаар нь ангилдаг. Үүний дагуу бид асинхрон хөдөлгүүрийг хоёр хэсэгт хувааж, тэдгээрийг дотор нь тэсрэх аюултай орчинд ажиллах хөдөлгүүр, давтамжийн удирдлагатай хөдөлгүүр, синхрон хөдөлгүүр болон тусгай зориулалтын хөдөлгүүр гэж дөрвөн төрөл болгон авч үздэг. Сүүлийн бүлэгт багтах хөдөлгүүрүүд нь асинхрон хөдөлгүүрийн үндсэн зарчим дээр суурилагдсан боловч хэрэглэх зориулалтаасаа шалтгаалаад янз бүрээр тоноглогдсон хөдөлгүүрүүд тухайлбал, усан онгоцны хөдөлгүүр, тоормосын хөдөлгүүр болон утаа сорогчийн хөдөлгүүрүүд орно. Дээрх хөдөлгүүрүүдийн онцлогуудыг энд тайлбарлахгүй.

1.2.1 Стандарт асинхрон хөдөлгүүр
АББ нь хоёр төрлийн нам хүчдэлийн асинхрон хөдөлгүүрийг нийлүүлэх боломжтой. Үүнд: үйлдвэрийн процессийн болон ерөнхий зориулалтын хөдөлгүүр. Эхний хэсэгт багтах хөдөлгүүрүүд нь үйлдвэрт хэрэглэгдэх шаардлагаасаа болоод ихэвчлэн 63-450 хэмжээтэй, 0,12-1000 кВт чадалтай хөдөлгүүрүүд байдаг.

Цаашлаад эдгээр хөдөлгүүрүүд нь энергийн үр ашгийн IE2, IE3, болон IE4 гэсэн 3 ангилалд хуваагддаг. Ерөнхий зориулалтын хөдөлгүүрүүд нь ашигтай ажиллагааны IE2 ангилалд багтдаг үндсэн цуврал хөдөлгүүрүүдээс бүрддэг бөгөөд үйлдвэрийн процессийн зориулалттай хөдөлгүүртэй харьцуулахад цөөхөн сонголттой боловч энэ хөдөлгүүрүүдийг дэлхий даяар өргөн хэрэглэж байна. Эдгээр хөдөлгүүрүүд 56-355 хэмжээтэй ба 0,06-355 кВт чадалтай байдаг.

Хоёр сери (цуврал)-ийн аль аль нь хөнгөн цагаан болон төмөр их биетэйгээр хийгдэнэ.

1.2.2 Тэсэрч дэлбэрэх аюултай орчинд ажиллах хөдөлгүүрүүд

Тэсрэх аюултай орчинд ажилладаг АББ-ийн хөдөлгүүр эсвэл Ex-хөдөлгүүр гэж нэрлэгддэг эдгээр хөдөлгүүрүүд нь Европын (эдийн засгийн) бүсэд ашиглагдах зориулалттай бөгөөд цахилгаан хөдөлгүүр үйлдвэрлэгчдийн заавал хүлээх үүрэг, хариуцлагын дөрөвдүгээрт заасан ATEX-ийн 94/9/EC заалтыг бүрэн хангасан байна. АББ-ийн Ex бүтээгдэхүүнүүд нь ATEX гэрчилгээнээс гадна дэлхийн IECEx гэрчилгээг авах боломжтой. Дэлхийн бусад улс орнуудын гэрчилгээ, тухайлбал Хятадын CQST, Орос, Беларус, Казакстан болон бусад орны хэрэглэгчидийн нийгэмлэгээс шаарддаг CU-TR гэх мэт шаардлагуудыг хангасан олон төрлийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх боломжтой. Төрөл бүрийн гэрчилгээнүүдийн шаардлагын талаар бүтээгдэхүүний каталог болон загвар бүрийн кодны хэсгээс лавлана уу.

Тэсрэх аюултай орчинд ажилладаг тоног төхөөрөмжийг газар дээр эсвэл газар доор байрлуулах, мөн тэсрэх орчны төрлөөр нь (хий/тоос)ангилдаг. Тоног төхөөрөмжийн хамгаалалтын түвшин (EPL) нь тухайн тоног төхөөрөмж гал авалцуулах эх үүсвэр болох мөн тэсрэх хийн орчин болон тоостой орчин, мөн уурхай доторхи гал түймэр үүсгэх орчинд галд тэсвэртэй байдлаар хийгддэг. Үүнээс гадна тэсрэх аюултай орчин нь гал үүсэх шалтгаан болж байгаа тэсрэмтгий хий (G), мөн тоос (D)-той орчин гэж хуваагддаг.

Доорх хүснэгтэд хөдөлгүүрт тоноглогдсон тоног төхөөрөмжүүдийн бүлгүүд, EPLs, муж болон хамгаалах хэрэгслүүдийн хоорондын хамаарлыг харуулав. Түүнчлэн тоног төхөөрөмжийн шаардлагатай

температурын ангилалыг зайлшгүй авч үзэх ёстой бөгөөд энэ нь хий болон тоосны дэд бүлэг болох шатамхай хий ба тоосны гал авалцуулах температураас хамаардаг.

Стандарт IEC 6007+9-0 EN 60079-0			Суурилуулалт Бүсийн хамаарал нь IEC 60079-10-х EN 60079-10-х	ATEX удирдамж 94/9/EC	Хөдөлгүүрийн Хамгаалалтын үндсэн төрлүүд	
Групп	EPL	Хамгаалалтын түвшин	Бүсүүд	Төхөөрөм- жийн групп	Төхөөрөм- жийн категори	
I (Уурхай)	Ma	маш өндөр	NA	I (Уурхай)	M1	NA
	Mb	өндөр			M2	
II (Хий)	Ga	маш өндөр	0	II (Ил)	1G	NA
	Gb	өндөр	1		2G	Ex d/Ex de Ex p, Ex e
	Gc	нэмэгдүүлсэн	2		3G	Ex nA
III (Тоос)	Da	маш өндөр	20		1D	NA
	Db	өндөр	21		2D	Ex tb IP 65
	Dc	нэмэгдүүлсэн	22		3D	Ex tc IP 65/IP 55

NA – not available буюу боломжгүй

Тэсрэх аюултай орчинд ажилладаг хөдөлгүүр нь 71-ээс 450 хүртэл хэмжээтэй (галд тэсвэртэй загвар нь 80-аас 450) ба 0.25 кВт-аас 1000 кВт хүртэл чадалтай үйлдвэрлэгддэг.

1.2.3 Давтамжийн удирдлагатай хөдөлгүүр

Давтамжийн удирдлагатай хөдөлгүүр гэж давтамж хувиргагч ашигладаг хөдөлгүүрүүдийг хэлнэ. Энэ төрлийн хөдөлгүүрүүдэд синхрон хөдөлгүүрийн хоёр төрөл болох синхрон реактив болон тогтмол соронзонтой синхрон хөдөлгүүр, тухайлбал өнхрүүштэй тавцангийн хөдөлгүүр, өндөр хурдтай хөдөлгүүр, серво хөдөлгүүрүүд багтдаг.

АББ нь 2 цуврал (сери) синхрон хөдөлгүүрийг үйлдвэрлэж байна. Үүнд: өндөр бүтээмжтэй ба IE4 маягийн синхрон реактив хөдөлгүүрүүд орно. Өндөр бүтээмжтэй синхрон хөдөлгүүр нь түүний овор хэмжээтэй харьцуулахад их чадал шаарддаг тоноглолд илүү зохимжтой байдаг бөгөөд 90-315 хэмжээтэй, 1.1-350 кВт чадалтай байдаг ба ашигтай ажиллагааны түвшин хамгийн багадаа IE2 байдаг. Ашигтай ажиллагааны түвшин IE4-тэй синхрон реактив хөдөлгүүрүүдийн АҮК өндөр байх бөгөөд 160-315 хэмжээтэй, 7.5-315 кВт чадалтайгаар үйлдвэрлэгдэж байна.

Тогтмол соронзонтой хөдөлгүүр нь өндөр моментыг шаарддаг тоноглолд тохиромжтой байдаг ба 400 В-ийн хүчдэлд 600 эр/мин дээд хурдаар ажилладаг. Тогтмол соронзонтой хөдөлгүүр нь өөрийн хөргөлттэй болон нэмэлт хөргөлттэй байдаг. Нам хүчдэлийн хөдөлгүүрийн хувьд их биеийн хэмжээ нь 280-аас 450 байх ба хамгийн ихдээ 1000 кВт (690 В хүчдэлтэй) хүртэл чадалтай байна.

Стандарт хөдөлгүүрийн хурдны дээд хязгаар нь 3600 -5100 эр/мин хурдтай байдаг. Үүнээс гадна тусгай зориулалтын хэрэглэгчийн хөдөлгүүрийн эргэлтийн хурд 60000 эр/мин хүртэл байдаг.

Нам хүчдэлийн серво хөдөлгүүрт өндөр динамик чадалтай 2 төрлийн цахилгаан хөдөлгүүр орно. Үүнд: IP54 ба IP23 багтана. Эдгээр хөдөлгүүрүүд нь инерци багатай, их импульсийн моменттой байдаг ч түүний овор хэмжээтэй нь харьцуулахад сайн чадал гаргадаг бөгөөд гэнэт хэт их ачаалал үүсч болзошгүй тохиолдолд хамгийн тохиромжтой байдаг. Хөдөлгүүрүүд нь 100-250 хэмжээтэйгээр 750 кВт хүртэл чадалтайгаар үйлдвэрлэгддэг.

1.3 Бэлэн бүтээгдэхүүний захиалга



Стандарт асинхрон хөдөлгүүрүүд

- Үйлдвэрлэлийн процессийн зориулалттай хөдөлгүүрүүд
- Ерөнхий зориулалттай хөдөлгүүрүүд



Тэсрэх аюултай орчинд зориулагдсан хөдөлгүүрүүд

- Галд тэсвэртэй хөдөлгүүрүүд
- Аюулгүй байдлыг нь сайжруулсан хөдөлгүүрүүд
- Гал авалцдаггүй хөдөлгүүрүүд
- Тоосны галаас хамгаалагдсан хөдөлгүүрүүд



Давтамжийн хувиргууртай хөдөлгүүрүүд

- Синхрон реактив хөдөлгүүрүүд
- Тогтмол соронзонтой хөдөлгүүрүүд
- Өндөр хурдны хөдөлгүүрүүд
- HDP AC серво моторууд



Тусгай зориулалтын хөдөлгүүрүүд

- Усан онгоцны хөдөлгүүрүүд
- Усан хөргөлттэй хөдөлгүүрүүд
- Тоормосны хөдөлгүүрүүд
- Орчны өндөр температурт ажиллах зориулалттай хөдөлгүүрүүд
- Утааны яндангийн хөдөлгүүрүүд
- Нэг фазын хөдөлгүүрүүд
- Зам дагаж хөдлөх удирдлагатай хөдөлгүүрүүд

2. ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ БА БАЙГАЛЬ ОРЧИН

2.	Энерги хэмнэлт ба байгаль орчин	16
2.1	Энергийн үр ашгийн стандартууд	17
2.1.1	IEC –ийн үр ашгийн ангиллууд	17
2.1.2	Энергийн үр ашгийн схемүүд	18
2.1.3	Үр ашгийг шалгах стандартууд	19
2.2	Нормт хугацаандаа хүрч ажиллах болон энергийн үнэлгээ хийх	20
2.2.1	Энергийн үнэлгээ хийх	20
2.3	АББ-ийн байгаль орчны менежмент	21
2.3.1	ISO 14001	21
2.3.2	Хортой бодисууд	21
2.3.3	Материалын сонголт	21

Энерги хэмнэлт ба байгаль орчин

Дэлхийн аж үйлдвэрийн болон худалдааны салбарууд нь энергийн сорилттой тулгарч байна. Дэлхий дахинд эрчим хүчний эрэлт хэрэгцээ огцом өсөж байна. Үүний зэрэгцээ нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂) ялгаруулалтыг бууруулах асуудал нь эрчим хүчний хэрэглээг бууруулах дарамт болж, илүү бат бэх найдвартай цахилгаан хангамжийг бий болгох шаардлага тавигдаж байна.

Өндөр үр ашигтай хөдөлгүүрүүд нь эрчим хүчний зардлыг бууруулж мөн нүүрстөрөгчийн давхар исэл ялгаруулалтыг хязгаарлахад тусалдаг. Цахилгаан хөдөлгүүр нь аж үйлдвэрт хэрэглэдэг цахилгаан эрчим хүчний 65 орчим хувийг хэрэглэж байгаа нь тогтоогдсон тул үйлдвэрт эрчим хүчийг хэмнэх боломж их байна. Эрчим хүчний зарцуулалт нь хөдөлгүүрийн ачаалал, ажиллах цагаас хамаарна. Өндөр үр ашигтай хөдөлгүүрүүд нь нүүрсхүчлийн хийний ялгаруулалтыг бууруулахад чухал ач холбогдолтой байдаг.

АББ нь урт хугацааны туршид өндөр бүтээмжтэй хөдөлгүүрийн хэрэгцээг хангах чиглэлээр ажиллаж ирсэн бөгөөд өндөр үр ашигтай хөдөлгүүр нь энгийн хөдөлгүүр мэт шууд агуулахаас зах зээлд нийлүүлэгддэг байх бодлогыг барьж байна. Үр ашиг дээрээ илүү анхаарлаа төвлөрүүлэх нь чухал боловч бид нормт хугацаандаа хүрч ажиллах, энэ хугацаандаа хамгийн бага зардлаар ажилладаг байх тал дээр эрэл хайгуул хийх нь илүү чухал юм.

2.1 Энергийн үр ашгийн стандартууд

Олон улсын цахилгаан техникийн хороо эрчим хүчний хэмнэлттэй хөдөлгүүрүүдтэй холбоотой стандартуудыг нэвтрүүлсэн. IEC 60034 -2-1 нь энергийн үр ашгийг шалгах аргыг тусгасан ба IEC 60034-30 нь сүлжээнд шууд холбогдон ажиллаж байгаа бүх л хийцийн цахилгаан хөдөлгүүрийн үр ашгийн ангиллыг тодорхойлдог. IEC 60034-30-1 (2014 онд хүчинтэй болсон) нь хөдөлгүүрүүдийг үр ашгийн ангилалд өргөнөөр хамруулах дараагийн алхамуудыг хийж, IE4 ангилалын тухай танилцуулсан. VSD –удирдлагатай хөдөлгүүр нь энэхүү стандартад хамаарахгүй бөгөөд өөрийн стандартаар зохицуулагддаг байх болно.

2.1.1 IEC-ийн үр ашгийн ангилал

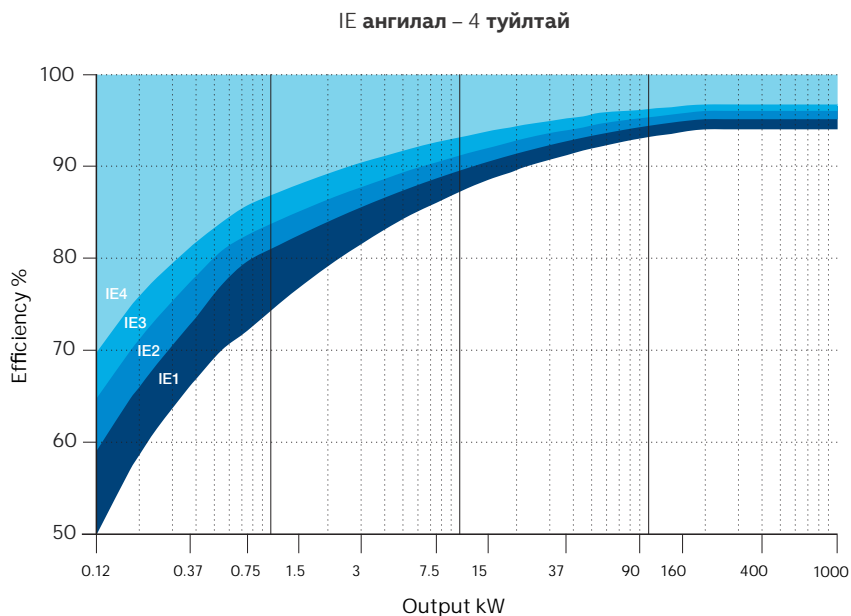
IEC 60034-30-1 нь синуслаг хүчдэлээр тэжээгддэг бүх хөдөлгүүрүүдийн хувьд дөрвөн IE (International Efficiency) ангилалуудыг тодорхойлж өгсөн.

Стандарт үр ашигтай	IE1
Өндөр үр ашигтай	IE2
Илүү үр ашигтай	IE3
Супер илүү үр ашигтай	IE4

Энэ стандартын хамрах хүрээ нь IEC 60034-30 –ээс илүү өргөн юм. IEC 60034-30-1 стандарт нь зөвхөн 8 хүртэл туйлтай хөдөлгүүрт хамааралтай бус мөн усан онгоцны хөдөлгүүрүүд, тоормосын хөдөлгүүр, тээсэрч дэлбэрэх аюултай орчинд ажиллах хөдөлгүүрүүд энэ стандартад хамаарна. Энд дурдаагүй бусад, тухайлбал цахилгаан дамжлагын систем, давтамжийн хувиргуурт хэрэглэгддэг олон тооны хөдөлгүүрүүд нь өөр стандартаар зохицуулагдах боломжгүй юм.

IEC 60034-30-1 стандартын үр ашгийн түвшин нь IE2 ба IE3 –т бага зэрэг тодорхой бус байдаг IEC 60034-2-1: 2007 стандартад заасан туршилтын арга дээр үндэслэгдсэн. IEC 60034-2-1 дахь аргууд нь үр ашгийн үнэлгээг өмнө ашиглаж байсан аргуудаас илүү нарийвчлалтайгаар тодорхойлдог. Үр ашгийн хамгийн бага утга болон IE-ийн ангиллын тухай мэдээллийг хөдөлгүүрийн паспортан дээр үзүүлсэн байдаг (хэрэв паспорттой бол).

Доорх зураг дээр үр ашгийн дөрвөн ангиллын шаардлагатай хэмжээг ангилал тус бүрээр нь хөдөлгүүрийн чадалтай хэрхэн хамаарах харилцан хамаарлыг үзүүлэв.



Зураг 2.1 50 Гц-д ажилладаг 4 туйлт машины IE үр ашгийн ангилал

2.1.2 Энергийн үр ашигтай байдлын схем

IEC -ийн үр ашгийн стандарт нь олон улсад мөрдөгддөг боловч хэрэглэх явцад зөрүүтэй асуудал байсаар байна. Доорх хүснэгтэд IE-ийн үр ашгийн ангилал болон дэлхийн янз бүрийн оронд хэрэглэгдэж байгаа үр ашгийн схемүүдийн хоорондын хамаарлыг үзүүлэв. IE1 “үр ашгийн стандарт” нь энд дурдагдаж байгаа бүх л улс оронд дэд (хоёрдогч) стандарт болсон ба Европын холбооноос гаргасан шийдвэрээр 2021 оны 7 сараас IE 3, 2023 оны 7 сараас IE 4 стандартыг хэрэглэх шаардлага тавихаар тогтсон байна.

IEC 60034-30-1	IE2 – өндөр үр ашигтай	IE3 – илүү үр ашигтай
Австралийн MEPS	Энэ түвшинд байх шаардлагатай	Стандарт хөдөлгүүрийн хувьд ярилцаж байж шийддэг
Бразилийн Шошго олгох Програм, PBE	Энэ түвшинд байх шаардлагатай; 2012 оны 12 сард хамрагдах хөдөлгүүрийн хүрээг нэмэгдүүлсэн	-
Канадын үр ашгийн Акт баримт	201-500 HP хөлөн дээр бэхлэгддэг, 1-500 HP хөлгүй, 8 туйлтай хөдөлгүүрүүд энэ түвшинд байх шаардлагатай	1 – 200 HP хөлөн дээр бэхлэгддэг хөдөлгүүрүүдийн хувьд энэ түвшинд байх шаардлагатай
Хятадын Энергийн Шошго	Энэ түвшинд байх шаардлагатай	-
EU MEPS	'IE2 high efficiency' түвшинд байх шаардлагатай	'IE3 premium efficiency'-г 7,5 - 375 кВт хөдөлгүүрүүдэд 2015 оноос шаардлагатай болсон
БНСУ-ын MEPS	2-8 туйлтай хөдөлгүүрүүд энэ түвшинд байх шаардлагатай	2-8 туйлтай хөдөлгүүрүүдэд 2017 оноос шаардлагатай болсон
Мексикийн MEPS	IE2 –той адилаар түвшинд байх шаардлагатай	Цаашдаа EISA IE3-г мөрдөхөөр төлөвлөж байгаа
АНУ-ын EISA2007	201-500 HP 2-6 туйлтай, 1-500 HP 8-туйлтай хөдөлгүүрүүд нь 'Energy efficient' түвшинд байх шаардлагатай	NEMA 1-200 HP, 2-6 туйлтай хөдөлгүүрүүдэд илүү үр ашигтай түвшинг шаарддаг

HP – horse power буюу морины хүч

Хүснэгт 2.1 IEC болон улс орнуудын үр ашгийн схемүүдийн хоорондын хамаарал

IEC60034-30-1 нь зөвхөн үр ашгийн ангиллын шаардлагуудыг тодорхойлдог ба цаашдаа олон улсад мөрдөх үндсэн суурь үзүүлэлт болгох зорилготой юм. Уг стандарт нь тухайн хөдөлгүүр яг аль үр ашгийн түвшинд байх ёстойг заадаггүй юм.

Энэ нь тухайн бүс нутгийн хууль тогтоомжоос шалтгаална. Европын холбооны хувьд, ЕС 640/2009 гэсэн хөдөлгүүрийн удирдамж заавар нь заавал мөрдөх хууль ёсны бичиг баримт бөгөөд худалдаанд гаргаж байгаа болон ашиглалтанд өгөх гэж байгаа хөдөлгүүрүүдийн хамгийн бага үр ашгийн түвшинг тодорхойлж өгдөг.

2.1.3 Үр ашгийг шалгах стандарт IEC 60034-2-1 (EU)-ээс гадна IEEE 112-2004 (АНУ) CSA 390-10 (Канад) гэсэн хоёр үндсэн шалгах стандартууд байдаг. Үндсэн ялгаа нь IEEE 112 нь хөдөлгүүрийн нийт алдагдлыг шууд аргаар тодорхойлдог ингэснээр үр ашгийн хамгийн бага утгыг гаргаж харуулдаг.

Үүнээс гадна Бразилийн NBR 17094-1 стандарт нь хөдөлгүүрийн халалтын температурыг тодорхойлохдоо арай өөр арга хэрэглэдэг. NBR нь их биеийн температурыг ашигладаг бол бусад стандартууд нь ороомгийн температурыг жинхэнэ халалтын температур болгон авч үздэг.

IEC 60034-2: 1996 (хуучин IEC-ийн арга) хөдөлгүүрийн үр ашгийг тодорхойлохдоо шууд бус аргыг ашигладаг. Энэ аргаар нэмэлт алдагдлын хэмжээг хөдөлгүүрийн хэрэглэж буй чадлын 0,5 % -тай тэнцүү гэж тооцдог нь бага чадлын хөдөлгүүрийн хувьд жинхэнэ алдагдалын хэмжээнээс бага болдог тул одоо хэрэглэж буй аргатай харьцуулахад өндөр үр ашигтай байгаа мэт харагдуулдаг.

2.2 Нормт хугацаандаа хүрч ажиллах болон энергийн үнэлгээ хийх

Анхны хөрөнгө оруулалтаа амжилттай нөхөхийн тулд үйлдвэрлэлийн зориулалттай тоноглолыг хэрэглэж буй хэрэглэгчид нь үндсэн тоноглолынхоо хөрөнгө оруулалтын асуудлыг авч үзэхдээ нормт хугацаандаа хүрч ашиглагдаж чадаж буй эсэхийг магадлах хэрэгтэй. Ашиглалтын хугацааны зардал (LCC) гэдэг нь худалдаж авах, угсрах, ажиллуулах, засвар-үйлчилгээ болон уг тоноглолын эд ангийг солих зэрэг нийт зардал юм.

Эрчим хүчний болон санхүүгийн үр ашгийн талаархи ойлголтоо нэмэгдүүлэх шаардлагатай. Тухайн тоноглолын эд ангийн өртгөө нөхөх хугацаа маш бага байж болох боловч ихэнх бизнес эрхлэгчид ашиглалтын хугацаан дахь ашиглалтын зардлын оронд хэрвээ шинэ тоноглол худалдаж авбал ямар үнэтэй байх бол гэдэг дээр анхаарлаа хандуулаад байдаг.

Цахилгаан хөдөлгүүр болон түүний дамжлагыг худалдаж авах үнэ нь жишээлбэл, тухайн үйлдвэрийн эзэн нь уг тоноглолыг ашиглах нийт хугацаанд төлөх цахилгааны үнийн 1-3 %-тай тэнцүү байж болно. Хурдны хувиргуур бүхий хөдөлгүүрийн үр ашигтай ажиллагааг авч үзэхдээ хурдны удирдлага үнэн зөв ажиллаж буй эсэхийг хянах бөгөөд шаардлагатай хурднаас илүү хурдтай ажиллахгүй байгаа гэдгийг сайтар нягтлах хэрэгтэй.

2.2.1 Энергийн үнэлгээ хийх

ABB нь хэрэглэгчдийн тухайлсан зарим нэг хэрэглээн дээр нь эрчим хүч хэмнэх боломжтой, энергийн үнэлгээ хийх энгийн аргыг нэвтрүүлсэн. Энергийн үнэлгээ хийх эхний алхам нь хялбархнаар эрчим хүч хэмнэж болох хэсгийг олж тогтоох явдал юм.

Энергийн үнэлгээ хийх нь шооны хуулиар тасралтгүй явагдаж буй янз янзын моментоор ажиллах тоноглолын процессийг удирдах эсвэл шингэний урсгалыг хаалт, цоргоны тусламжтайгаар механик аргаар удирдах зэрэгт маш тохиромжтой байдаг. Тухайлбал, хуучин хөдөлгүүрт хурдны удирдлагатай дамжлага тавих нь шинийг худалдаж авах анхны хөрөнгө оруулалттай харьцуулахад асар их хэмнэлттэй байх болно.

2.3 АББ -ийн байгаль орчны менежмент

2.3.1 ISO 14001

Байнга хөгжиж байхын тулд, АББ нь бүх л үйлдвэрлэлийн болон засвар-үйлчилгээний газрууддаа байгаль орчны удирдлагын тогтолцооны ISO 14001 стандарт мөрдөхийг шаарддаг. Үйлдвэрлэлийн бус салбаруудын тухайд бол бид байгаль орчны асуудлуудыг удирдан зохион байгуулах болон үргэлж идэвхтэй хөгжүүлэхийн тулд байгаль орчны менежментийн системийг хэрэгжүүлж, хэвшил болгосон. Бараг бүх 360 орчим сайтууд болон оффисууд нь энэхүү стандартын шаардлагыг хангуулахаар ажиллаж байгаа бөгөөд манай байгаль орчны менежментийн хөтөлбөр нь одоо 59 оронд үйл ажиллагаа явуулж байна. Энэ нь алсдаа манай бэлтгэн нийлүүлэгчдийн хүрээнд байгаль орчны менежментийн системийг хэвшил болгоход тэргүүлэн ажиллах АББ-ийн зорилго юм.

2.3.2 Хортой бодис

Химийн бодисын хэрэглээ нийгэмд сүүлийн хэдэн арван жилд ихээхэн нэмэгдэж байна. Хортой бодисын сөрөг үр дагаврын талаар олон улс оронд хууль эрх зүйн орчинг чангатгахад хүргэж байна. Манай бүтээгдэхүүн болон үйлдвэрлэлийн процессын хортой бодисыг бүрэн хянах нь бизнесийн шалгуур болох юм.

АББ нь техникийн болон эдийн засгийн хувьд хэрэгжих боломжтой бүтээгдэхүүн ба процессуудад аюултай бодисуудыг ашиглахыг нь зогсоохыг зорьж байгаа. Бид энэхүү процессийг удирдан чиглүүлэх болон зохицуулах зорилгоор хорио, цээртэй бодисуудын жагсаалтыг гаргаж, түүнийгээ байнга шинэчлэн, олон улсын дүрэм журмын дагуу боловсруулсан. Тиймэрхүү хориотой бодисуудад тухайлбал, бромтой шатамхай бодис

агуулсан нэгдэлүүд, PCB, PCT буюу мөнгөн ус, мөн гадаргуугийн боловсруулалтанд кадми хэрэглэх зэрэг багтдаг.

2.3.3 Материалын сонголт

Хөдөлгүүрийн үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны тогтвортой байдлыг хангахад эд ангиудад ордог зарим материалын сонголт чухал байдаг:

- Материалын орц хэмжээг багасгаснаар бүтээгдхүүний жин хөнгөн болдог.
- Нэг бүтээгдэхүүнд орж байгаа олон янзын материалын төрлийг цөөрүүлдэг.
- Нэг бүтээгдэхүүнд хэрэглэж байгаа эд ангиудын тоог цөөрүүлж, аль болох цөөн тоотой эд ангиудаас бүтдэг байх.
- Дахин боловсруулж ашиглах боломжтой материалуудыг сонгох эсвэл дахин боловсруулж ашиглах боломжтой материалуудыг цэвэр материалтай хольж ашиглаад аль болох цэвэр материалыг дангаар нь хэрэглэхгүй байхыг зорих.
- Хэрвээ цэвэр шинэ материалыг ашиглахаар болбол дахин боловсруулж ашиглах боломжтой төрлийн материал сонгож авч байх.
- Дахин боловсруулж ашиглах боломжтой материалуудыг тодорхойлж зааж өгсөн байдаг тухайлбал, ган, хөнгөн цагаан болон хольцгүй дулааны хуванцар (термопластикууд).

3. СТАНДАРТУУД

3.	Стандартууд	24
3.1	Тодорхойлолтууд	25
3.2	Стандартын хүснэгтүүд	26
3.2.1	Нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүдэд зориулагдсан үндсэн стандартууд	26
3.2.2	Хөдөлгүүрт зориулагдсан EU –ийн үндсэн удирдамж, зааврууд	27
3.2.3	Европоос бусад газарт хэрэглэгдэж буй хөдөлгүүрүүдийн үр ашгийг тодорхойлох	27
3.3	Эргэлтийн чиглэл	28
3.4	Хөргөлт	29
3.5	Хамгаалалтын зэрэг: IP код/IK код	31
3.6	Стандарт хүчдэлүүд	32
3.7	Хүчдэл ба давтамж	33
3.8	Зөвшөөрөгдөх хазайлт	34
3.9	Суурилуулах аргууд	35
3.10	Овор хэмжээ	36
3.11	Гаргах чадал болон их биений хэмжээний харьцаа	38

Стандартууд

АББ -ийн хөдөлгүүрүүд ба генераторууд нь олон улсын IEC болон CENELEC стандартын шаардлагуудыг хангасан байдаг.

Европын холбооны улсуудын хүрээнд, АББ нь EU дүрэм, VDE дүрэм, DIN стандартуудын зохих эрхүүдийг эзэмшдэг.

Манай хөдөлгүүрүүд нь бусад орны болон олон улсын шаардлагуудыг бүрэн хангана.

АББ-ийн хөдөлгүүр үйлдвэрлэдэг бүх нэгжүүд нь ISO 14001 сертификаттай бөгөөд EU удирдамжинд нийцэж баталгаажсан байдаг.

АББ нь олон улсын стандартуудыг уялдуулан хэрэглэх явдалд хүчин чармайлт гаргахын зэрэгцээ IEC, CENELEC, IECEx системийн хүрээнд зохион байгуулагддаг техникийн төрөл бүрийн хороо болон ажлын хэсгүүдийн үйл ажиллагаанд идэвхтэй оролцдог.

3.1 Тодорхойлолтууд

Удирдамж, заалт

Тодорхой үр дүнд хүрэхийн тулд ЕХ-ноос ЕХ-ны гишүүн орнуудын хүрээнд мөрдөхөөр гаргасан хууль ёсны баримт бичиг юм.

Стандарт

Олон улсын Цахилгаан техникийн комисс (IEC), Цахилгаан техникийн Стандартчиллын Европын хороо (CENELEC), тухайн улс орны үндэсний стандартчиллын байгууллага (АНУ-ын NEMA, Германы DKE) зэрэг стандартын байгууллагад ажилладаг олон улсын техникийн экспертүүдийн хооронд харилцан зөвшилцсөний үр дүнд тогтоосон тодорхойлолт бүхий баримт бичиг юм.

IEC стандартыг аль ч улс орон буюу үйлдвэрлэгч авч хэрэглэх нь сайн дурын үндсэн дээр явагддаг.

Нийцэх стандарт

ЕХ-ны удирдамжийн зохих шаардлагыг бүрэн хангах, ЕХ-ны хууль дүрэмд нийцэж буй стандарт юм.

Нийцэх стандартуудыг Европын холбооны албан ёсны журналд (OJ) хэвлэн нийтэлж, удирдамжийн зохих шаардлагыг улам баяжуулахын тулд тэдгээр стандартуудыг заавал хэрэглэх ёстой байдаг.

3.2 Стандартуудын хүснэгт

Дараахи хүснэгтэнд хөдөлгүүрийн төрөл болон хамгаалалтын төрлөөс хамаарсан ихэнх асинхрон хөдөлгүүрүүдэд таарах цахилгааны болоод механикийн стандартуудыг жагсаасан болно.

3.2.1 Нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүдийн үндсэн стандартууд

Цахилгааны	Гарчиг (нэр)
IEC / EN 60034-1	Чадал болон бүтээмж
IEC / EN 60034-2-1	Алдагдал болон үр ашгийн хэмжээг туршилт хийж тодорхойлох стандарт аргууд (зам дагаж хөдөлдөг машины хөдөлгүүрүүдийг оролцуулахгүй)
IEC / EN 60034-2-2	Их чадлын машинуудын төрөл бүрийн алдагдлыг туршилт хийж тодорхойлох тусгай аргууд – IEC 60034-2-1 –ийн нэмэлт
IEC / EN 60034-8	Гаргалгаануудыг тодорхойлох болон эргэлтийн чиглэл
IEC / EN 60034-11	Дулааны хамгаалалт
IEC / EN 60034-12	Нэг хурдтай, гурван фазын, богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүрийн асаалтын бүтээмж
IEC / TS 60034-17	Хувиргуураас тэжээгдсэн богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүр – Ашиглалтын заавар
IEC / TS 60034-25	Хувиргуураас тэжээгдэх, тусгай хийцийн хувьсах гүйдлийн хөдөлгүүрүүдийн бүтээмж болон зохион бүтээх аргачлал заавар
IEC / EN 60034-26	гурван фазын, богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүрийн бүтээмжид симметр бус хүчдэлийн үзүүлэх нөлөө
IEC / EN 60034-30	Нэг хурдтай, гурван фазын, богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүрийн үр ашгийн ангилал (IE –Code)
IEC / TS 60034-31 CLC / TS 60034-31	Энержийн үр ашигтай хөдөлгүүрүүдийг сонгох (давтамжийн хувиргуур ашигладаг хөдөлгүүрүүдийг оролцуулаад) – Ашиглалтын заавар
IEC 60038	IEC –ийн стандарт хүчдэлүүд
IEC 60050-411	Олон улсын цахилгаан техникийн лавлах – Бүлэг 411: Эргэлдэгч машинууд
Механикийн	Гарчиг (нэр)
IEC / EN 60034-5	Эргэлдэгч цахилгаан машиныг зохион бүтээхэд заавал тусгах хамгаалалтын зэргүүд (IP code) - Ангилал
IEC / EN 60034-6	Хөргөлтийн аргууд (IC code)
IEC / EN 60034-7	Хийцийн төрлүүд, суурилуулах байдал, гаргалгааны хайрцагны байрлалын ангилал (IM code)
IEC / EN 60034-9	Шуугианы хязгаар
IEC / EN 60034-14	Голын өндөр нь 56 мм болон түүнээс дээш машинуудын механик чичиргээ – Хэмжилт, дүгнэлт гаргах болон чичиргээний дээд хязгаар
IEC / EN 60072-1	Эргэлдэгч цахилгаан машинуудын овор хэмжээ болон үйлдвэрлэн гаргаж буй сери. Хэсэг 1: Их биений хэмжээ 56-аас 400 болон фланцын тоо 55-аас 1080
IEC / EN 60529	Гадна гэрний хамгаалалтын зэрэг (IP code)
EN 50102	Цахилгаан төхөөрөмж нь гадны механик үйлчлэлд тэсвэртэй байх хамгаалалтын зэрэг (IK code)
EN 50347	Ерөнхий зориулалтын, гурван фазын асинхрон хөдөлгүүрийн овор хэмжээ болон чадал – Их биений хэмжээ нь 56-аас 315 болон фланцын тоо нь 65-аас 740

Дээр дурдсан стандартууд дээр нэмэгдэх тусгай хэрэглээний стандартууд

Утааны яндангийн хөдөлгүүрүүд	Гарчиг (нэр)
EN 12101-3	Утаа болон дулааны хяналтын системүүд Халуун утаа болон халууныг гадагшлуулах вентиляторуудын үзүүлэлт
Аюултай бүсүүд	Гарчиг (нэр)
IEC / EN 60079-0	Төхөөрөмжүүд – Ерөнхий шаардлагууд
IEC / EN 60079-1	Галд тэсвэртэй гэрний хамгаалалтын төхөөрөмж “d”
IEC / EN 60079-7	Аюулгүй байдлыг сайжруулсан хамгаалалтын төхөөрөмж “e”
IEC / EN 60079-15	Хамгаалалтын төрлөөс хамаарах хамгаалалтын төхөөрөмж “n”
IEC / EN 60079-31	Тоосноос гал авалцахаас хамгаалсан хамгаалалтын гэр “t”
IEC / EN 60079-14	Цахилгаан тоноглолуудын хийц, сонголт болон тоноглох
IEC / EN 60079-17	Цахилгаан тоноглолуудын үзлэг шалгалт, засвар
IEC / EN 60079-19	Засварын төхөөрөмж, их засвар, сэргээн засварлах
IEC / EN 60050-426	Олон улсын цахилгаан техникийн лавлах - Хэсэг 426: Тэсрэх аюултай орчинд зориулагдсан төхөөрөмж
IEC / EN 60079-10-1	Бүсүүдийн ангилал – Шатамхай хий бүхий орчин
IEC / EN 60079-10-2	Бүсүүдийн ангилал – Шатамхай тоос бүхий орчин

3.2.2 Хөдөлгүүрүүдэд зориулагдсан EU-ийн үндсэн удирдамжууд

Удирдамж заавар	Огноо	Хаана хэрэглэх
1994/9/EC ATEX	1994/03/23	Тэсрэх аюул ихтэй газарт хэрэглэгдэж буй хөдөлгүүрүүд
1999/92/EC Ажилчидын удирдамж	1999/12/16	Тэсрэх аюул ихтэй газарт хэрэглэгдэж буй тоноглол болон хөдөлгүүрүүд
2006/95/EC LV удирдамж	2006/12/12	Тэсрэх аюул ихтэй газарт хэрэглэгдэж буй хөдөлгүүрүүдээс бусад бүх нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүд
2009/125/EC Эко дизайн удирдамж	2009/07/22	Энерги үйлдвэрлэдэг бүтээгдэхүүнүүдэд шаардлагатай байдаг эко дизайн арга хэмжээ
2009/640/EC Хөдөлгүүрийн тохируулга	2009/07/22	Цахилгаан хөдөлгүүрүүд
Хөдөлгүүрийн тохируулгын нэмэлт өөрчлөлт	2013 оны 9, 10-р сар	Цахилгаан хөдөлгүүрүүд

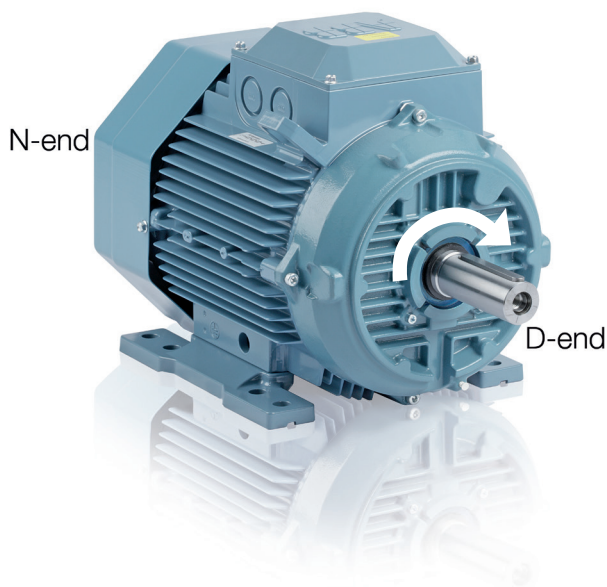
3.2.3 Европоос бусад бүс нутагт үйлдвэрлэгдсэн хөдөлгүүрүүдийн үр ашгийг тодорхойлох

АНУ	IEEE 112-B CSA C390-10	Олон фазын асинхрон хөдөлгүүр болон генераторуудыг шалгах үйл явц Гурван фазын аинхрон хөдөлгүүрүүдийг шалгах аргууд, тэмдэглэгээ хийх шаардлага болон энергийн үр ашгийн түвшингүүд
Канад	CSA C390-10	Гурван фазын аинхрон хөдөлгүүрүүдийг шалгах аргууд, тэмдэглэгээ хийх шаардлага болон энергийн үр ашгийн түвшингүүд
Хятад	GB/T 1032: 2005	Асинхрон хөдөлгүүрүүдийг шалгах аргууд; IEC 60034-2-1: 2007 гэсэн төрөл бүрийн алдагдлуудыг олж илрүүлэх аргуудыг багтаасан байдаг
Энэтхэг	IS 12615: 2011	IEC 60034-2-1: 2007 аргатай төстэй (IEC 60034-30: 2008 –тай хамт байна)
Бразил	NBR 17094-1: 2008	Гурван фазын асинхрон хөдөлгүүрүүд - Шалгах
Австрали Шинэ Зеланд	AS/NZS 1359.102.3 эсвэл IEC 60034-2-1 AS/NZS 1359.102.1 эсвэл IEC 60034-2	А арга нь алдагдал болон үр ашгийг тодорхойлох зориулалттай - Гурван фазын богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүрүүд В арга нь алдагдал болон үр ашгийг тодорхойлох зориулалттай - Гурван фазын богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүрүүд

3.3 Эргэлтийн чиглэл

Зарим их чадлын хоёр-туйлт хөдөлгүүрээс бусад тохиолдолд хөдөлгүүрийн хөргөлт нь эргэлтийн чигээс үл хамаарна.

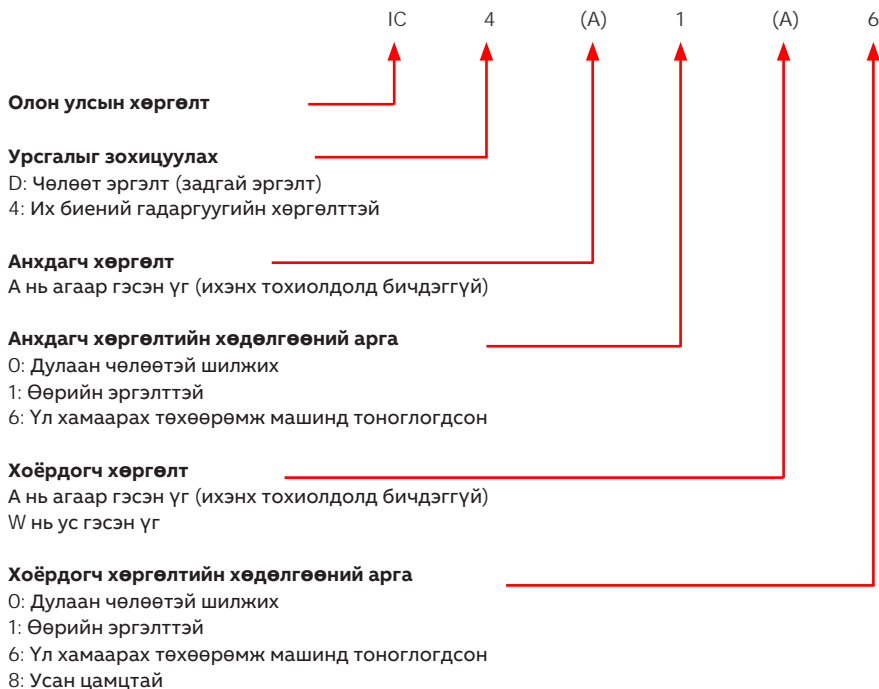
Гурван фазын хөдөлгүүрийн U, V, W гэж тэмдэглэгдсэн үзүүрүүд нь сүлжээний хүчдэлд холбогдож, сүлжээний фазын дараалал нь $L1, L2, L3$ гэж байвал хөдөлгүүрийн голын D төгсгөл талаас харахад хөдөлгүүр цагийн зүүний дагуу эргэнэ. Тэжээлийн залгуурын эсвэл хөдөлгүүр дээрх гурван дамжуулагчийн дурын хоёр үзүүрийг хооронд нь сольж холбоод эргэлтийн чиглэлийг эсрэгээр нь өөрчилж болно.



3.4 Хөргөлт

Хөргөлтийн аргад нийцүүлэн хэрэглэх систем нь IEC 60034-6 стандарт дээр үндэслэгдсэн байдаг.

Жишээ нь:



АББ нь дараах төрлийн хөргөлт бүхий хөдөлгүүрүүдийг нийлүүлэх боломжтой.

IC 410: сэнсгүй бүрэн битүүмжлэгдсэн хөдөлгүүрүүд

IC 411: бүрэн битүүмжлэгдсэн стандарт хөдөлгүүрүүд, их биений гадаргууг сэнсээр

хөргөдөг IC 416: хөдөлгүүр нь бүрэн битүүмжлэгдсэн ба нэмэлт сэнсний хөдөлгүүртэй






IC 418: бүрэн битүүмжлэгдсэн хөдөлгүүрүүд, их биений гадаргууг сэнсгүйгээр хөргөдөг

IC 31W: оролтын болон гаралтын хоолой усан цамцтай: усан хөргөлттэй хөдөлгүүрүүд

Анхааруулга:

IC 418-д нийцүүлэн угсарсан тохиолдолд сэнсгүй хөдөлгүүрүүд нь стандарт хийцийн хөдөлгүүрүүдийн (өөр дээрээ сэнстэй) нэгэн адил чадал гаргах боломжтой.

АББ-гийн хөдөлгүүр

	Хөргөлтийн төрөл	Хөдөлгүүрийн төрөл
	IC 410	Ердийн өнхрүүштэй тавцангийн хөдөлгүүрүүд
	IC 411	Стандарт хөдөлгүүрүүд
	IC 416	Стандарт хөдөлгүүрүүд (зөвхөн нэмэлт сэнстэй их чадлын том хэмжээтэй)
	IC 418	Гол дээр холбогдсон ачааны үүсгэж буй агаарын урсгалаар хөргөгддөг хөргөлтийн сэнсгүй хөдөлгүүрүүд
	IC 31 W	Усан хөргөлттэй хөдөлгүүрүүд

3.5 Хамгаалалтын зэрэглэл: IP код/IK код

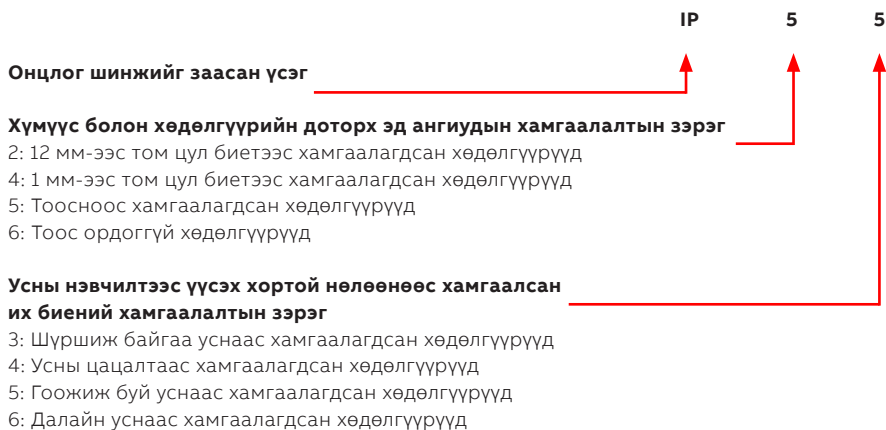
Эргэлдэх хөдөлгөөн гаргах зориулалттай цахилгаан машины хамгаалалтын зэрэглэлийн ангилал нь түүний тэжээлийн хайрцаг дээр тэмдэглэгдсэн байх бөгөөд дараах стандартууд дээр үндэслэгдсэн байна:

-- IP code –ийн хувьд IEC / EN 60034-5 эсвэл IEC / EN 60529

-- IK code –ийн хувьд EN 50102

IP хамгаалалт:

Хүмүүсийг хүчдэлтэй хэсэгт хүрэх (шүргэх)-ээс хамгаалах болон хаалтны доторх эргэлдэгч хэсгүүдэд хүрэхээс хамгаалах. Мөн гадны цул хатуу биет хөдөлгүүр рүү орохоос хамгаалах. Хөдөлгүүрийн дотор ус орж зэврүүлэхээс хамгаалах.



IK code: Гадны механик үйлчлэлээс хамгаалах хөдөлгүүрийн их биений хамгаалалтын зэргийн ангилал юм.



IK код болон энергийн үйлчлэлийн хоорондын хамаарал

IK code	IK 0	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
энергийн	*	0.15	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20
үйлчлэл									АББ		
жоул									стандарт		

3.6 Стандарт хүчдэлийн утгууд

АББ нь дэлхий даяар цахилгаан хөдөлгүүрүүдийг борлуулж байна. Хэрэглэгчдийн хэрэгцээ шаардлагыг хангахын тулд хөдөлгүүрүүдийг хүчдэлийн өргөн хязгаарт ажилладаг байхаар зохион бүтээх ёстой. Хамгийн өргөн ашиглагддаг хүчдэлийн код нь S, D, E болон F юм.

Эдгээр нь дэлхий дээр хамгийн өргөн хэрэглэгддэг хүчдэлийн түвшин юм. Эдгээрээс өөр хүчдэлийн түвшинг захиалгын дагуу хийх боломжтой.

Дараах хүснэгтэнд хамгийн түгээмэл хүчдэлийн утгуудыг харууллаа.
Δ холболттойгоор шууд тэжээл өгч асаах мөн Y/Δ асаалт

Хөдөлгүүрийн хэмжээ	S		D	
	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц
56-100	220-240 VΔ	-	380-415 VΔ	440-480 VΔ
	380-415 VY	440-480 VY	660-690 VY	-
112-132	220-240 VΔ	-	380-415 VΔ	440-480 VΔ
	380-415 VY	440-480VY	660-690 VY	-
160-450 ¹⁾	220, 230 VΔ	-	380, 400, 415 YΔ	440-480
	380, 400, 415 VY	440 VY	660 VY	-

Хөдөлгүүрийн хэмжээ	E		F	
	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц
56-100	500 VΔ	2)	500 VY	2)
112-132	500 VΔ	2)	500 VY	2)
160-450	500 VΔ	2)	2)	2)

Дэлхийн улс орнуудад хэрэглэдэг хүчдэлийн мэдээллийг АББ-ийн Монгол дахь Төлөөлөгчийн газраас авч болно.

1) Хүчдэлийн утга нь нэгээс нөгөө рүү өөрчлөгддөг. Хүчин төгөлдөр хэрэглэгдэж буй утгыг нь бүтээгдэхүүний каталоогоос лавлаарай.
2) Захиалгын дагуу

Бусад хүчдэлийн цахилгаан хөдөлгүүрүүд

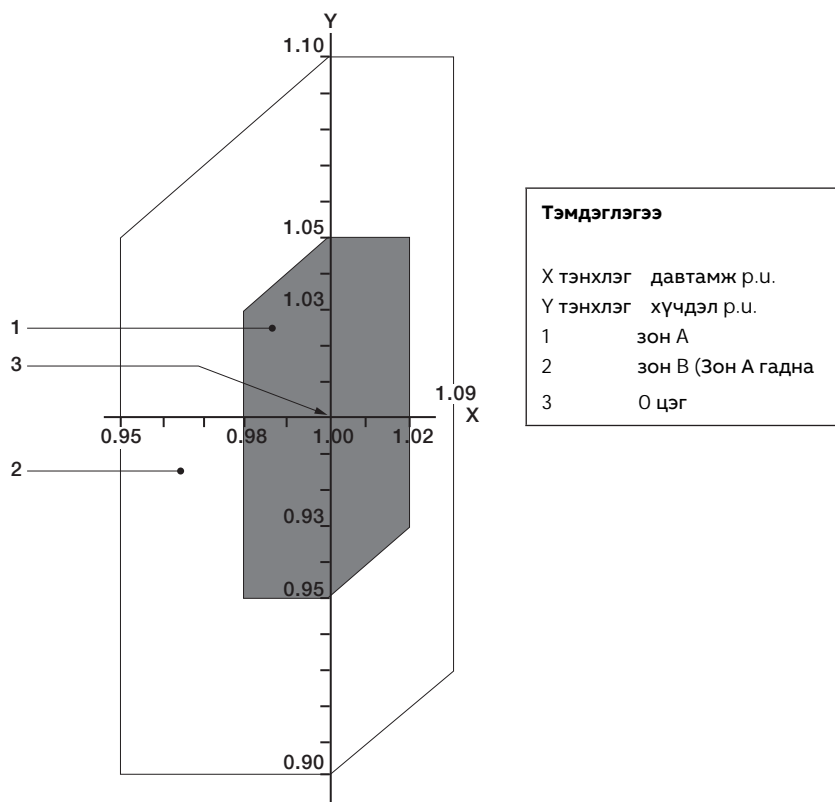
Тодорхой хүчдэлд 50 Гц-д ажиллахаар ороогдсон хөдөлгүүрүүд нь арай өөр хүчдэлд ч ажиллах боломжтой байдаг. АҮК, чадлын коэффициент болон хурд нь ойролцоогоор хэвийн утгатайгаа адил байдаг. Тухайн хөдөлгүүр тодорхой хэмжээний хүчдэлд ажиллах шаардлагатай бол захиалгын дагуу хийж болно.

Хөдөлгүүрийн ороомгийн хүчдэл	230 В		400 В		500 В		690 В	
(50 Гц)-д холбогдсон	220 В	230 В	380 В	415 В	500 В	550 В	660 В	690 В
	400 В, 50 Гц-ийн сүлжээнд утга нь %-оор		400 В, 50 Гц-ийн сүлжээнд утга нь %-оор		400 В, 50 Гц-ийн сүлжээнд утга нь %-оор		400 В, 50 Гц-ийн сүлжээнд утга нь %-оор	
Чадал	100	100	100	100	100	100	100	100
I_N	180	174	105	98	80	75	61	58
I_S/I_N	90	100	90	106	100	119	90	100
T_S/T_N	90	100	90	106	100	119	90	100
T_{max}/T_N	90	100	90	106	100	119	90	100

3.7 Хүчдэл ба давтамж

Хүчдэл болон давтамжийн өөрчлөлтөөс хамааран хөдөлгүүрийн температур өөрчлөгдөх хэмжээг IEC 60034-1 стандартаар тодорхойлно. Энэхүү стандарт нь А ба В гэсэн 2 бүсээс бүрдэнэ. А бүс нь $\pm 5\%$ -ийн хүчдэлийн өөрчлөлт мөн $\pm 2\%$ -ийн давтамжийн өөрчлөлт нэгэн зэрэг тохиолдох нөхцөл юм. В бүс нь $\pm 10\%$ -ийн хүчдэлийн өөрчлөлт мөн $\pm 5\%$ давтамжийн өөрчлөлт нэгэн зэрэг тохиолдох нөхцөл юм. Үүнийг зураг 3.1-д үзүүлэв.

Цахилгаан хөдөлгүүрүүд нь А болон В бүсийн аль алинд нь хэвийн хэмжээний момент гаргах боломжтой боловч температур нь хэвийн хэмжээнээсээ их болох болно. Хөдөлгүүрүүд нь В бүсэд зөвхөн түр зуур богино хугацаанд ажиллаж болно.



Зураг 3.1 А ба В бүс дэх хүчдэл болон давтамжийн гажилт

3.8 Зөвшөөрөгдөх хазайлт

IEC 60034-1 стандартад, хазайх утга нь хамгийн ихдээ туршилтийн утга болон паспорт (эсвэл каталог) дээр бичигдсэн утга хоёрын хооронд байхаар заасан байдаг. Туршилтын үр дүн (утга) нь IEC 60034-21, IEC 60034-9 болон IEC 60034-12 стандартын дагуу хийгдэх туршилтын ажиллагаан дээр үндэслэгдэн гарч ирнэ.

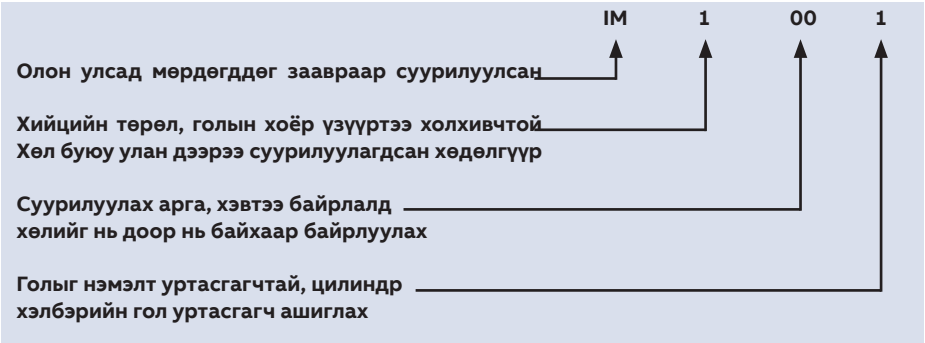
	АҮК	Чадлын коэф	Бүрэн ачааллын гүйдэл	Зогсох Үеийн момент	Асалтын момент	Инерцийн момент	Дууны түвшин
P_N (kW) ≤ 150	-15 % (1-η)	-1/6 (1-cosφ)	+20 % of the current	[-15 % + 25 %] of the torque	-15 % of the value	± 10 % of the value	+3 dB(A)
P_N (kW) > 150	-10 % (1-η)	-1/6 (1-cosφ)	+20 % of the current	[-15 % + 25 %] of the torque	-15 % of the value	± 10 % of the value	+3 dB(A)

	Гулсалт
P_N (kW) < 1	± 30 %
P_N (kW) ≥ 1	± 20 %

3.9 Суурилуулах аргууд

Олон улсын стандартууд
IM суурилуулах аргууд

Код II –ын дагуу гүйцэтгэгдсэн жишээнүүд



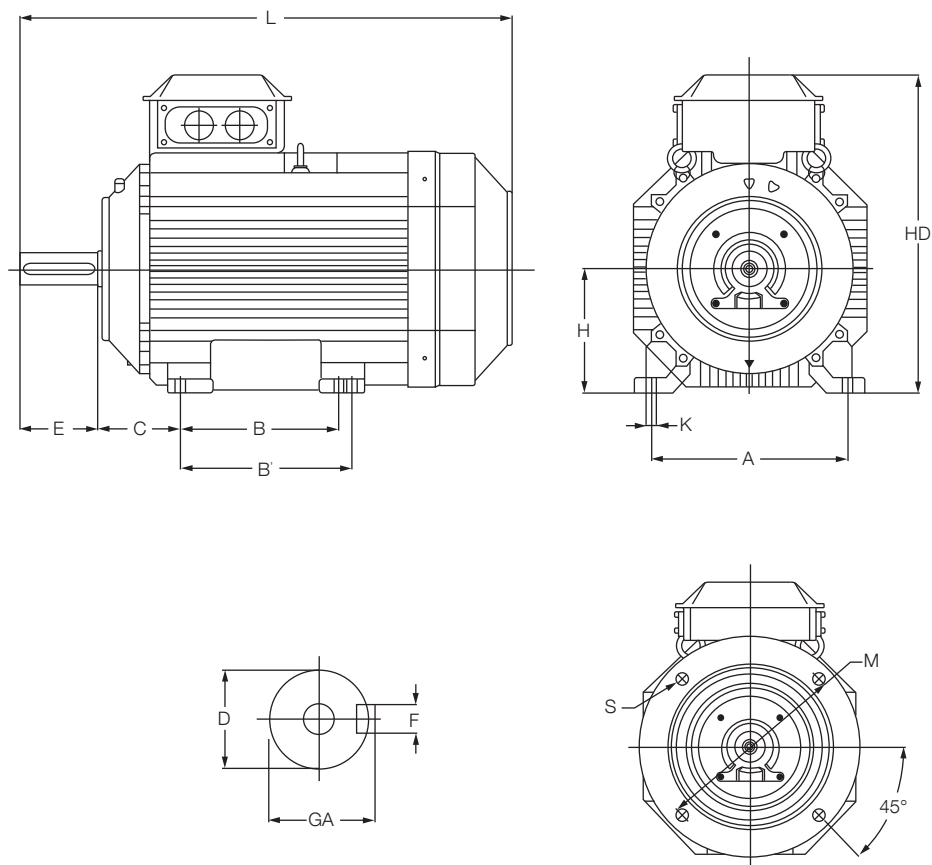
Нийтлэг байдаг суурилуулах аргын жишээнүүд

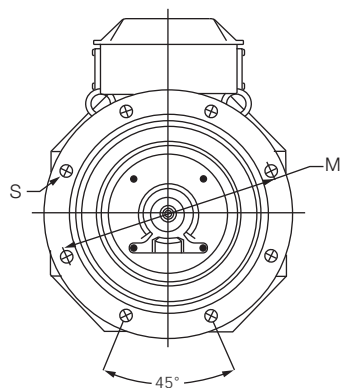
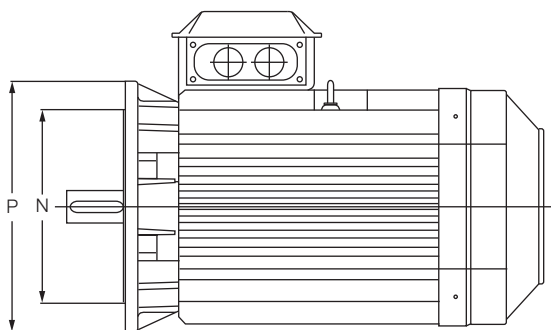
Код I Код II	IM B3 IM 1001	IM V5 IM1011	IM V6 IM 1031	IM B6 IM1051	IM B7 IM 1061	IM B8 IM 1071
Хөлтэй Хөдөлгүүр						
Код I Код II	IM B5 IM 3001	IM V1 IM 3011	IM V3 IM3031	*) IM 3051	*) IM 3061	*) IM 3071
Код I Код II	IM B14 IM 3601	IM V18 IM 3611	IM V19 IM 3631	*) IM 3651	*) IM 3661	*) IM 3671

3.10 Хэмжээс

Олон улсын стандартууд IM суурилуулах аргууд

Энд энгийн хэмжээсний зургийг жишээ болгон харууллаа. Хэмжээсний зураг нь каталог дээр байдаг ба мөн АББ-ийн веб сайт дээр бас байдаг.





Хамгийн түгээмэл байдаг хэмжээсний үсгэн тэмдэглэгээ:

A - бэхэлгээний нүхний тэнхлэгийн шугамуудын хоорондын зай (үзүүр талаас нь харагдах байдал)

F - голын D үзүүр дэх түгжигчийн (шпонк) ховилын өргөн

L - голын нэг талын үзүүр нь урт байдаг хөдөлгүүрийн нийт урт

B - бэхэлгээний нүхний тэнхлэгийн шугамуудын хоорондын зай (хажуу талаас нь харагдах байдал)

GA - голын D үзүүр дэх шпонкны гадна талаас голын эсрэг талын гадаргуу хүртэлх зай

M - фланцны бэхэлгээний нүхнүүд байрлах тойргийн диаметр

B' - нэмэлт бэхэлгээний нүхний тэнхлэгийн шугамуудын хоорондын зай

H - голын тэнхлэгийн шугамаас хөлний доод тал хүртэлх зай

N - фланцны дотор тойргийн диаметр

C - голын D үзүүр дэх мөрнөөс ойр байгаа хөлний бэхэлгээний нүхний тэнхлэгийн шугам хүртэлх зай

HD - өргөх зориулалттай дэгээний эсвэл гаргалгааны хайрцагны дээд талаас хөдөлгүүрийн хөлний ул хүртэлх зай

P - фланцны гадна талын диаметр буюу дугуй биш хэлбэртэй бол хамгийн өргөн хэсгийн хөндлөн хэмжээ

D - голын D үзүүрийн хэсгийн диаметр

K - хөдөлгүүрийн хөлний бэхэлгээний нүхний диаметр

S - суурилуулж бэхлэх зориулалттай фланцны нүхний диаметр

E - голын D үзүүр дэх шпонкны мөрнөөс хэмжсэн голын урт

3.11 Гаргах чадал ба их биеийн хэмжээний харьцаа

Зарим улс орнуудад энергийн үр ашгийн хамгийн бага хэмжээг заасан стандартыг өөрсдийнхөө хууль тогтоомжид нийцүүлэн гаргасан байдаг. IEC нь хөдөлгүүрүүдийн туршилт болон ангиллыг хэрхэн яаж стандартад захируулан гүйцэтгэх тухай журам боловсруулсан. Дараахи хүснэгтэнд Европ болон Бразил улсад хэрэглэгдэж байгаа чадал болон их биеийн хэмжээг харьцуулсан хоёр янзын жишээг харуулсан. Европод, CENELEC -ийн EN 50347 гэдэг стандартаар янз бүрийн хамгаалалтын зэрэгтэй болон янз бүрийн овортой хөдөлгүүрийн чадлыг голны өндөр, суурийн бэхэлгээний хэмжээ, голын уртын хэмжээтэй харьцуулан тогтоодог. Энэ нь битүү хийцтэй, сэнсэн хөргөлттэй 50 Гц-ийн давтамжтай богино холбогдсон ротортой, 56 М –ээс 315 М хүртэл хэмжээтэй хөдөлгүүрт хамаарна.

Стандарт чадал								
Их биеийн хэмжээ	Голын урт хэсгийн диа		Номиналь чадал				Фланцын дугаар	
	2 туйлтай, мм	4,6,8 туйлтай, мм	2 туйлтай, кВт	4 туйлтай, кВт	6 туйлтай, кВт	8 туйлтай, кВт	Чөлөөтэй нүх (FF)	Бариу нүх (FT)
56	9	9	0.09 or 0.12	0.06 or 0.09			F100	F65
63	11	11	0.18 or 0.25	0.12 or 0.18			F115	F75
71	14	14	0.37 or 0.55	0.25 or 0.37			F130	F85
80	19	19	0.75 or 1.1	0.55 or 0.75	0.37 or 0.55		F165	F100
90S	24	24	1.5	1.1	0.75	0.37	F165	F115
90L	24	24	2.2	1.5	1.1	0.55	F165	F115
100L	28	28	3	2.2 or 3	1.5	0.75 or 1.1	F215	F130
112M	28	28	4	4	2.2	1.5	F215	F130
132S	38	38	5.5 or 7.5	5.5	3	2.2	F265	F165
132M	38	38	-	7.5	4 or 5.5	3	F265	F165
160M	42	42	11 or 15	11	7.5	4 or 5.5	F300	F215
160L	42	42	18.5	15	11	7.5	F300	F215
180M	48	48	22	18.5	-	-	F300	
180L	48	48	-	22	15	11	F300	
200L	55	55	30 or 37	30	18.5 or 22	15	F350	
225S	55	60	-	37	-	18.5	F400	
225M	55	60	45	45	30	22	F400	
250M	60	65	55	55	37	30	F500	
280S	65	75	75	75	45	37	F500	
280M	65	75	90	90	55	45	F500	
315S	65	80	110	110	75	55	F600	
315M	65	80	132	132	90	75	F600	

Хүснэгт 3,1 Чадал – их биеийн хэмжээг CENELEC –ийн дагуу өөрчилдөг.

Бразил улс гаднаас импортоор авч буй хөдөлгүүрүүдэд Бразилийн үндэсний NBR стандартуудад нийцэж байх шаардлага тавьдаг. NBR 17094-1:2008 стандартад их бие-чадлын харьцаа нь доорхи хүснэгтэд заасан хэмжээнд байхаар тогтоосон.

Чадал, kW	Их бие HP	2 туйлтай	4 туйлтай	6 туйлтай	8 туйлтай
0.18	0.25	63	63	71	71
0.25	0.33	63	63	71	80
0.37	0.50	63	71	80	90S
0.55	0.75	71	71	80	90L
0.75	1	71	80	90S	90L
1.1	1.5	80	80	90S	100L
1.5	2	80	90S	100L	112M
2.2	3	90S	90L	100L	132S
3.0	4	90L	100L	112M	132M
3.7	5	100L	100L	132S	132M
4.7	6	112M	112M	132S	160M
5.5	7.5	112M	112M	132M	160M
7.5	10	132S	132S	132M	160L
9.2	12.5	132S	132M	160M	180M/L
11.0	15	132M	132M	160M	180L
15.0	20	160M	160M	160L	180L
18.5	25	160M	160L	180L	200L
22	30	160L	180M	200L	225S
30	40	200M	200M	200L	225M
37	50	200L	200L	225M	250S
45	60	225S	225S	250S	250M
55	75	225M	225M	250M	280S
75	100	350M	250M	280S	280M
90	125	280S	280S	280M	315M
110	150	280M	280M	315M	315M
132	175	315S	315S	315M	355
150	200	315S	315S	315M	355
185	250	315S	315M	355	355
220	300	355	355	355	355
260	350	355	355	355	355
300	400	-	355	355	-
330	450	-	355	355	-
370	500	-	355	-	-

4. ЦАХИЛГААНЫ ХИЙЦ – АСИНХРОН ХӨДӨЛГҮҮР

4.	Цахилгааны хийц загвар – асинхрон хөдөлгүүрүүд	42
4.1	Асинхрон хөдөлгүүр	43
4.2	Тусгаарлага	44
4.3	Термистор	45
4.4	Орчны температур ба өндөржилт	45
4.5	Асаах аргууд	46
4.5.1	Шууд асаалт (DOL)	46
4.5.2	Од-гурвалжин асаалт	46
4.5.3	Зөөлөн асаагчууд	47
4.5.4	Давтамжийн хувиргуураар хөдөлгүүрийг асаах	48
4.6	Асаалтын хязгаарлалт	49
4.7	Ажиллагааны горимууд	56
4.8	Чадлыг нэмэгдүүлэх	60
4.9	Үр ашиг ба алдагдлын төрлүүд	61
4.10	Чадлын коэффициент	62
4.11	Агаарын урсгал ба агаарын хурд	65
4.12	Холболтын диаграм	66

Цахилгааны хийц загвар - Асинхрон хөдөлгүүр

Энэхүү зааврын цахилгаан ба механикийн хийц загвар гэсэн бүлэг нь асинхрон хөдөлгүүрийн тухай байх болно.

Бүх л талаараа төгс ажиллагаатай хөдөлгүүрийг зохион бүтээхийн тулд хэд хэдэн хүчин зүйлийн харьцааг зөв тооцох шаардлагатай. Тухайлбал, хөдөлгүүрийн АҮК, өртөг, температурын өсөлт, доргио, шуугиан, холхивчны сонголт, болон ховил мөн хөргөлтийн сэнсний загвар зэрэг орно. Эдгээрийг зөв зохистой шийдэж чадсанаар өндөр чанартай, үр ашигтай, найдвартай, удаан хугацааны турш ажиллах боломжтой хөдөлгүүрийг хийж чадна.

4.1 Асинхрон хөдөлгүүр

АББ –ийн нам хүчдэлийн асинхрон хөдөлгүүрүүд нь цахилгаан соронзон индукцийн зарчим дээр үндэслэгдсэн гурван фазын хөдөлгүүрүүд юм. Цахилгаан хөдөлгүүрийн статорын ороомгоор гүйдэл гүйж эргэлдэх соронзон орон үүсэх ба энэ нь роторын савханцар хэлбэрийн дамжуулагчид цахилгаан хөдөлгөх хүчийг индукцэлнэ. Роторын ороомог нь битүү хэлхээг үүсгэх тул түүгээр гүйдэл гүйж, энэ гүйдлийн улмаас роторт соронзон орон үүснэ. Ротор ба статорын соронзон орон харилцан үйлчлэлцсэний үр дүнд ротор нь статорын соронзон орныг дагаж эргэлтэнд орох ба ийм маягаар хөдөлгүүрийн эргэлтийн моментийг бий болгоно.

Асинхрон хөдөлгүүрийн үндсэн онцлог нь роторын эргэлтийн хурд нь статорын соронзон орны эргэлтийн хурдаас бага байна. Хөдөлгүүрийн гол дээрх механик ачаалал өсөх үед хурдны зөрүү ихсэж, гулсалт нэмэгдэх ба илүү их хэмжээний момент үүснэ.

АББ-ийн нам хүчдэлийн асинхрон хөдөлгүүр нь 0.06-1000 кВт чадалтай байдаг.

4.2 Тусгаарлага

АББ нь ихэвчлэн F ангилалын болон В ангиллын тусгаарлагчийг хэрэглэдэг ба үйлдвэрт ашиглагдах хөдөлгүүрүүд ийм тусгаарлагатай байх шаардлагатай.

F ангилалын тусгаарлагын систем

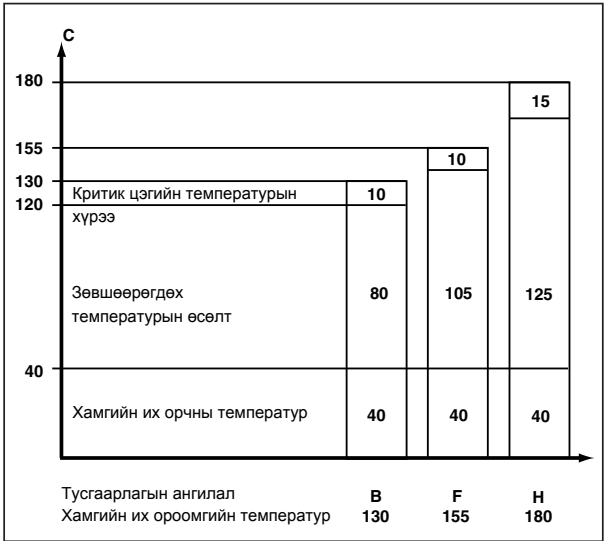
- Орчны хамгийн их температур 400 C
- Зөвшөөрөгдөх хамгийн их температурын өсөлт нь 1050 K
- Температур хэтрэлтийн дээд хязгаар +100 K

В ангиллын тусгаарлагын температурын өсөлт

- Орчны хамгийн их температур 400 C - Зөвшөөрөгдөх хамгийн их температурын өсөлт 800 K
- Температур хэтрэлтийн дээд хязгаар +100 K

Тусгаарлагын F ангилал болон температурын өсөлтийн В ангиллыг хэрэглэсэн тохиолдолд АББ-ийн бүтээгдэхүүний хувьд найдвартай ажиллах температурын өсөлтийн дээд хязгаар нь 250 C болно.

Энэ нь хөдөлгүүрийг тодорхой хугацаагаар хэт ачаалах, орчны өндөр температур, өндөрлөг газарт эсвэл их хэмжээний хүчдэлийн болон давтамжийн өөрчлөлттэй үед ажиллах боломжийг нэмэгдүүлнэ. Энэ нь мөн тусгаарлагчийн насжилтыг нэмэгдүүлэх болно. Жишээ нь 100 K-ээр температурыг бууруулсанаар тусгаарлагчийн ашиглалтын хугацаанд илт нөлөө үзүүлдэг.



4.3 Термистор

Термистор гэдэг нь хөдөлгүүрийн температурыг хянах зориулалттай, фаз болгоны ороомог дотор байрлуулсан, температураас хамаарч эсэргүүцэл нь өөрчлөгддөг хэрэгсэл юм. Тодорхой температурт термистор нь бага эсэргүүцэлтэй байх боловч тухайн температураас дээш халах юм бол эсэргүүцэл нь 20 эсвэл бүр олон дахин нэмэгддэг. Эсэргүүцэл өөрчлөгдсөнөөр уг машиныг хамгаалах дохио (анхааруулах эсвэл таслах)-г дамжуулна.

4.4 Орчны температур ба өндөржилт

Энгийн цахилгаан хөдөлгүүрүүд нь орчны температур нь хамгийн ихдээ 40°C мөн далайн түвшинээс дээш 1000 м-ын өндөрт ажиллахаар зохион бүтээгддэг. Хэрэв цахилгаан хөдөлгүүр нь орчны өндөр температурт ажиллах бол доорх хүснэгтэнд заасны дагуу (чадалтайгаар) ажиллуулах шаардлагатай. Цахилгаан хөдөлгүүрийн гаралтын чадлыг өөрчилсөн тохиолдолд каталогт бичигдсэн бусад үзүүлэлтүүд тухайлбал, Is/In утгууд мөн өөрчлөгдөнө гэдгийг анхаараарай.

Орчны температур, °C	30	40	45	50	55	60	70	80
Зөвшөөрөгдөх чадал, номиналь чадлын % -иар	107	100	96.5	93	90	86.5	79	70

Далайн түвшинээс дээш өндөр, m	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Зөвшөөрөгдөх чадал, номиналь чадлын % -иар	100	96	92	88	84	80	76

Хүснэгт 4.1 Орчны температур их болон өндөрлөг газарт ашиглагдаж буй хөдөлгүүрийн гаргах зөвшөөрөгдөх чадал

4.5 Асаалтын арга

Цахилгаан хөдөлгүүрийг асаах дараах түгээмэл аргууд байдаг. Үүнд: шууд сүлжээнд залгаж асаах ба од гурвалжин сэлгэх асаалт мөн зөөлөн асаагч буюу хурдны тохируулгатай асаалт орно.

Асаалтын үеийн шилжилтийн процесс

Асаалтын гүйдэл гэсэн нэр томъёо нь тогтсон горимын үйлчлэх утгыг илэрхийлнэ гэдгийг санах хэрэгтэй. Энэ нь шилжилтийн горимын хэдэн цикл дууссаны дараа үргэлжлэх горим юм. Шилжилтийн горимын цохилтын гүйдлийн утга нь гэмтлийн дараахи тогтсон горимын гүйдлээс ойролцоогоор 2.5 дахин их байх боловч маш богино хугацаанд замхардаг. Хөдөлгүүрийн асаалтын момент нь үүнтэй ижил шинжтэй байх ба хэрвээ гол дээрх болон холбох муфтын ачаалал их байх юм бол хөдөлгүүрийн дамжлагын механизмын инерцийн момент их байна гэдгийг анхаарах хэрэгтэй.

4.5.1 Шууд асаалт (DOL)

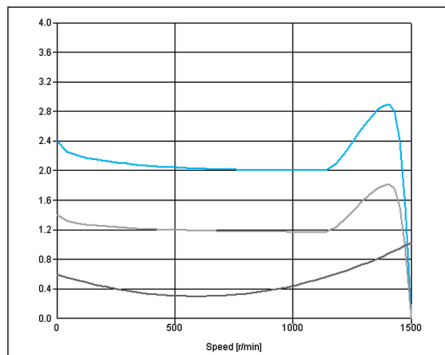
Богино холбогдсон ротортой хөдөлгүүрийг асаах хамгийн энгийн арга бол хөдөлгүүрийг сүлжээнд шууд залгаж асаах юм. Энэ тохиолдолд шаардагдах асаалтын төхөөрөмж нь зөвхөн шууд асаагч (DOL-Direct- online) юм. Гэвч энэ аргын дутагдалтай тал нь асаалтын үеийн гүйдэл нь хөдөлгүүрийн хэвийн гүйдлээс олон дахин их, асаалтын момент бас их байх учраас холболтын муфт болон дамжлагад өндөр ачаалал үүсгэнэ. Энэ нөхцөлд харшлахгүй бол бусад бүх тохиолдолд энэ нь хамгийн тохиромжтой арга юм.

4.5.2 Од гурвалжин сэлгэх асаалт

Хэрвээ хөдөлгүүрийн асаалтын гүйдлийг хязгаарлах шаардлагатай бол од гурвалжин асаалтын аргыг ашиглаж болдог. Тухайн хөдөлгүүр нь 400 В-д гурвалжин холболтоор ажиллахаар хийгдсэн боловч холболтыг нь од болгон өөрчилбөл шууд асаалтын үеийн гүйдлийн 30 хувьтай тэнцэх хэмжээний гүйдэл асаалтын үед гүйх бөгөөд асаалтын момент нь мөн шууд асаалтын үеийн моментийн 25 орчим хувьтай тэнцүү болно.

Гэвч уг аргыг хэрэглэхийн өмнө хөдөлгүүрийн моментыг бууруулж, эргэлтийн хурдыг өөрчилсөн тохиолдолд хөдөлгүүрийн гол дээрх ачааг дааж эргүүлж чадах эсэхийг тооцох шаардлагатай.

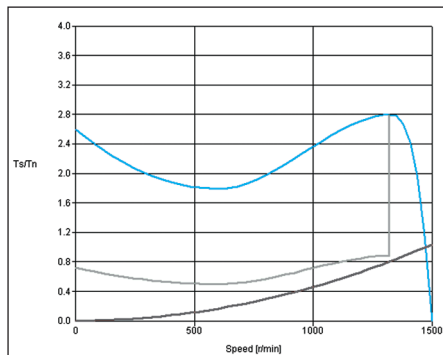
MotSize цахилгаан хөдөлгүүрийн хэмжээ тодорхойлох багажийг АББ-ийн Төлөөлөгчийн газраас авах юмуу эсвэл манай веб сайтаас татаж авна уу. АББ нь нам хүчдэлийн хөдөлгүүрийн асаалт болон удирдлагын олон төрлийн бүтээгдэхүүнийг санал болгож байна.



Хөдөлгүүрийн хэмжээсийг үзүүлдэг MotSize-аас авсан төмөр их биетэй DOL асаалт хийдэг хөдөлгүүрийн муруйн нэгэн жишээ байна.

1. Асаалтын момент нь U_n дээр байна.
2. Асаалтын момент нь U_n -ийн 80% дээр байна.
3. Ачаалалын момент

Зураг 4.2 DOL асаалт



Хөдөлгүүрийн хэмжээсийг үзүүлдэг MotSize-аас авсан хөнгөн цагаан их биетэй Y/Δ асаалт хийдэг хөдөлгүүрийн муруйн нэгэн жишээ байна.

1. Ачаалалын момент нь U_n дээр байна.
2. Ачаалалын момент нь U_n -ийн 80% дээр байна.
3. Ачаалалын момент

Зураг 4.3 Од-гурвалжин асаалт

4.5.3 Зөөлөн асаагч

Зөөлөн асаагч нь хөдөлгүүрийн асаалтын гүйдлийг хязгаарлах ба зөөлөн асаалтыг бий болгодог. Асаалтын гүйдлийн хэмжээ нь асаалтын үеийн статик момент болон ачааллын массаас шууд хамаарна. АББ-ийн зөөлөн асаагч нь аливаа хэрэглэгчийн шаардлагуудад таарсан тохиргоо хийх боломжтой байдаг. Хөдөлгүүрт өгөх хүчдэл болон моментийг аажмаар нэмэгдүүлж зөөлөн асаалт явагдана.

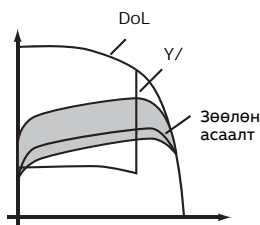
Хөдөлгүүр хангалттай хэмжээний хурд авсан үед хагас дамжуулагч дээрх алдагдлаас зайлсхийхийн тулд зөөлөн асаагчийг ихэвчлэн ажлаас гаргадаг. Зөөлөн асаагчийг сэлгэн залгахдаа хөдөлгүүрээс тусдаа гадна нь тоноглогдсон AC-1 контакторыг ашигладаг.

Сэлгэн залгах контакт нь АББ-ийн PSR, PSE болон PSTB маягийн зөөлөн асаагчуудад тоноглогдсон байж болно. Эдгээр зөөлөн асаагчууд нь авсаархан хийцтэй байдаг.

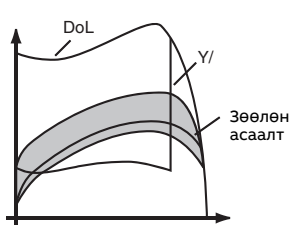
АББ-ын зөөлөн асаагч нь үндсэн хэлхээг механик контактын оронд хагас дамжуулагчаар удирддаг. Фаз тус бүрд эсрэг холбогдсон хоёр зэрэгцээ тиристор байх ба энэ нь гүйдлийн эерэг болон сөрөг хагас үеийг аль алиныг нь нэвтрүүлэх болно.

Ажиллах хугацааг тиристорын нээгдэх өнцгөөр тохируулах бөгөөд өнцгийг нь тусгай хэлхээгээр удирдна.

Current



Torque



Зураг 4.4 Гүйдэл болон моментод зөөлөн асаалтын үзүүлэх нөлөө



Зураг 4.5 АББ-ийн зөөлөн асаагчууд

4.5.4 Давтамж хувиргагчаар хөдөлгүүрийг асаах

Давтамж хувиргагч нь хөдөлгүүрийг ажиллаж байх үед эргэлтийн хурдыг тохируулах давуу талтай боловч хөдөлгүүрийг зөвхөн асаах болон зогсооход оновчтой шийдэл болж чадахгүй. Давтамж хувиргагч ашиглах тохиолдолд эргэлтийн хурд багатай, асаалтын гүйдэл нь хөдөлгүүрийн номинал гүйдлийн 0,5 ~ 1 хэмжээтэй эсвэл хамгийн ихдээ номинал гүйдлийн 1,5 хэмжээтэй тэнцүү үед ч хангалттай хэмжээний момент үүсгэдэг. Мөн зөөлөн асаалтын нэгэн адил зөөлөн зогсоолт хийх боломжтой, тухайлбал усны насос, туузан дамжуулагч г.м. төхөөрөмжүүдийг.

4.6 Асаалтын хязгаарлалт

Асаалтын хугацаа

Асаалтын хугацаа нь ачааллын момент, инерцийн момент болон хөдөлгүүрийн моментоос хамаарна. Асаалтын гүйдэл нь номиналь гүйдэлтэй харьцуулахад үргэлж өндөр байх тул хэт сунжирсан асаалт нь хөдөлгүүрийн температурыг аюултай түвшинд хүргэдэг. Мөн их хэмжээний гүйдэл нь хөдөлгүүрт цахилгаан механик ачаалалт үүсгэдэг.

Асаалтын зөвшөөрөгдөх хугацаа

Температурын өсөлтөөс харахад асаалтын хугацаа хүснэгтэнд заасан утгаас хэтрэх ёсгүй. Хүснэгтийн утга нь хэвийн ажиллагааны температураас эхэлнэ. Хүйтэн байдлаас асаалт хийгдэж байгаа тохиолдолд хүснэгтийн утга нь хоёр дахин нэмэгдэж болно.

Хөдөлгүүрийн хэмжээ	Асаах арга	Туйлын тоо			
		2	4	6	8
56	DOL	25	40	NA	NA
63	DOL	25	40	NA	NA
71	DOL	20	20	40	40
80	DOL	15	20	40	40
90	DOL	10	20	35	40
100	DOL	10	15	30	40
112	DOL	20	15	25	50
	Y/D	60	45	75	150
132	DOL	15	10	10	60
	Y/D	45	30	30	20
160	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
180	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
200	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
225	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
250	DOL	15	15	20	20
	Y/D	45	45	60	60
280	DOL	15	18	17	15
	Y/D	45	54	51	45
315	DOL	15	18	16	12
	Y/D	45	54	48	36
355	DOL	15	20	18	30
	Y/D	45	60	54	90
400	DOL	15	20	18	30
	Y/D	45	60	54	90
450	DOL	15	20	18	30
	Y/D	45	60	54	90

Хүснэгт 4.2 Нэг хурдтай хөдөлгүүрийн асаалтын үргэлжлэх хугацаа, секундээр

Асаалтын ба тоормосын үеийн зөвшөөрөгдөх давтамж

Хөдөлгүүрийн асаалтын горимыг өөрчилсөн тохиолдолд, ороомог дахь дулааны алдагдалын улмаас хөдөлгүүрийг номиналь ачаалалаар нь ачааллаж болохгүй. Зөвшөөрөгдөх ачааллын хэмжээг тооцоолохдоо нэг цагт асаалт хийх тоо, ачааллын инерцийн момент, хурд зэрэг дээр үндэслэнэ. Механик ачаалал нь дулааны үзүүлэлтүүдийн доод хязгаарыг тогтоож өгдөг.

$$\text{Зөвшөөрөгдөх чадал } P = P_N \sqrt{1 - \frac{m}{m_o}}$$

P_N = Хөдөлгүүрийн үргэлжилсэн горимын номиналь чадал

$$m = \frac{(J_M + J'_L)}{J_m} \times X$$

X = Нэг цагт асалт хийх тоо

J_M = Хөдөлгүүрийн инерцийн момент, kgm^2

J'_L = Хөдөлгүүрийн инерцийн момент, kgm^2 , хөдөлгүүрийн гол дээр дахин тооцоолж гарсан утга ө.х. (ачааны хурд/хөдөлгүүрийн хурд)-аар үржүүлсэн.

Инерцийн момент J (kgm^2) нь $\frac{1}{4} GD^2$ in kgm^2 -тэй тэнцүү байдаг.

m_o = хүснэгтэд үзүүлсэн хөдөлгүүрийн ачаалалгүйгээр нэг цагт асалт хийж болох зөвшөөрөгдөх тоо.

Реверсив тохиолдолд ачаалалгүйгээр асалт хийж болох зөвшөөрөгдөх тоо нь $m_g = m_o / 4$.

Хөдөлгүүрийн хэмжээ	Туйлын тоо			
	2	4	6	8
56	12000	9000	-	-
63 A, B	11200	8700	-	-
71 A, B	9100	8400	16800	15700
80 A, B	5900	8000	16800	11500
90 L	3500	7000	12200	11500
100 L	2800	-	8400	-
112 M	1700	6000	9900	16000
132 M	1700	2900	4500	6600
160 ML	650	-	-	5000
180 ML	400	1100	-	-
200 ML	385	-	1900	-
225 SM	-	900	-	2350
250 SM	300	900	1250	2350
280 SM, ML	125	375	500	750
315 SM, ML	75	250	375	500
355 SM, ML, LK	50	175	250	350
400 L, LK	50	175	250	350
450 L	Байж болохгүй			

Хүснэгт 4.3 Ачаалалгүйгээр нэг цагт асаалт хийж болох зөвшөөрөгдсөн хамгийн их тоо, m_0

Асаалтын хамаарамж

Хамгийн их асаалтын хугацааг хөдөлгүүрийн хэмжээ ба хурднаас хамааруулж каталогаас авна. Гэсэн хэдий ч IEC 60034-12 стандартад асаалтын хугацааны оронд хөдөлгүүрийн инерцийн моментийн зөвшөөрөгдөх утгыг тодорхойлж өгсөн байдаг. Бага чадлын хөдөлгүүрийн хувьд, дулааны нөлөөлөл нь статорын ороомогт их байдаг бол харин их чадлын хөдөлгүүрт роторын ороомогт дулааны нөлөөлөл их байна.

Хэрэв хөдөлгүүрийн ачаалал болон моментын хамаарал мэдэгдэж байвал асаалтын хугацааг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлно.

$$T_M - T_L = (J_M + J_L) \times \frac{d\omega}{dt}$$

энд

T_M = Хөдөлгүүрийн момент, Nm

T_L = Ачааллын момент, Nm

J_M = хөдөлгүүрийн инерцийн момент, kgm^2

J_L = ачааллын инерцийн момент, kgm^2

ω = хөдөлгүүрийн өнцөг хурд

Араат механизмтай тохиолдолд T_L болон J_L нь T'_L болон J'_L болж тус тус солигдоно. Хэрвээ хөдөлгүүрийн асаалтын момент T_s болон хамгийн их момент T_{\max} нь ачааллын утгуудтай таарч байх юм бол дараах томъёогоор асаалтын хугацааг тооцоолж болно.

$$t_{st} = \frac{(J_M + J'_L)}{T_{acc}} \times K_1$$

энд

t_{st} = Асалтын хугацаа, s

T_{acc} = Хурдатгалын момент, Nm

K_1 = Хурдны тогтмол ($2\phi \frac{f}{p}$) энд p нь хос туйлын тоог заана

	Туйл					Давтамж Hz
	2	4	6	8	10	
n_m	3000	1500	1000	750	600	50
K_1	314	157	104	78	62	
n_m	3600	1800	1200	900	720	60
K_1	377	188	125	94	75	

Хүснэгт 4.4 Хурдны тогтмол K_1 нь давтамж болон хос туйлаас хамаарах функц юм.

T_M -ийн дундаж утга нь:

$$T_M = 0.45 \times (T_s + T_{max})$$

$$T_{acc} = T_M - K_L \times T_L$$

K_L -ийг дараах хүснэгтээс олж болно:

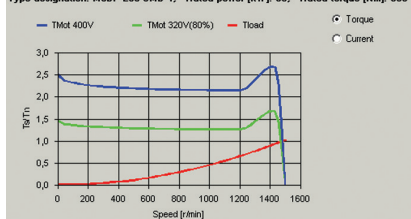
	Өргөх хөдөлгөөн	Сэнс	Поршент насос	Эрчлүүр
K_L	1	1/3	0.5	0

Асаалтын хугацааг тооцоолох АББ-ийн програмын нэгэн жишээ

Load

Load type	Pump or Fan
Duty cycle	S1(IEC)
Load Inertia J[kg-m ²]	20,0
Max Inertia J	94
GD2[kg-m ²]	80
Gear Ratio	1,00

Type designation: M3BP 280 SMB 4, Rated power [kW]: 90, Rated torque [Nm]: 580



U/Un[%]	Time start.[s]
DOL (100)	3,2
DOL (80)	6,3

U/Un[%]	Speed [r/min]
DOL (100)	1483
DOL (80)	1473

Хэрвээ хөдөлгүүр болон дамжлагын механизм нь хоорондоо араагаар холбогдож байх юм бол хөдөлгүүрийн хурдтай хамааралтайгаар дараах томъёогоор ачааллын моментийг дахин тооцох ёстой.

$$T'_L = T_L \times \frac{n_L}{n_M}$$

Инерцийн моментийг дахин тооцоолох ёстой:

$$J'_L = J_L \times \left(\frac{n_L}{n_M} \right)^2$$

Янз бүрийн ачааллын моменттой байх үед асаалтын үзүүлэлтийг тооцсон жишээнүүд 4-туйлтай хөдөлгүүр, 160 kW, 1475 r/min

Хөдөлгүүрийн момент

$$T_N = 1040 \text{ Nm}$$

$$T_s = 1.7 \times 1040 = 1768 \text{ Nm}$$

$$T_{\max} = 2.8 \times 1040 = 2912 \text{ Nm}$$

$$\text{Хөд. Инерцийн момент: } J_M = 2.5 \text{ kgm}^2$$

Ачаалал нь арааны тусламжтайгаар 1:2 харьцаагаар буурсан.

Ачааллын момент

$$T_L = 1600 \text{ Nm at } n_L = n_M/2 \text{ r/min}$$

$$T'_L = 1600 \times 1/2 = 800 \text{ Nm at } n_M \text{ r/min}$$

Ачааллын инерцийн момент

$$J_L = 80 \text{ kgm}^2 \text{ at } n_L = n_M/2 \text{ r/min}$$

$$J'_L = 80 \times (1/2)^2 = 20 \text{ kgm}^2 \text{ at } n_M \text{ r/min}$$

Инерцийн нийлбэр момент

$$J_M + J'_L \text{ at } n_M \text{ r/min}$$

$$2.5 + 20 = 22.5 \text{ kgm}^2$$

Жишээ 1:

$$T_L = 1600 \text{ Nm} \quad T'_L = 800 \text{ Nm}$$

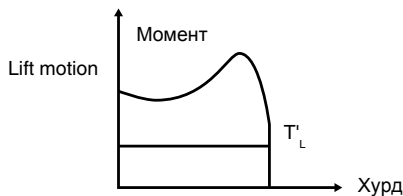
Хурдсах үеийн тогтмол

$$T_{\text{acc}} = 0.45 \times (T_s + T_{\max}) - T'_L$$

$$T_{\text{acc}} = 0.45 \times (1768 + 2912) - 800 = 1306 \text{ Nm}$$

$$t_{\text{st}} = \frac{(J_M + J'_L)}{T_{\text{acc}}} \times K_1$$

$$t_{\text{st}} = \frac{22.5 \times 157}{1306} = 2.7 \text{ s}$$



Жишээ 2:

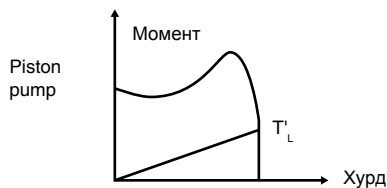
$T_L = 1600 \text{ Nm}$ $T'_L = 800 \text{ Nm}$
Хурдсах үед шугаман өсөлттэй

$$T_{acc} = 0.45 \times (T_s + T_{max}) - \frac{1}{2} \times T'_L$$

$$T_{acc} = 0.45 \times (1768 + 2912) - \frac{1}{2} \times 800 = 1706 \text{ Nm}$$

$$t_{st} = (J_M + J'_L) \times K_I / T_{acc}$$

$$t_{st} = 22.5 \times \frac{157}{1706} = 2.1 \text{ s}$$

**Жишээ 3:**

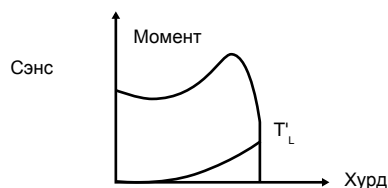
$T_L = 1600 \text{ Nm}$ $T'_L = 800 \text{ Nm}$
Хурдсах үед тэгш өнцөгийн хуулиар өснө

$$T_{acc} = 0.45 \times (T_s + T_{max}) - \frac{1}{3} T'_L$$

$$T_{acc} = 0.45 \times (1768 + 2912) - \frac{1}{3} \times 800 = 1839 \text{ Nm}$$

$$t_{st} = \frac{(J_M + J'_L)}{T_{acc}} \times K_I$$

$$t_{st} = \frac{22.5 \times 157}{1839} = 1.9 \text{ s}$$

**Жишээ 4:**

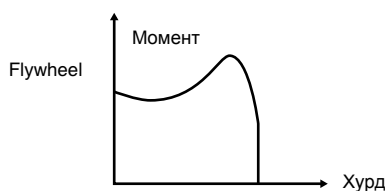
$$T_L = 0$$

$$T_{acc} = 0.45 \times (T_s + T_{max})$$

$$T_{acc} = 0.45 \times (1768 + 2912) = 2106 \text{ Nm}$$

$$t_{st} = \frac{(J_M + J'_L)}{T_{acc}} \times K_I$$

$$t_{st} = \frac{22.5 \times 157}{2106} = 1.7 \text{ s}$$

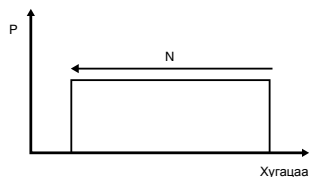


4.7 Ажиллагааны горимууд

Ажиллагааны горим нь IEC60034-1 ба VDE 0530 Part1 – ийн дагуу S1-ээс S10- аар тодорхойлогдоно. Каталогт өгөгдсөн S1номинал чадал нь үргэлжилсэн горимын үеийн чадал юм. Тухайн ажиллагааны горимыг тодорхой зааж өгөөгүй байвал хөдөлгүүрийн тасралтгүй үргэлжилсэн ажиллагааны горим гэж тооцох хэрэгтэй.

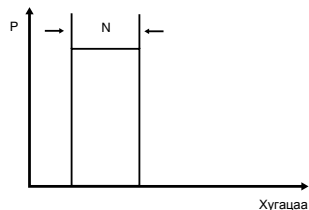
S1 үргэлжилсэн ажиллагааны горим

Удаан хугацааны турш тогтмол ачаалалтай байж, температур нь номиналь хэмжээндээ хүрч ажиллах горимыг хэлнэ.



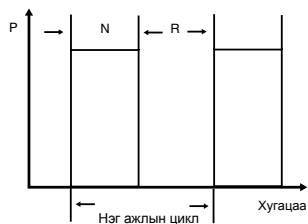
S2 Богино хугацааны горим

Харьцангуй богино хугацаанд хөдөлгүүрийн температур номиналь хэмжээндээ хүрч, хөдөлгүүрийн тэжээл салж, зогсоод орчны температур хүртэл эсвэл хөргөх шаардлагатай температур хүртэл хөрсөн байх горимыг хэлнэ. Нэг циклийн үргэлжлэх хугацаа 10, 30, 60, 90, минут байна.



S3 дахин давтагдах горим

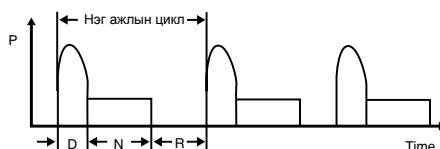
Энэ горим нь тогтмол ачаалалтай тодорхой хугацаанд ажиллаад тэжээлгүй болж, тодорхой хугацаанд зогсоод эргэн ажиллаж мөн түрүүчийн цикл дахин давтагдах горимыг хэлнэ. Энэ горимын үед зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа маш богино хугацаанд хүрнэ. Асаалтын гүйдэл нь температурын өсөлтөнд нөлөөлдөггүй. Циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт нь 15, 25, 40 болон 60% байж болно. Нэг циклийн үргэлжлэх хугацаа нь 10 мин байна.



Циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт = $x \cdot 100 \%$

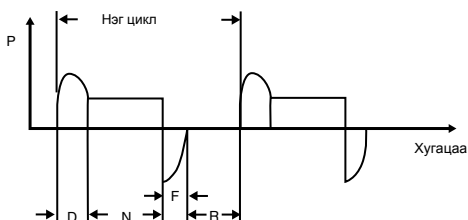
S4 Асаалттай дахин давтагдах горим

Энэ горим нь тодорхой хугацаанд асаалт явагдаад, тогтмол ачаалалтай тодорхой хугацаанд ажиллаад тэжээлгүй болж, тодорхой хугацаанд зогсоод эргэн ажиллаж мөн түрүүчийн цикл дахин давтагдах горимыг хэлнэ. Энэ горимын үед зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа маш богино хугацаанд хүрнэ. Энэ горимд хөдөлгүүр нь гол дээрх ачаалал эсвэл механик тоормосны тусламжтайгаар зогсох ба хөдөлгүүрийг халаах ямар нэгэн ачаалал байдаггүй. Энэ горимын үед дараахи параметруудийг заавал тодорхойлох шаардлагатай: циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт, нэг цагт хийх циклийн тоо (ζ/ζ), ачаалалын инерцийн момент (J^I), хөдөлгүүрийн инерцийн момент (J_M).



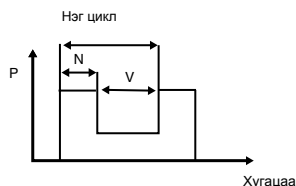
S5 асаалт ба цахилгаан тоормостой дахин давтагдах горим

Нэгэн төрлийн циклүүд дахин давтагдах ба цикл болгон нь тодорхой асаалтын хугацаа, тогтмол ачаалалтай ажиллах хугацаа, гэнэтийн цахилгаан тоормос ажиллах хугацаа, зогсох болон тэжээл тасрах хугацаатай байдаг. Энэ горимын үед зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа маш богино хугацаанд хүрнэ. Энэ горимын үед дараах параметруудийг заавал тодорхойлох шаардлагатай: циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт, нэг цагт хийх циклийн тоо (ζ/ζ), ачаалалын инерцийн момент (J^I), хөдөлгүүрийн инерцийн момент (J_M).



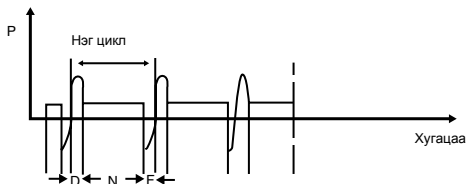
S6 Үргэлжилсэн ажиллагааны үечилсэн горим

Нэгэн төрлийн циклүүд дахин давтагдах ба цикл болгон нь тогтмол ачаалалтай ажиллах хугацаа болон ачаалалгүй ажиллах хугацаатай байдаг. Энэ горимын үед зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа маш богино хугацаанд хүрнэ. Циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт нь 15, 25, 40 болон 60% байж болно. Нэг циклийн үргэлжлэх хугацаа нь 10 мин байна.



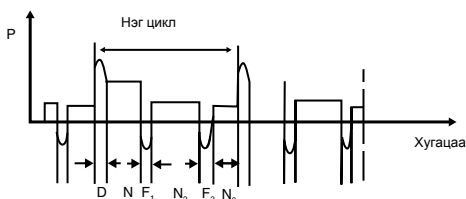
S7 Цахилгаан тоормостой үргэлжилсэн ажиллагааны горим

Нэгэн төрлийн циклүүд дахин давтагдах ба цикл болгон нь асаалтын хугацаа, тогтмол ачаалалтай ажиллах хугацаа болон тоормос ажиллах хугацаатай байдаг. Тоормослох арга нь цахилгаан тоормос буюу тухайлбал, эсрэг-гүйдлийн тоормос юм. Энэ горимын үед зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа маш богино хугацаанд хүрнэ. Энэ горимын үед дараахи параметруудийг заавал тодорхойлох шаардлагатай: циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт, нэг цагт хийх циклийн тоо (ζ/ζ), ачааллын инерцийн момент (J_L), хөдөлгүүрийн инерцийн момент (J_M).



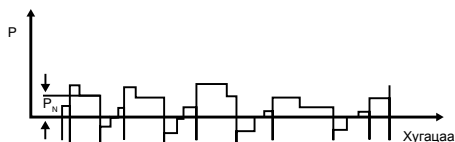
S8 Хэрэглэгчийн хурдыг өөрчилж ажиллах үргэлжилсэн ажиллагааны горим

Нэгэн төрлийн циклүүд дахин давтагдах ба цикл болгон нь асаалтын хугацаа, урьдчилан тогтоосон хурдтайгаар тогтмол ачаалалтай ажиллах хугацаа, янз янзын хурдтайгаар өөр өөр хэмжээтэй ачаалалд тогтмол ажиллах, дараалсан нэг буюу хэд хэдэн үеүдтэй байдаг. Зогсох болон тэжээлгүй болох үе байдаггүй. Энэ горимын үед зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа маш богино хугацаанд хүрнэ. Энэ ажлын горим нь тухайлбал, туйл сольдог хөдөлгүүрт хэрэглэгддэг. Энэ горимын үед дараахи параметруудийг заавал тодорхойлох шаардлагатай: циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт, нэг цагт хийх циклийн тоо (ζ/ζ), ачааллын инерцийн момент (J_L), хөдөлгүүрийн инерцийн момент (J_M) болон ажиллах хурд болгоны ачаалал, хурд, циклийн үргэлжлэх үзүүлэлт.



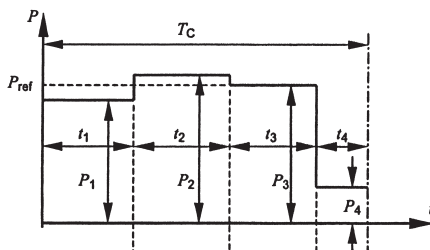
S9 Ачаалал ба хурдны үечилсэн бус, өөрчлөлттэй горим

Зөвшөөрөгдсөн ажиллагааны хүрээнд хэрэглэгчийн ачаалал болон хурд нь янз янз байх, нэгэн жигд бус горим юм. Энэ горимын үед хэвийн ачааллаас хэтэрч үе үе хэт ачаалалд орж болзошгүй юм. Уг горимд зохимжит бүрэн ачааллыг хэт ачааллын үеийн суурь ачаалал гэж тооцож авна.



S10 Өвөрмөц, тогтмол дискрет ачаалал болон хурдтай горим

Энэхүү горим нь хэд хэдэн өвөрмөц ачаалал (эсвэл түүнтэй адилтгаж болох утга)-ын утгатай, мөн тухайн машин нь ачааллын горим болгондоо зөвшөөрөгдөх халалтын утгандаа хүрэх хангалттай хэмжээний ачаалал/хурдны хосолсон утгатай байдаг. Энэ горимын циклийн доторх хамгийн бага ачааллын утга нь тэг (ачаалалгүй ө.х. тэжээлгүй, зогсох) байж болно.



Зохимжтой хувилбар нь S10 бөгөөд тухайн ачаалал болон түүний үргэлжлэх хугацаанд $p\Delta t$ -ийн харьцангуй нэгжийн тоон утгыг, тусгаарлагын системийн дулаан тэсвэрлэлтийн хувьд TL -ийн харьцангуй нэгжийн тоон утгыг тус тус мөрдөх болно. Дулаан тэсвэрлэлтийн харгалзах утга нь үргэлжилсэн горимын үеийн зөвшөөрөгдөх дулаан тэсвэрлэлт байх ба S1 горимын температурын өсөлтийн зөвшөөрөгдөх хязгаар дээр үндэслэгдсэн байна. Тэжээлгүй болох болон зогсох тохиолдолд ачаалалыг нь r (жижиг r) үсгээр тэмдэглэнэ.

Жишээ: S10 $p\Delta t = 1.1/0.4; 1/0.3; 0.9/0.2; r/0.1 T_L = 0.6$

T_L -ийн утга нь 0.05-ийн ойролцоо байвал зохино.

Энэхүү ажлын горимын хувьд тогтмол ачаалалыг зохимжтой байдлаар сонгох бөгөөд тухайн ачаалал тус бүрийн хэмжээг жишиг утга гэж аваад S1 горим дээр үндэслэгдэнэ.

4.8 Номиналь чадлыг өсгөн тооцох

Богино хугацааны эсвэл дахин давтагдах горимын үед хөдөлгүүрийн доторх температурын өсөлт бага байдаг тул эдгээр горимуудад S1 гэсэн үргэлжилсэн горимтой харьцуулахад хөдөлгүүрийн ачааллыг нэмэгдүүлэх боломжтой. Доорх хүснэгтэнд тэдгээрийн зарим жишээг харуулсан болно. Хөдөлгүүрийн хамгийн их моментод анхаарлаа хандуулах хэрэгтэй, T_{max}/T_N нь ачааллыг нэмэгдүүлснээс болоод > 1 байх ёстой.

Богино хугацааны горим S2	Туйл	Зөвшөөрөгдөх чадал, S1 үргэлжилсэн горимд хөдөлгүүрийн хэмжээтэй уялдан номиналт чадлын % -иар илэрхийлэгдсэн		
		56 – 100	112 - 250	280 - 450
30 min	2	105	125	130
	4 - 8	110	130	130
60 min	2 - 8	100	110	115

Хүснэгт 4.5 Богино хугацааны S2 горим дэх зөвшөөрөгдөх чадал, номиналь чадлын хувиар илэрхийлэгдсэн

Дахин давтагдах горим S2	Туйл	Зөвшөөрөгдөх чадал, S1 үргэлжилсэн горимд хөдөлгүүрийн хэмжээтэй уялдан номиналт чадлын % -иар илэрхийлэгдсэн		
		56 – 100	112 - 250	280 - 450
15 %	2	115	145	140
	4	140	145	140
	6, 8	140	140	140
25 %	2	110	130	130
	4	130	130	130
	6, 8	135	125	130
40 %	2	110	110	120
	4	120	110	120
	6, 8	125	108	120
60 %	2	105	107	110
	4	110	107	110
	6, 8	115	105	110

Хүснэгт 4.6 Дахин давтагдах S3 горимын үеийн зөвшөөрөгдөх чадал, номиналь чадлын хувиар илэрхийлэгдсэн

4.9 АҮК болон алдагдлын төрлүүд

Хөдөлгүүрийн АҮК гэдэг нь цахилгаан энергиэс хир их хэмжээний механик энерги гаргах чадамжийг хэлнэ. Энергийн алдагдал гэдэг нь дулааны хэлбэрээр ялгарсан хэмжээ юм. АҮК-ийг нэмэгдүүлэхийн тулд алдагдлуудыг бууруулах ёстой.

Хөдөлгүүр дэх алдагдлуудыг үндсэн таван зэрэглэлд хувааж болно. Эхний хоёр нь ачааллын хэмжээнээс хамаарахгүй тогтмол байдаг тул ачаалалгүй үеийн хоосон явалтын алдагдал гэж ангилдаг. Эхний зэрэглэлийнх нь зүрхэвч дэх гангийн алдагдал, хоёр дахь нь агаарын урсгалын болон үрэлтийн алдагдал юм. Ачааллын хэмжээнээс хамаарч өөрчлөгдөж байдаг алдагдлуудыг ачааллын алдагдал гэх бөгөөд статор ба ротор дахь зэсийн алдагдал, мөн ачааллын нэмэлт алдагдлууд гэж ангилагддаг. Бүх алдагдалууд нь хөдөлгүүрийн загвар болон хийцээс шалтгаалж болдог.

Ачаалалгүй үеийн буюу хоосон явалтын алдагдал

Зүрхэвч дэх гангийн алдагдал нь зүрхэвчийн материал дотор соронзон орны өөрчлөлтийг бий болгоход шаардагдах энергийн хэмжээгээр тодорхойлогдоно. Эдгээр алдагдлуудыг сайн чанарын ган хэрэглэж эсвэл зүрхэвчийг уртасгаж соронзон урсгалын нягтыг бууруулах замаар багасгаж болно. Агаарын урсгалын болон үрэлтийн алдагдалууд нь агаарын эсэргүүцлийн болон холхивчийн үрэлтийн улмаас үүсдэг. Холхивчийн хийц загвар, тосны жийрэг, агаарын урсгал, сэнсний загварыг сайжруулснаар эдгээр алдагдлуудад нөлөөлнө. Сэнс нь хангалттай хэмжээний хөргөлт хийхээр том байх ёстой, гэвч АҮК-ийг бууруулах хэмжээний том байж

болохгүй бас дуу чимээг нэмэгдүүлдэг. АББ-ийн хөдөлгүүр болгонд тохирсон оновчтой хөргөлтийг бий болгохын тулд далбааны хэмжээ болон суурилуулах байдал нь сэнсний загвар бүрт өөр өөр байдаг.

Ачааллаас шалтгаалдаг алдагдлууд Статорын зэс дэх алдагдал нь (мөн I2R-т хамаарна) статорын ороомогийн эсэргүүцлээр дамжин гүйх гүйдлийн улмаас үүсэх дулаанаас шалтгаалдаг. Эдгээр алдагдлуудыг багасгах арга зам нь статорын ховилын хэлбэрийг оновчтой болгох явдал юм. Роторын алдагдал нь роторын гүйдэл болон гангийн алдагдлаас хамаардаг. Эдгээр алдагдалуудыг тухайлбал, дамжуулагч савханцрууд болон богино холбогч цагирагуудын хэмжээг томруулж бага эсэргүүцэлтэй болгох замаар бууруулдаг. Нэмэлт алдагдал нь ачааллын гүйдлийн нөлөөмжийн соронзон урсгалын сарнилтын үр дүнд бий болдог. Эдгээрийг ховилын геометр хэлбэрийг сайжруулснаар бууруулж болдог.

АҮК-ийг тогтоосон хэмжээнээс нь дээш болгох цоо шинэ загварын хөдөлгүүрийг мөн бий болгосон. Энэ шинэ загварын нэг жишээ нь синхрон реактив (соронзон эсэргүүцлийн) хөдөлгүүр юм. Номинал чадалд нь харгалзах АҮК-ийн утгуудыг АББ-ийн бүтээгдэхүүний каталогийн техникийн үзүүлэлт гэсэн хэсэгт жагсааж оруулсан байгаа.

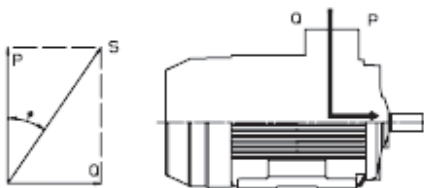
4.10 Чадлын коэффициент

Хөдөлгүүр нь механик ажил болж хувирдаг актив чадлыг мөн соронзон орныг үүсгэдэг боловч ажил болж хувирдаггүй реактив чадлын аль алиныг нь хэрэглэнэ.

Доорх зурагт актив болон реактив чадлыг P болон Q гэж үзүүлсэн ба эдгээр нь бүрэн чадал S -ийг бий болгодог. Киловаттаар хэмжигдэх актив чадлыг кВА-аар хэмжигдэх бүрэн чадалд харьцуулсан харьцааг чадлын коэффициент (үзүүлэлт) гэдгийг бид мэднэ. P болон S -ийн хоорондын өнцгийг ихэнхдээ ϕ гэж тэмдэглэх бөгөөд чадлын коэффициент нь $\cos \phi$ гэж тэмдэглэгддэг.

Ер нь чадлын коэффициент нь 0,7-оос 0,9-ийн хооронд байдаг. Энэ нь жижиг хөдөлгүүрүүдэд бага, том хөдөлгүүрүүдэд их байдаг.

Сүлжээнээс авч байгаа чадал, хөдөлгүүрийн номинал чадалд харгалзах хүчдэл болон гүйдлийг хэмжиж авах замаар чадлын коэффициентийг тодорхойлдог. Чадлын коэффициент нь $(1 - \cos \phi) / 6$ гэсэн утгын ойролцоо байдаг.



Хэрвээ олон тооны хөдөлгүүр суурилагдсан бол реактив чадлын хэрэглээ их байх учраас чадлын коэффициентийн утга бага байх болно. Иймээс цахилгаан хангамжийн байгууллага нь зарим тохиолдолд хэрэглэгчидийг чадлын коэффициентоо нэмэгдүүлэхийг шаарддаг. Үүний тулд хэрэглэгч нь багтаамжуудыг сүлжээнд залгаж, реактив чадлыг шингээж (компенсацлаж) устгаснаар чадлын коэффициент өсдөг.

Фазын компенсац

Фазын компенсац гэдэг нь тухайн нэг хөдөлгүүр эсвэл бүлэг хөдөлгүүрүүдтэй зэрэгцээгээр багтаамжуудыг холбох үйлдэл юм. Гэвч, зарим тохиолдолд хэт компенсац хийснээр асинхрон хөдөлгүүр нь өөрийн сэргээлтэнд орж, генераторын горимоор ажилладаг. Тийм учраас төвөгтэй байдал үүсгэхгүйн тулд амьдрал дээр хөдөлгүүрийг хоосон явалтын гүйдлээс их гүйдэлтэй болтол компенсац хийдэггүй.

Багтаамжуудыг хөдөлгүүрийн ороомгын аль нэг фазтай зэрэгцээ холбож болдоггүй ба ийм тохиолдолд хөдөлгүүр ажиллахад хүндрэлтэй болох буюу од-гурвалжин асаалтан дээр асч чаддаггүй.

Хэрвээ хоёр-хурдтай, хоёр тусдаа ороомог дээрээ аль алинд нь фазын компенсацтай бол ашиглагдаагүй байгаа ороомгийн хэлхээнд багтаамжийг залгаатай үлдээж болохгүй.

Зарим тохиолдолд, тухайлбал багтаамжууд нь ороомгийн халах шалтгаан болж болзошгүй бөгөөд мөн доргио, чичиргээ үүсгэх магадлалтай.

Дараахи томъёогоор 50 Гц давтамжтай ажиллах үндсэн ороомгийн багтаамжийн (нэг фазад) хэмжээг тооцож олдог.

$$C = 3.2 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{Q}{U_2}$$

энд C = багтаамж, мF

U = конденсатор дээрх хүчдэл, V

Q = реактив чадал, kvar.

Реактив чадлыг дараах томъёогоор олно:

$$Q = K \cdot P \frac{P}{\eta}$$

энд K = баруун талын хүснэгтээс авсан тогтмол тоо

P = хөдөлгүүрийн номиналь чадал, kW

η = хөдөлгүүрийн АҮК

Компенсаци- гүй үеийн $\cos \phi$	$\cos \phi =$ ийн зохих утганд хамаарах K тогтмол тоо			
	0.95	0.90	0.85	0.80
0.50	1.403	1.248	1.112	0.982
0.51	1.358	1.202	1.067	0.936
0.52	1.314	1.158	1.023	0.892
0.53	1.271	1.116	0.980	0.850
0.54	1.230	1.074	0.939	0.808
0.55	1.190	1.034	0.898	0.768
0.56	1.150	0.995	0.859	0.729
0.57	1.113	0.957	0.822	0.691
0.58	1.076	0.920	0.785	0.654
0.59	1.040	0.884	0.748	0.618
0.60	1.005	0.849	0.713	0.583
0.61	0.970	0.815	0.679	0.548
0.62	0.937	0.781	0.646	0.515
0.63	0.904	0.748	0.613	0.482
0.64	0.872	0.716	0.581	0.450
0.65	0.841	0.685	0.549	0.419
0.66	0.810	0.654	0.518	0.388
0.67	0.779	0.624	0.488	0.358
0.68	0.750	0.594	0.458	0.328
0.69	0.720	0.565	0.429	0.298
0.70	0.692	0.536	0.400	0.270
0.71	0.663	0.507	0.372	0.241
0.72	0.635	0.480	0.344	0.214
0.73	0.608	0.452	0.316	0.186
0.74	0.580	0.425	0.289	0.158
0.75	0.553	0.398	0.262	0.132
0.76	0.527	0.371	0.235	0.105
0.77	0.500	0.344	0.209	0.078
0.78	0.474	0.318	0.182	0.052
0.79	0.447	0.292	0.156	0.026
0.80	0.421	0.266	0.130	
0.81	0.395	0.240	0.104	
0.82	0.369	0.214	0.078	
0.83	0.343	0.188	0.052	
0.84	0.317	0.162	0.026	
0.85	0.291	0.135		
0.86	0.265	0.109		
0.87	0.238	0.082		
0.88	0.211	0.055		
0.89	0.184	0.027		
0.90	0.156			

Чадлын коэффициентийн утгууд

Номинал чадалд харгалзах чадлын коэффициентийг бүтээгдэхүүний каталогийн техникийн өгөгдөл (үзүүлэлт) гэсэн хэсэгт жагсаасан болно.

Доорх хүснэгтэнд чадлын коэффициентийн ердийн утгуудыг харуулсан. АББ нь хэрэглэгчийн хүсэлтийн дагуу чадлын коэффициентийн үзүүлэлтийг баталгаатай хангах бүтээгдэхүүнийг нийлүүлж чадна.

Хүснэгтэнд үзүүлсэнчлэн, 0,85 гэсэн чадлын коэффициенттой хөдөлгүүр ¼ ачаалалтай байх юм бол 0,81, ½ ачаалалтай байх юм бол 0,72, ¾ ачаалалтай байх юм бол 0,54 гэсэн тус тус утгатай болно.

Чадлын коэффициент $\cos \varphi$				
2 - 12 туйлтай				
1.25 x P _N	1.00 x P _N	0.75 x P _N	0.50 x P _N	0.25 x P _N
0.92	0.92	0.90	0.84	0.68
0.91	0.91	0.89	0.83	0.66
0.90	0.90	0.88	0.82	0.64
0.89	0.89	0.87	0.81	0.62
0.88	0.88	0.86	0.80	0.60
0.88	0.87	0.84	0.76	0.58
0.87	0.86	0.82	0.73	0.56
0.86	0.85	0.81	0.72	0.54
0.85	0.84	0.80	0.71	0.52
0.84	0.83	0.78	0.70	0.50
0.84	0.82	0.76	0.66	0.46
0.84	0.81	0.74	0.63	0.43
0.83	0.80	0.73	0.60	0.40
0.82	0.79	0.72	0.59	0.38
0.82	0.78	0.71	0.58	0.36
0.81	0.77	0.69	0.55	0.36
0.81	0.76	0.68	0.54	0.34
0.80	0.75	0.67	0.53	0.34
0.79	0.74	0.66	0.52	0.32
0.78	0.73	0.65	0.51	0.32
0.78	0.72	0.62	0.48	0.30
0.78	0.71	0.61	0.47	0.30
0.77	0.70	0.60	0.46	0.30

Хүснэгт 4.8 Асинхрон хөдөлгүүрийн чадлын коэффициент

4.11 Агаарын урсгал ба агаарын хурд

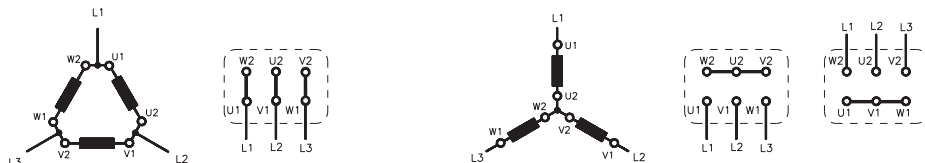
Хэрвээ хөдөлгүүр өөрийн хөргөлтгүй байхаар хийгдсэн бол өөр ямар нэгэн арга замаар хангалттай хэмжээгээр хөргөхөд анхаарлаа хандуулах ёстой. Хөдөлгүүрийн их биеийн хөргөлтийн сувгийн (салбангуудын) хоорондох агаарын урсгал ба агаарын хурдыг хүснэгтэнд өгсөн утгын хамгийн бага хэмжээнд нь байлгах ёстой. Энэ утга нь 50 Гц-ын давтамжтай сүлжээнийх бөгөөд 60 Гц-ийн сүлжээний хувьд үүнээс 20% -иар илүү байдаг.

Голын өндөр	Туйлын тоо	Агаарын хурд m/s	Агаарын урсгал m³/s	Голын өндөр	Туйлын тоо	Агаарын хурд m/s	Агаарын урсгал m³/s
280	2	9.6	0.46	355	2	10	0.82
	4	8.5	0.39		4	13	1.1
	6	6.5	0.32		6	11.5	1.0
	8	7.6	0.36		8	8.5	0.7
315 SM, ML	2	8.3	0.46	400	2	15	1.4
	4	9.4	0.56		4	13	1.25
	6	7.5	0.4		6	11	1.1
	8	7.6	0.43		8	8	0.8
315 LK	2	7.8	0.47	450	2	15	2.0
	4	15	0.80		4	15	2.0
	6	9.5	0.53		6	13	1.7
	8	8.8	0.49		8	10	1.25

Хүснэгт 4.9 Агаарын урсгал ба агаарын хурд

4.12 Ороомгын холболт

Нэг хурдтай гурван фазын хөдөлгүүрийн статорын ороомгийн холболт



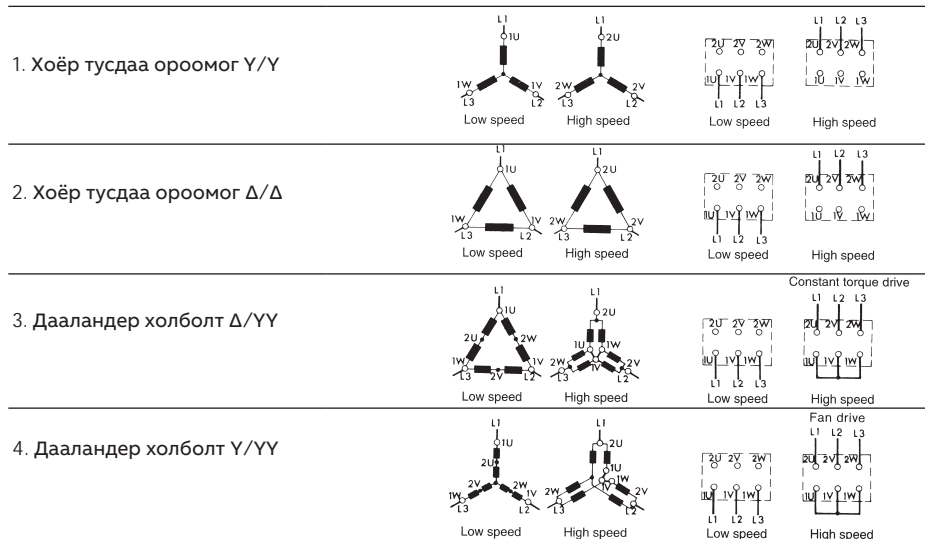
Зураг 4.6 Гурван фазын нэг хурдтай хөдөлгүүрийн холболт

Хоёр хурдтай хөдөлгүүрийн холболт

Хоёр хурдтай хөдөлгүүр нь доор үзүүлсэнээр холбогддог ба эргэлтийн чиглэлийн талаар стандарт бүлэгт үзсэн. Ердийн загвартай хөдөлгүүрийн гаргалгын (холболтын) хайрцаг дотор ороомгийн 6 үзүүр ба газардуулгын нэг гаргалгаа байдаг. Хоёр тусдаа ороомогтой хөдөлгүүрүүд нь ихэвчлэн Δ -аар холбогддог. Мөн түүнчлэн Y/Y , Y/Δ , Δ/Y -аар холбогдож болно. Нэг ороомогтой Даландер холболт бүхий хөдөлгүүр нь тогтмол моменттой ажиллахаар хийгдсэн бол Δ/Y -аар холбогдоно. Сэнсийг ажиллуулах хөдөлгүүрийн хувьд холболт нь Y/Y байна.

Хөдөлгүүр болгоны холболтын бүдүүвчийг зааж өгсөн байна.

Хэрвээ хөдөлгүүр нь Y - Δ сэлгэлтээр асаалт хийж байгаа тохиолдолд асаагчийг (стартер, пускатель) үйлдвэрлэсэн газраас ирүүлсэн холболтын бүдүүвчийг байнга хэрэглэнэ.



Зураг 4.7 Хоёр хурдтай хөдөлгүүрүүдийн холболтын сонголтууд

5. МЕХАНИК ХИЙЦ ЗАГВАР

5.	Механик хийц загвар	68
5.1	Хөдөлгүүрийн бүтэц	69
5.2	Их биений бүтэц	70
5.3	Гаргалгааны хайрцаг	71
5.4	Холхивчууд	73
5.5	Ус зайлуулах суваг ба чийгшил	74
5.6	Хөдөлгүүрт үйлчлэх гадны хөндлөн болон дагуу хүчнүүд	75
5.7	Тэнцвэржүүлэлт	75
5.8	Чичиргээ	76
5.9	Гадаргуугийн боловсруулалт	77

5. Механик хийц загвар

Энэ бүлэг нь асинхрон хөдөлгүүрийн үндсэн хэсгүүд болон хэрэглэгчийн байр сууринаас тэдний эрэлт, шаардлагыг бүрэн тусгаж хийсэн хөдөлгүүрийн эд ангиудын механик дизайны талаар танилцуулах болно. Тухайлбал их бие, гаргалгааны хайрцаг, холхивч, ус зайлуулах суваг.

Тэнхлэгийн дагуу болон хөндлөн чиглэлд үйлчлэх үндсэн хүчнүүд ө.х. хөдөлгүүрийн балансыг хангах стандарт шаардлагууд, доргио, чичиргээг хэмжих болон гадаргуугийн боловсруулалтын тухай мөн яригдах болно.

5.1 Хөдөлгүүрийн бүтэц

Асинхрон хөдөлгүүр нь цахилгаан эрчим хүчийг роторын эргэлт болгон хувиргадаг цахилгаан хөдөлгүүр юм. Асинхрон хөдөлгүүрийн үндсэн хэсгүүд болон тэдгээрийн гүйцэтгэх үүргийн талаар доор тайлбарлав.

Статор - Хөдөлгүүрийн үл хөдлөх хэсэг бөгөөд роторын гадуур байрлана. Статор нь тэжээлээс ирж буй гүйдлийг дамжуулах болон роторт нөлөөлөх эргэлдэх соронзон орныг бий болгох зориулалттай статорын ховилуудын хооронд ороогдсон зэс ороомгуудтай байна.

Ротор - Хөдөлгүүрийн гол дээр бэхлэгдсэн эргэлдэгч зүрхэвчтэй хэсэг юм.

Ротор нь багцалсан дугуй хэлбэртэй, нимгэн ган хуудсууд, хэрэмний тор хэлбэрээр холбогдсон, хөдөлгүүрийн соронзон оронтой харилцан үйлчлэлд орж, гүйдэл дамжуулж, голыг эргэлдүүлэх момент үүсгэх зориулалттай дамжуулагч савханцаруудаас бүрдэнэ.

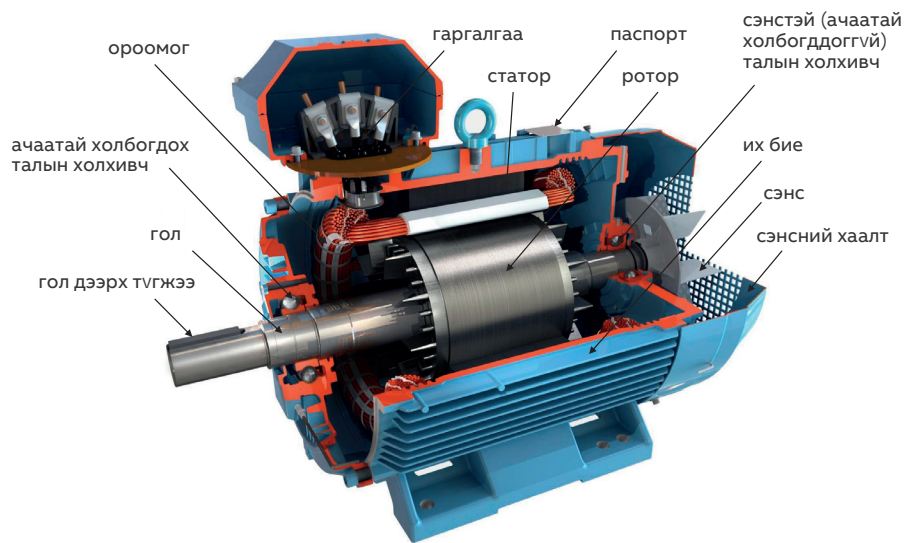
Гол - хөдөлгүүрийн гол дээр холбогдсон ачаа руу моторын эргэлдэх хүчийг дамжуулдаг, хамгийн дотор талд байрлах эргэлдэгч хэсэг юм.

Холхивч - холхивчууд нь хөдөлгүүрийн голын хоёр төгсгөл хавьцаа түүнийг тойрсон байдалтай байрлах ба хөдөлгүүрийн их бие болон голын хоорондын үрэлтийг багасгах зориулалттай.

Ихбие - хөдөлгүүрийн зүрхэвчийн хэсгийн гадна байрлах, төмөр буюу хөнгөн цагаан цутгамал гэр бөгөөд түүн дээр цахилгааны холболтын хэсэг байрладаг.

D-end - Хөдөлгүүрийн эргэлтийг ачаа руу дамжуулах тал буюу ачаа руу гарах хэсэг

N-end - Хөдөлгүүрийн ачаа руу холбогддоггүй тал



5.2 Их биеийн бүтэц

Бүрэн битүүмжлэгдсэн хийцтэй цахилгаан хөдөлгүүрүүдийг янз бүрийн ажлын байрнаас хамаарч их биеийг нь хөнгөн цагаан болон ширмэн төмрөөр сонгон хийж болно. Химийн бодисын хорт нөлөө болон зэврэлт үүсч болзошгүй хүнд үйлдвэрийн салбарт ширмэн төмөр их биетэй цахилгаан хөдөлгүүрийг ашигладаг байхад хөнгөн цагаан их биетэй хөдөлгүүрүүд нь хөнгөн маягийн хэрэглээнд тухайлбал насоснууд болон сэнснүүдэд ашиглагдаж байна.

5.3 Гаргалгын хайрцаг

Гаргалгын хайрцаг нь хөдөлгүүрийн орой дээр, мөн хажуу хавирганд нь ч байж болно. Техникийн үзүүлэлт нь төрлөөсөө хамаарч өөр өөр байдаг ба илүү сүүлийн үеийн мэдээллийг бүтээгдэхүүний каталоогоос авна.

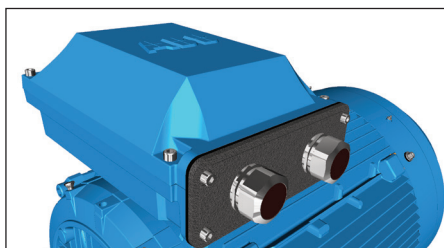
56-180 хэмжээтэй хөнгөн цагаан их биетэй хөдөлгүүрийн гаргалгын хайрцаг нь энгийн байдлаар онгойдог байхад 200-250 хэмжээтэй бол гаргалгын хайрцаг нь хоёр тусгай хэсгээс бүрдэнэ.

71-250 хэмжээтэй төмөр ширмэн их биетэй хөдөлгүүрийн гаргалгын хайрцаг холболтын фланцтай байна. Хөдөлгүүрийн хэмжээ нь 280-аас 450 үед гаргалгын хайрцаг нь кабелийн үүр эсвэл кабелийн хайрцагаар тоноглогдсон байдаг (Зураг 5.2 болон 5.3). Кабель сүвлэх зориулалттай нүх болон кабелийн хайрцаг нь өргөн сонголттой бөгөөд мөн EMC модул болон кабель тогтоогчоор тоноглож болно.

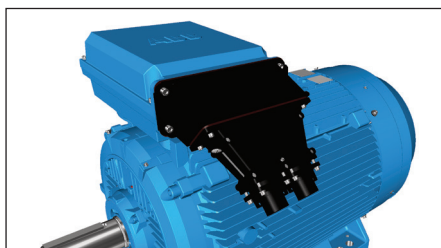
Хөдөлгүүрийн төрлөөс хамаарч гаргалгын хайрцагийн материал нь төмөр, ширэм болон хөнгөн цагаан байдаг. Гаргалгын үндсэн хайрцагийг хөдөлгүүрийн орой дээр, эсвэл хажуу бөөрөнд нь эгц босоо эсвэл 45 градусын өнцөг үүсгэж байрлуулдаг. Мөн түүнчлэн хөдөлгүүр рүү холбохдоо уртасгагч кабель ашиглаж болдог.

Термостат буюу дулааны элемент, нэг эсвэл хэд хэдэн туслах гаргалгааны хайрцагуудыг хөдөлгүүрт нэмэлтээр тоноглож болдог. Стандартын бус загвартай (тухайлбал стандартын бус хэмжээ болон хамгаалалтын зэрэгтэй) гаргалгын хайрцаг захиалгаар хийгдэж болдог.

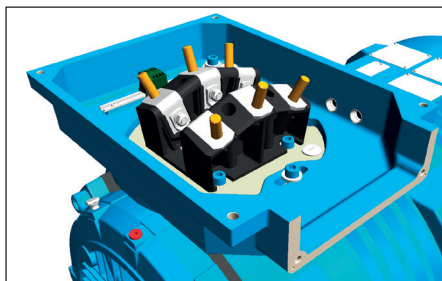
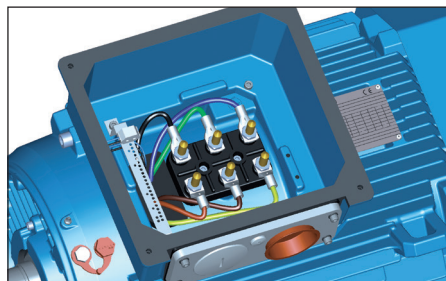
Стандарт хөдөлгүүр нь ихэвчлэн холболтын зургаан үзүүртэй байх ба дор хаяж нэг газардуулгын гаргалгатай байдаг (зураг 5.4 ба 5.5). Холболтонд шаардлагатай хэсгүүд болон холболтын бүдүүвчийг хөдөлгүүртэй хамтад нь гаргалгын хайрцагийн тагны дотор талд зурж тэмдэглэсэн байна.



Зураг 5.2 Кабель баригчтай фланцтай холболт



Зураг 5.3 Кабелийн битүүмлэлтэй доош чиглэсэн өнцөг үүсгэсэн



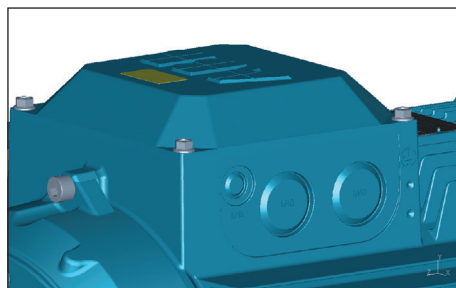
Зураг 5.4-5.5 71-250 (5.4) хэмжээтэй ба 280-315 (5.5) хэмжээтэй хөдөлгүүрүүдийн гаргалгын хайрцгийг үзүүлэв.

Хөнгөн цагаан их биетэй хөдөлгүүрт гаргалгын хайрцгийн хоёр талаас кабель оруулахыг зөвшөөрдөг. Бага чадлын хөдөлгүүрүүдэд гаргалгын хайрцгийг хөдөлгүүрийн их биетэй хамтад нь хийсэн байдаг. Их чадлын хөнгөн цагаан их биетэй хөдөлгүүрүүд хоёр бөөрөндөө гаргалгааны фланцтай байдаг.

71-132 хэмжээтэй ширмэн төмөр их биетэй хөдөлгүүрийн хувьд гаргалгын хайрцаг нь их биетэй хамт байх ба хөдөлгүүрийн ачаа холбогдох талаас харахад холболт нь баруун гар талаас холбогдоно.

Хөдөлгүүрийн хэмжээ: 160 -355 бол гаргалгын хайрцгийг $4 \times 90^\circ$ эргүүлэх боломжтой; 400 -450 бол $2 \times 180^\circ$ хүртэл эргүүлэх боломжтой хийдэг нь хөдөлгүүрийн аль ч талаас кабель оруулах боломжийг олгодог. 4×90 градусаар эргэдэг хайрцаг нь хэд хэдэн хөдөлгүүрийн сонголттой байдаг.

Стандарт гаргалгын хайрцгийн хамгаалалтын зэрэг IP 55.



Зураг 5.6 Хөдөлгүүрийн их биетэй хамт хийгдсэн гаргалгын хайрцаг

Гаргалгын хайрцагт тохиромжтой холболтыг хангаж байхын тулд фланцийн нүх, кабелийн диаметр гэх мэт бусад мэдээллийг каталогаас харж болно.

5.4 Холхивч

Цахилгаан хөдөлгүүрүүдэд ихэвчлэн үрлэн холхивчуудийг суурилуулсан байдаг.

Ихэнх төрлийн хөдөлгүүрүүдэд паспортын өгөгдөл дээр холхивчийн төрлийг заасан байдаг. Хэрэв хөдөлгүүрийн ачаатай холбогдох талын холхивчийг нь өнхрөх холхивч NU буюу NJ-ээр сольбол хөндлөн чигт үйлчлэх их хэмжээний хүчийг даах боломжтой болдог. Өнхрөх холхивчийг ременэн дамжлагатай ачаанд хэрэглэхэд тохиромжтой байдаг.

Тэнхлэгийн дагууд их хэмжээний хүч үйлчилдэг тохиолдолд домбон холхивчийг хэрэглэдэг. Ийм төрлийн холхивчийг босоо байрлалд суурилуулагдсан хөдөлгүүрт ихэвчлэн хэрэглэдэг. Хөдөлгүүрийг домбон холхивчтой байхаар захиалах тохиолдолд байрлуулах арга ба чиглэл, тэнхлэгийн дагууд үйлчлэх хүчний хэмжээг тооцоолсон байх хэрэгтэй.

Босоо байрлуулсан хөдөлгүүрт тэнхлэгийн дагууд их хүч үйлчлэх хандлагатай байдаг тул нэг ширхэг домбон холхивч тавих нь хангалттай биш юм. Хэвтээ байрлалд байрлуулсан хөдөлгүүрт тэнхлэгийн дагуу үйлчлэх хүч нь бага байх юмуу хүчний чиглэл өөрчлөгдөж болзошгүй байдаг тул хоёр ширхэг домбон холхивчийг ар араас нь эсвэл өөд өөдөөс нь харуулж байрлуулах нь зохимжтой байдаг. Хөдөлгүүрийн холхивчтой холбоотой мэдээллийг каталоогоос авна уу.

Холхивчийн эдэлгээ

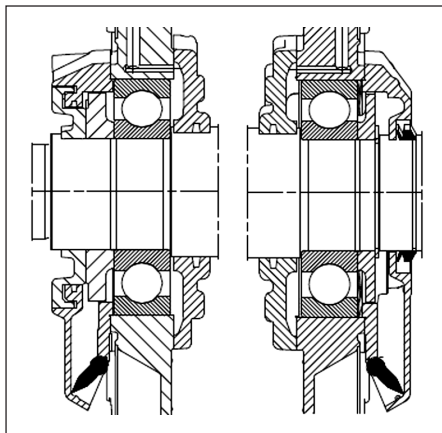
Дундаж холхивчийн хэрэглэх хугацаа L_{10h} -ийг ISO281-д үндэслэн тогтоох ба янз янзын нөхцөлд хэд хэдэн удаа угсруулан гүйцэтгэхэд нийт холхивчны 90% нь ашиглалтын хугацаандаа хүрэх буюу түүнээс хэтрэх тохиолдол байдаг. Холхивчуудын 50 хувь нь багаар бодоход 5 удаа ашиглалтын хугацаандаа хүрдэг.

Дундаж холхивчийн ашиглалтын хугацаа гэдэг нь материалын элэгдэл болж буй шинж тэмдэг илрэхээс өмнө хугацааны 90% -д хүрэх эсвэл хэтрэх үзүүлэлтийг хэлдэг. Дотор тал хангалттай тослог давхаргатай болон программын зөв хэрэглээ нь холхивчийн насжилтийг уртасгадаг. Судалгаагаар нийт холхивчны 10% нь тогтоосон ашиглалтын нэрлэсэн хугацаагаа дуусахаас өмнө эвдэрдэг байна. Ер нь бол холхивч нь баталгаат хугацаанаасаа өмнө эвдрэх асуудал байж болохгүй.

Стандарт хөдөлгүүрийн холхивчийн насжилт нь ременэн дамжлагатай үед 40,000 цаг харин шууд холболттой үед 100,000 цаг байна.

Холхивчийн хэмжээ

Найдвартай байдал гэдэг нь холхивчийн хэмжээний хамгийн гол шалгуур бөгөөд өргөн хэрэглээний хөдөлгүүрийн ачаалал ба хөдөлгүүрийн хэмжээг тооцоолоход чухал үүрэгтэй. АББ нь ашиглалтын урт хугацаатай, өндөр ачаалал даах чадвартай 63 цувралын холхивчийг хэрэглэж байна. 62 дахь цувралын холхивч нь шуугианы түвшин бага, өндөр хурдтай ажиллах чадвартай, алдагдал багатай. Холхивчний каталоги ба хөдөлгүүрийн паспортын өгөгдлийг үз.



Зураг 5.7 280-450 хэмжээтэй, төмөр их биетэй хөдөлгүүрийн холхивч

5.5 Ус зайлуулах суваг ба чийгшил

Үнэмлэхүй чийгшил гэдэг нь тодорхой хэмжээний агаар дахь усны хэмжээг хэлнэ. Үүний тоон утга буюу агаар доторх чийгний тархалтын хэмжээ нь температур нэмэгдэхэд нэмэгддэг. Харьцангуй чийгшил гэдэг нь агаарын үнэмлэхүй чийгшил болон тодорхой температур дахь орчны агаарт байгаа чийгний хэмжээг хооронд нь харьцуулсан харьцаа юм. Агаар нь шүүдэр үүсэх (харьцангуй чийгшил нь 100%) хэмээс доош хэм хүртэл хөрөх тохиолдолд хүйтэн гадаргуу дээр конденсац явагддаг.

Чийг нь зөвхөн хөдөлгүүрийн гадна гадаргуй төдийгүй дотор талыг хүртэл эзвэрүүлэх эрсдэлийг агуулж байдаг.

Бүрэн битүүмжлэгдсэн хийцтэй машин халах тохиолдолд доторх агаар нь тэлэх ба хөрөх тохиолдолд агаарын хэмжээ нь багасч байдаг. Агаарын хэмжээ ихсэх багасах нь орчны агаартай харьцангуй температурын зөрөөнөөс хамаардаг.

Хөдөлгүүр хөрөх тохиолдолд доторх агаар сийрэгших бөгөөд агаар дахь чийг нь холхивч болон тусгаарлагыг гэмтээж болзошгүй юм. Ус зайлуулах сувгын давуу тал нь холхивч болон гаргалгын хайрцгийн дундуур агаар сэлгэлт явагдах нөхцөлийг бүрдүүлж өгдөг. Ус зайлуулах сувгийг хуванцраар хийсэн таглааны тусламжтайгаар нээж, хааж болдог.

Орчны агаартай харьцуулахад температур нь өндөр байх тохиолдолд ороомгийн дээд хэсэгт халсан элементүүд очиж сууж наалдсанаар тэр хэсэгт ороомог зэврэх магадлалтай. Хэрэв хөдөлгүүрийн дотор чийг байгаа шинж илэрвэл хөдөлгүүрийг бүрэн гэмтэхээс хамгаалж, тусгай арга хэмжээ тухайлбал, тусгаарлагын эсэргүүцлийг хэмжих эсвэл хатаагч дотор хатаах гэх мэт арга хэмжээ авбал зохино.

5.6 Хөдөлгүүрт үүсэх гадны дагуу ба хөндлөн хүч

Хэрэглэгдэж байгаа зориулалт болон хөдөлгүүрийг асаах үед үргэлж үүсдэг их хэмжээний моментоос хамаараад голын ачаатай холбогддог үзүүрт гадны хөндлөн болон дагуу хүчнүүд үйлчилдэг. Хөндлөн хүчнүүд нь голын тэнхлэгт перпендикуляр байхад дагуу хүчнүүд нь голын тэнхлэгийн дагууд байна. Голын ачаатай холбогдох үзүүр нь хөндлөн болон дагуу хүчнүүдийн үйлчлэлд нэгэн зэрэг ажиллаж болно. Хөндлөн болон дагуу хүчнүүдийн байж болох хамгийн их хэмжээг каталогт хөдөлгүүр болгоны төрлөөр нь ньютонор илэрхийлсэн байгаа. Хөндлөн хүчний тухайд, голын уртасгасан хэсгийн аль хэсэг дээр ачаа сууж байгааг мэдэх нь маш чухал байдаг. Хэрвээ голын уртасгасан хэсэг нэгэн зэрэг хөндлөн болон дагуу хүчнүүдийн үйлчлэлд орж байх юм бол хөдөлгүүрийн гаргах чадлыг голын уртын дагуух байрлал бүр дээр АББ-ийн зүгээс шалгаж тогтоосон байх шаардлагатай.

5.7 Тэнцвэржүүлэлт

ISO 8821 стандартын дагуу голын гарах хэсгийн хагас хэмжээст түлхүүр (half-sized key or half-key balancing)-ийн аргаар роторын динамик тэнцвэржүүлэлтийг гүйцэтгэдэг. Шаардлагатай бол бүтэн түлхүүрийн болон түлхүүргүй тэнцвэржүүлэлтийг гүйцэтгэх боломжтой. АББ-ийн хөдөлгүүрүүд нь ISO1940/1-ийн дагуу G2.5 зэрэглэлийн тэнцвэржүүлэлтийг хангасан байдаг. Шаардлагатай бол G1 зэрэглэлийн тэнцвэржүүлэлтийг хийж гүйцэтгэж болно. Хэрвээ хөдөлгүүр чичиргээний В ангилалтай байхаар захиалагдсан бол (see Vibration - чичиргээ гэсэн хэсгийг үз) G1 зэрэглэлийн тэнцвэржүүлэлт хийгдсэн байдаг.

Тэнцвэржүүлэлтийн үр дүнг шалгадаг хоёр арга байдаг: хөдөлгүүрийн роторыг сугалж аваад тэнцвэржүүлэгч машин дээр суурилуулах эсвэл чичиргээ хэмждэг багажаар шалгах. Сүүлийнхийг нь дараах байдлаар хийж болно: Жишээ нь хөдөлгүүрийг оосорлож өргө, өлгөөтэй чигээр нь эсвэл зөөлөн резин дээр байрлуул. Хөдөлгүүрийг номиналь хурдаар нь ажиллуул тэгээд чичиргээг хэмж. Чичиргээний хэмжээ нь шинэ хөдөлгүүрийн хувьд (үйлчлэх утгаараа) 1.5 мм/сек-ээс бага байх ёстой.

5.8 Чичиргээ

Чичирхийллийн давтамжийн бодит утгыг (rms буюу үйлчлэх утга) IEC 60034-14 стандартаар тодорхойлно (Хүснэгт 5.1-ийг үз). Хэмжилтийн хязгаар нь 10-1000 Гц байх шаардлагатай. Энэ стандартын зорилго нь хөдөлгүүрийг уян суурин дээр байрлуулж, дангаар нь ямарч ачаалалгүй үед чичиргээний онцлогийг хэмжиж, нэг удаад хэд хэд дахин хэмжилт явуулж, түүнийгээ хооронд нь харьцуулах замаар хийдэг. Гэвч чичиргээ нь тухайн хөдөлгүүрийн тэнцвэржүүлэлтийн зэрэглэл мөн дамжлагын механизмын онцлог, түүний эд ангиудаас ихээхэн хамааралтай байдаг.

Ачаалалд холбогдсон хөдөлгүүрийн бодит чичиргээ нь тэнцвэржүүлэлтийн нөхцөл шаардлагыг (half key/full key) хангахгүй хэвийн бус байж болохоос гадна хөдөлгүүр болон суурийн резонанс үүсч болзошгүй юм. АББ-ийн хөдөлгүүрүүд нь чичиргээний түвшингийн А зэрэглэлийг бүрэн хангасан байдаг.

Чичиргээ нь мм/сек -ээр үйлчлэх утгаараа илэрхийлэгдсэн.



Зураг 5.8 Чичиргээг хэмжиж байна

Доргионы хэмжээ	Голын өндөр, mm	56 ≤ H ≤ 132			132 < H ≤ 280			H > 280		
		Displac. μm	Vel. mm/s	Acc. m/s ²	Displac. μm	Vel. mm/s	Acc. m/s ²	Displac. μm	Vel. mm/s	Acc. m/s ²
A	Rigid mounting	25	1.6	2.5	35	2.2	3.5	45	2.8	4.4
	Free suspension	21	1.3	2.0	29	1.8	2.8	37	2.3	3.6
B	Free suspension	11	0.7	1.1	18	1.1	1.7	29	1.8	2.8
	Rigid mounting	-	-	-	14	0.9	1.4	24	1.5	2.4

Хүснэгт 5.1 Хурд, хурдатгалын янз бүрийн утганд голын өндөрөөс H хамаарсан савалгаа, чичиргээний хамгийн дээд хязгаар

5.9 Гадаргуугийн боловсруулалт

АББ-ийн хөдөлгүүрүүдийн гадаргуугийн боловсруулалтын зэрэглэл нь ISO 12944 стандартад үндэслэгдсэн. ISO 12994-5 стандарт нь будалтын системийг бат бөх байдлаар нь 3 зэрэглэлд хуваадаг: бага (L), дунд (M), их (H). Бага бат бөх гэдэг нь 2-5 жил, дунд гэдэг нь 5-15 жил, их гэдэг нь 15 –аас дээш жил ашиглагдах боломжтой.

Бат бөх байдал гэдэг нь баталгаатай хугацаа гэсэн үг биш юм. Үүний зорилго нь эзэмшигч этгээд засвар хийх хугацааг ойролцоогоор төлөвлөхөд багцаа болдог. Будаг арилах, шохойжих, бохирдох, эвдэрч элэгдэх болон бусад шалтгаануудаас болоод ойр ойрхон засвар, арчилгаа хийгдэж болно.

АББ-ийн стандарт гадаргуугийн боловсруулалт гэдэг нь зэврэлтийн C3 зэрэглэл, бат бөхийн хэмжээ нь M байдаг (энэ нь зэврэлтийн байдал дунд зэрэг, бат бөх дунд зэрэг гэсэн үг). Зэврэлтэнд тэсвэртэй гадаргуугийн тусгай зэрэглэлийн C4 болон C5 боловсруулалтын аль алийг нь бат бөхийн M ангилалтайгаар хийх боломжтой.

Илүү дэлгэрэнгүй мэдээллийг доорх хүснэгтээс үзнэ үү. Мөн оффшор нөхцөлд хэрэглэх зориулалтаар Norsok стандартын гадаргуйн боловсруулалтыг захиалгын дагуу хийх боломжтой.

АББ-ийн хөдөлгүүрүүдийн стандарт будгийн өнгө нь хөх ногоон 8V 4.5/3.25 байдаг.

Зэврэлтийн категори	Гаднах агаар	Доторх агаар	АББ-ийн хөдөлгүүрт хэрэглэх
C1, very low	Хэрэглэдэггүй	Цэвэр агаартай дулаан байр	Боломжгүй
C2, low	Бага зэргийн бохирдолтой агаартай, ихэвчлэн хөдөө орон нутаг.	Дулаалгагүй, конденсац болох, зэв, толбо үүсэх магадлалтай	Боломжгүй
C3, medium	Хот болон үйлдвэрийн орчины агаар, хүхрийн хүчлийн бохирдолтой. Далайн эрэг хавийн бага зэрэг давстай агаар.	Их чийгтэй агаарын бохирдолтой үйлдвэрийн газрын өрөө; хүнсний үйлдвэрүүд, угаалгын газар, пивоны үйлдвэр, сүүний үйлдвэр.	Стандарт боловсруулалт хийгдэнэ.
C4, high	Үйлдвэрийн бүс болон далайн эргийн давстай агаар.	Химийн үйлдвэр, усан бассейн, далайн хөлөг болон завь хийдэг газар.	Гадаргуугийн боловсруулалтыг захиалгын дагуу code 115-р хийнэ.
C5-I, very high (industrial)	Үйлдвэрийн бүс болон далайн эрэг хавийн их чийгтэй, хүнд хортой агаартай.	Үндсэндээ бүрэн конденсац болдог, их бохир агаартай өрөө байр.	Боломжгүй
C5-M, very high (marine)	Далайн эрэг болон далай доторх давсархаг агаартай.	Үндсэндээ бүрэн конденсац болдог, их бохир агаартай өрөө байр.	Гадаргуугийн боловсруулалтыг захиалгын дагуу code 754-р хийнэ.

Хүснэгт 5.2 Хөдөлгүүрийг тавьж ашиглахыг зөвшөөрсөн орчны агаарын зэврүүлэх чанар

6. ДУУ ШУУГИАН

6.	Дуу шуугиан	80
6.1	Дууны даралтын түвшин ба дууны хүчний түвшин	81
6.2	Шүүлтүүр	82
6.3	Октав зурвасууд	83
6.4	Дууны нэмэлт үүсгэгчүүд	84
6.5	Цахилгаан хөдөлгүүр дэх дуу шуугиан үүсгэгч эд ангиуд	85
6.6	Агаар ба хийцүүдээс үүдэлтэй шуугиан	87
6.7	Дууны даралтын түвшин	88

Дуу чимээ

Орчин үед дуу шуугианы хамгийн их зөвшөөрөгдөх хэмжээг тогтоосон хориглох дүрэм хэрэглэгдэж байна. Иймээс АББ нь дуу чимээг бууруулах асуудлыг гол гол загварууддаа шалгуур үзүүлэлт болгон авч хөдөлгүүрүүдээ сайжруулж байна.

6.1 Дуу чимээний даралтын түвшин ба дуу чимээний чадлын түвшин

Дуу чимээ гэдэг нь дуу үүсгэгчээс гарч агаараар дамжин тархаж буй долгионы даралт юм. Дуу чимээг шалгахдаа дууны даралтыг децибелл (dB)–ээр хэмждэг. Чихэнд сонсогдох дуу чимээ болон үүссэн дууны долгионы хоорондын харьцаа нь 1:10000 000 байдаг. Дууны даралтын бодит хэмжээ нь асар их байдаг боловч бид чихээрээ хүлээж авах даралтын хэмжээ нь хэдэн арван 10 дБ –ийн хязгаарт байх ба дууны логарифм хэмжээ нь:

Дууны даралтын түвшин $L_p = 10 \log [(p/p_0)^2]$ [dB]

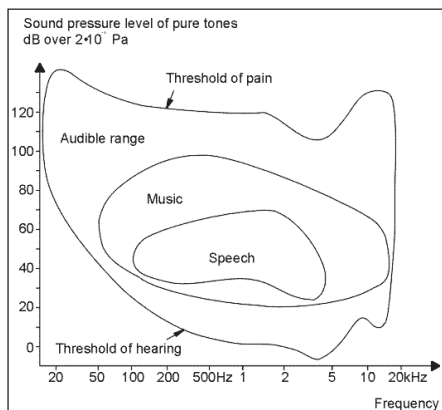
$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ - хүний сонсож чадах даралтын хязгаар

p - Хэмжилтийн үеийн даралт [Pa]

Дууны даралтыг хэмжихдээ шуугианы цуурайны нөлөөлөл болон гадны ямар нэгэн чимээнээс тусгаарлагдсан өрөөнд хэмжилт хийнэ. Зүг зүгт тархаж байгаа дуу чимээг хэмжихийн тулд хөдөлгүүрийн эргэн тойронд микрофон байрлуулна. Ихэвчлэн микрофоноо цахилгаан хөдөлгүүрийн гадаргуугаас 1 метрийн зайнд байрлуулна. Хөдөлгүүрийн доторх дуу үүсгэгчүүдээс болоод зүг зүгт өөр өөр түвшингийн дуу чимээ тархах ба 3 дБ-ийн хазайлт нь ямарч дууны даралтын түвшингийн хувьд байж болохуйц хэмжээ юм. Дууны даралтын түвшингийн мэдээлэл нь дуу гаргагчаас ямар зайнд хэмжилт хийж байгаагаас шалтгаалдаг. Тухайлбал, дуу гаргагчаас нэг метр зайд $L_p = 80$ дБ байхад гурван метр зайнд энэ нь 70 дБ болох жишээтэй.

Дууны чадал L_w -ийг тодорхойлохын тулд хэмжиж авсан дууны түвшин L_p -ийг дуу үүсгэгчээс гарах дууны чадал руу хувиргаж болно. Үүний тулд дараах томъёог ашиглана:

$L_w = L_p + L_s$ (DIN-ийн аргачлалын дагуу L_s -ийг хэмжилт хийж буй гадаргуугийн талбайгаас бодож тооцоолж олдог). Тэгэхээр, дууны чадлын түвшин нь харгалзах дууны даралтын түвшингээс нилээд их тоон утгатай байдаг. Тоон утгыг олохдоо будилж болохгүй гэдгийг анхаараарай.



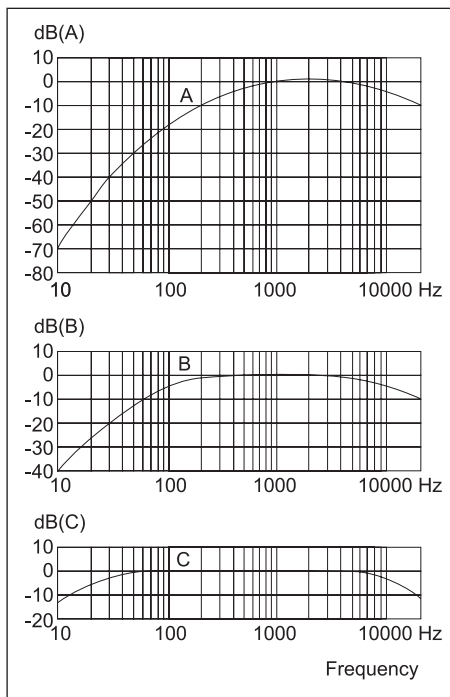
Зураг 6.1 Хүний сонсох хязгаар

Хөдөлгүүрээс гарч буй дууг дууны даралтаар биш дууны чадлаар илэрхийлэх нь илүү ойлгомжтой, тодорхой байдаг ба тухайлбал, дууны даралт нь зай болон орчны хүчин зүйлүүд (цуурай)-ээс шалтгаалсан функц байдаг бол дууны чадал нь тэдгээрээс огт хамаардаггүй. Халаалтын радиаторын нэг аналог байдаг: хэрвээ та 1000 Вт -ын халаагуураар өрөөгөө дулаацуулах гэж байгаа бол өрөөний эцсийн температур нь ханан дээрх дулаан тусгаарлагч, өрөөний хэмжээ зэргээс хамаарна. Энд тэр температур нь дууны хүчний аналог болно.

6.2 ШҮҮЛТҮҮР

Нийлмэл дуу чимээг хэмжихэд өсгөгч болон төрөл бүрийн шүүлтүүрүүдийг ашигладаг. Энэ аргаар хэмжиж авсан дБ утга дээрээ аль шүүлтүүрийг ашигласанаасаа шалтгаалаад А, В болон С-ийн утгуудыг нэмдэг. Ихэвчлэн $L_p(A)$ муруй өгөгдсөн байдаг. Энэ нь хүний чихний хүлээж авах байдалтай сайтар нийцдэг.

Шүүлтүүрүүд нь бүх л хязгаарын давтамжуудыг хүлээн авдаг боловч тодорхой хэсгийг нь л сулруулах эсвэл өсгөх үйлдэл хийдэг. Эцсийн дүн нь 40-, 70- болон 100- гэсэн цэвэр дуу авиаг харуулсан муруйнуудаар илэрхийлэгднэ.



Зураг 6.2 А, В, С хэмжээгээр шүүх үзүүлэлт

6.3 Октав зурвасууд

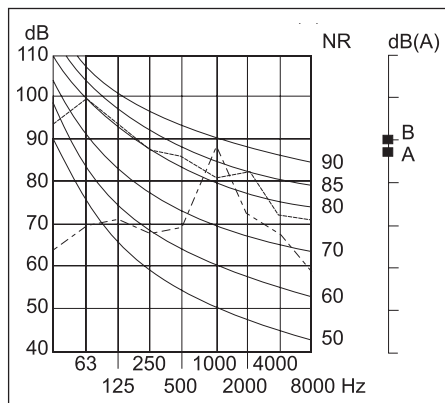
Дууны дундаж даралтын түвшинг давтамжийн зурвас болгоныг хамрах өргөн зурвасын шүүлтүүрээр хэмждэг. Хүний чихний сонсгол октав зурвасаас хамааралтай байдаг тул октав зурвас (frequency band давтамжийн зурвас) дахь дуу чимээг олж тогтоох зорилгоор хэмжилтийг нарийн зурвасын шүүлтүүрээр гүйцэтгэдэг.

Октав зурвасын анализ

Нийлмэл дуу чимээний онцлог шинжийг олж тогтоохын тулд амьдрал дээр давтамжийн хязгаарыг октав зурвастай 1:2 гэсэн харьцаагаар давтамжийн хязгаар дотор хувааж өгдөг. Давтамжийн хязгаар нь тухайн бүсийн давтамжийн хагаст харгалзаж байхаар авдаг. Хэмжиж авсан дБ утгаараа бүх октав зурвасуудын хувьд октав зурвасын ерөнхий зураг диаграммыг гаргаж авдаг.

Бидний мэдэх NR муруй буюу шуугиан эрэмбэлэх муруйн систем нь ISO-ийн дагуу шинэчлэгдэн, сайжруулагдсан ба янз бүрийн дуу чимээний хоорондын ялгааг тодруулж өгөх зориулалттай. Эдгээр муруйнууд нь эвдрэл гэмтэл үүсгэх эрсдэлтэй дуу чимээг олж тогтооход чиглэгддэг. Үүнтэй ижил төстэй системийг бас ашиглаж болно. NR муруй дээрх тоонууд нь шуугианы эрэмбийг (degree) илэрхийлж байдаг.

1000 Гц-ийн хагас (дундын) давтамжид хамаарах октав бүсийн тоон утга нь дуу чимээний даралтын түвшинг дБ-ээр илэрхийлж байгаа юм. Хөдөлгүүрийн дууны муруйтай огтлолцож байгаа NR муруй нь хөдөлгүүрийн доторх дуу чимээний хир эрчимтэй (rating эрэмбэ) байгааг тодорхойлдог. Доорх хүснэгт нь дуу чимээг эрэмбэлэж харуулсан болно. Энэ нь гэмтэл гарч байгааг анзаарахгүйгээр тухайн дуу чимээтэй орчинд хүн хэдий хир хугацаагаар байх вэ гэдгийг харуулдаг.



A ----- Гэмтэл гарсныг сонсохгүй. NR 85 муруй хөдөлгүүрийн дуу чимээний муруйтай огтлолцож байна. Дуу чимээний түвшин нь 88 дБ(A) байна.

B ----- Гэмтэл гарсныг сонсоно. NR 88 муруй хөдөлгүүрийн дуу чимээний муруйтай огтлолцож байна. Дуу чимээний түвшин нь 90 дБ(A) байна.

NR	Өдөрт үргэлжлэх хугацаа
85	> 5 цаг
90	= 5 цаг
95	= 2 цаг
105	< 20 минут
120	< 5 минут

Зураг 6.3 Шуугианы түвшин (NR)-ий муруй

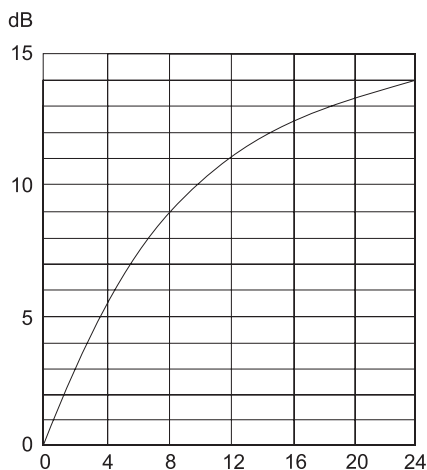
6.4 Нэмэлт дууны үүсгүүр

Дууны түвшний ялгааг олж сонсох

1 дБ ялгаатай дууны түвшний ялгааг хялбархан олж тогтоож болох ба 10 дБ ялгаатай дууны түвшинг хоёр дахин нэмэгдүүлэх эсвэл хоёр дахин багасгах замаар олж тогтоодог.

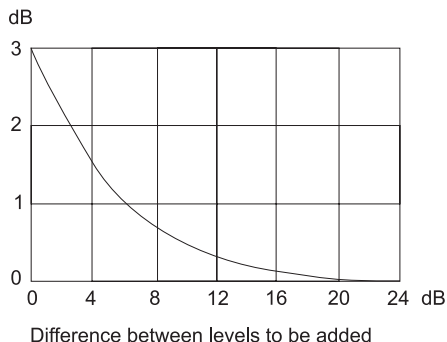
Доорх диаграм нь хэд хэдэн үүсгүүр зэрэг дуу гаргаж байгаа тохиолдолд нийт дууны даралтын түвшинг илэрхийлж байгаа болно. Жишээ нь, диаграм А нь ижил төстэй дуу гаргаж байгаа хоёр үүсгүүрийн дууны түвшинг хооронд нь нийлүүлэх юм бол нийлбэр дууны даралтын түвшин нь 3 дБ-ээр их байдгийг харуулж байна. Диаграм В нь дуу үүсгэгчүүд өөр өөр даралтын түвшинтэй дуу гаргаж байгаа тохиолдолд дууны даралтын түвшин нь хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг харуулж байна.

Гэвч, логарифм утгуудыг хооронд нь нэмэх буюу хасахаас өмнө тэдгээр нь үнэмлэхүй утга руугаа шилжүүлэгдсэн байх ёстой. Дуу үүсгэгчүүдийг нэмэх буюу хасах үйлдлийг илүү хялбар аргаар доорх диаграмыг ашиглаж хийдэг.



Number of sound sources of equal strength

Ижил долгионтой дуунуудыг нэмэх.
Хоёр ширхэг үүсгэгч байвал нийт түвшин нь 3 дБ-ээр, дөрвөн үүсгүүр байвал 6 дБ-ээр гэх мэтчилэнгээр тус тус нэмэгдүүлнэ.



Өөр өөр долгионтой дуунуудыг нэмэх.
Хэрвээ хоёр дууны даралтын түвшин нь 10 дБ-ээс их байвал доод түвшингийнх нь долгион нийт даралтын түвшинд төдийлөн нөлөөлдөггүй тул тооцохгүй байж болно.

6.5 Цахилгаан хөдөлгүүр дэх дуу шуугиан үүсгэгч эд ангиуд

Хөдөлгүүрээс гарах нийлбэр дууны хүчийг бий болгож байгаа өөр хоорондоо хамааралгүйгээр зэрэг дуу гаргах гурван үүсгүүр байна гэж үзэж болох юм. Эдгээр үүсгүүрүүд нь соронзон, хөргөлтийн болон механик буюу эргэлтийн дуу чимээ үүсгэгчүүд байдаг. Соронзон шуугиан нь агаарын завсарт тархаж байгаа соронзон хүчний өөрчлөлтийн улмаас үүсдэг.

Эргэлдэж байгаа хөргөлтийн сэнс нь хөргөлтийн шуугианы ихэнх хэсгийг үүсгэдэг. Эргэлтийн шуугиан нь дараах тохиолдолд бий болдог: 1) гөлгөр бус биет (ротор) нь тодорхой хэмжээний саад бүхий хөндий дотор эргэлдэж байгаа 2) гол болон холхивч өөр хоорондоо хүрэлцэж байгаа. Аль ч дуу шуугианы хэмжээ нь хөдөлгүүрийн төрлөөс хамаардаг. Хөдөлгүүр доторх аль ч дуу үүсгэгчийн хувьд дараах хүчин зүйлүүд нөлөөлдөг:

Соронзон шуугиан P_{magn} [W]

- гол дээрх ачаалал
- хүчдэл, гүйдэл, давтамж, гүйдлийн төрөл
- ороомгийн параметрууд
- ховилын геометр хэмжээ
- тархалт, жигд бус байдал болон бусад.

Хөргөлтийн шуугиан P_{cool} [W]

- сэнсний төрөл: дагуу, хөндлөн, эсвэл холимог урсгалтай
- эргэлтийн хурд, сэнсний диаметр
- агаарын урсгалын хурд
- хөргөх арга: хаалттай эсвэл нээлттэй, ус эсвэл агаар.

Механик буюу эргэлтийн шуугиан P_{rot} [W]

- хөргөлтийн төрөл: хаалттай эсвэл нээлттэй
- холхивчийн төрөл
- хурд.

Цахилгаан машины децибелээр илэрхийлсэн нийт дууны хүчний түвшин L_{wtot} -ийг дараах байдлаар тодорхойлж болно:

$$L_{\text{wtot}} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{magn}} + P_{\text{cool}} + P_{\text{rot}}}{P_{\text{ref}}} \right)$$

энд $P_{\text{ref}} = 1 \text{ pW}$ гэдэг нь жишиг дууны хүч. Уг томъёо нь цахилгаан машины нийт дууны хүчний түвшин нь бүх дуу шуугиан үүсгэгчүүдээс хамаарна гэдгийг илтгэж байна.

Уг томъёо нь цахилгаан машины нийт дууны хүчийг бууруулахад их ач холбогдолтой байдаг. Бууруулах арга хэмжээ нь юуны түрүүнд гол дуу гаргагч үүсгүүрт анхаарлаа хандуулах шаардлагатай. Дараах жишээнүүд үүнийг нотлон харуулах болно:

- 2-туйлтай, шууд хөргөлттэй хөдөлгүүрийн хувьд, ачааллын хэмжээ, тэжээлийн хувиргуурын аль нь ч машины нийт дууны хүчний түвшинг нэмэгдүүлдэггүй бөгөөд зөвхөн хөргөлтийн дуу шуугиан нь нийт дууны хүчний 99 % -ийг үүсгэдэг.
- 8-туйлтай, бүрэн битүүмжлэгдсэн, усан хөргөлттэй машины хувьд, гарч байгаа нийт дуу нь зөвхөн соронзон шуугиан байдаг тул ачаалал болон тэжээлийн хувиргуур нь бага хэмжээгээр шуугианыг нэмэгдүүлж болно.
- Хувьсах гүйдлийн машины ачааллын хэмжээ нь соронзон шуугианы гаралтыг илэрхий нэмэгдүүлдэг боловч давтамжийн хувиргуур нь гарах дуу шуугианыг маш бага хэмжээгээр нэмэгдүүлнэ.
- Сэнсний загварыг сайжруулснаар хөргөлтийн шуугианыг бууруулах боломжтой. Үүнтэй уялдаад, сэнсний диаметр багассанаар хөдөлгүүрийн нийт ашигт үйлийн коэффициент нэмэгдэнэ гэсэн үг юм. Гэвч, хөдөлгүүрийг хангалттай сайн хөргөхийн тулд хангалттай том сэнсээр агаарыг сайтар урсгаж өгөх ёстой болдог.
- Их чадлын хөдөлгүүрүүдэд дуу намсгагч тавьж өгснөөр шуугианы түвшинг багасгах боломжтой. Их чадлын, 2-туйлтай хөдөлгүүр дээр зөвхөн нэг тийш эргэж нэг чиглэлд агаарыг урсгах сэнс тавьж өгснөөр гарах шуугианыг багасгах боломжтой.
- Зөвхөн нэг тавилтай PWM хувиргуур ашиглаж байгаа хөдөлгүүр нь тодорхой октав бүсэд дуу шуугиан гаргадаг тул хувиргуурын давтамжийг өөрчлөхөд тэр дуу чимээ илэрхий өөрчлөгддөг. Хувиргуур нь цэвэр синусоид хүчдэлийг бий болгодоггүй.
Гэвч, АББ-ийн Моментийг Шууд Удирддаг хувиргуурууд нь тогтоосон нэг давтамжид ажилладаггүй тул нэг ижил хөдөлгүүрт зөвхөн нэг тавилтай хувиргуур ашигласнаас маш бага дуу шуугиан гаргадаг болно.

6.6 Агаар ба хийцүүдээс үүдэлтэй шуугиан

Дуу шуугиан нь хоёр замаар үүсэн тархаж болно. Хөдөлгүүрийн гадаргуугийн чичиргээнээс үүдэлтэй агаар дахь биетүүдийн үүсгэх шуугиан нь агаараар дамжин тархана. Хөдөлгүүрийн хийцүүдийн үүсгэх шуугиан нь холхивчоос шалтгаалахаас гадна соронзонгоос шалтгаалах шуугиан буюу хөдөлгүүрийн их бие, суурь, хана болон аль нэг холболтын хоолойны чичиргээнээс үүдэлтэй байж болно.

Агаарт үүсэх шуугиан

Хэрэглэгчийн онцлогоос шалтгаалаад, агаарт үүсэх шуугианыг дуу намсгагч эсвэл тодорхой чиглэлгүй сэнсийг тавьж өгснөөр багасгах боломжтой.

Хийцүүдээс үүсэх шуугиан

Хийцүүдээс үүсэх шуугианыг арилгах хамгийн үр дүнтэй арга бол хэмжээг нь сайтар тааруулсан чичиргээ намтгагч жийргийг тавьж ашиглах явдал юм. Таарч тохирох жийргийг сонгож болох хэдий ч шуугианыг бүр ихэсгэж ч болзошгүй юм.

6.7 Дууны даралтын түвшин

Дараах хоёр хүснэгт нь 400 В хүртэлх хүчдэлтэй, 50 Гц –ийн давтамжинд ажилладаг үйлдвэрийн процесст зориулагдсан хөдөлгүүрүүдийн дууны даралтын түвшинг харуулсан болно. Хангалттай хэмжээний харьцуулж үзэх хэмжилтийн өгөгдлүүд байдаг тул нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүдийн хувьд бид шуугианы түвшинг тодорхойлохдоо дууны даралтыг хэрэглэсээр байгаа юм.

Дууны даралтын түвшинг дууны чадал руу ойролцоогоор хувиргахын тулд, тухайн дууны даралтын утган дээр хамгийн арын баганд байгаа харгалзах утгыг нэмэх хялбар аргыг хэрэглэнэ. Хоёр тоо нь хоёулаа децибелээр илэрхийлэгдсэн. Хувиргаж байгаа өгөгдсөн тоон утгууд нь барагцаалсан тоо бөгөөд хөдөлгүүрийн уртын хэмжээ болон төрлөөс хамаараад өөр өөр байх болно.

Их бие-ний хэм-жээ	2 туйл-тай dB(A)	4 туйл-тай dB(A)	6 туйл-тай dB(A)	8 туйл-тай dB(A)	Нэмж авах дууны хүч
63	54	40	38	32	5
71	58	45	42	43	6
80	60	50	47	50	6
90	63	50	44	52	7
100	62	63	49	53	7
112	68	64	56	55	8
132	73	66	61	58	8
160	69	65	59	59	9
180	69	62	59	59	9
200	72	63	63	68	10
225	74	66	63	60	10
250	75	67	63	63	11
280	75	67	63	63	11

Хүснэгт 6.1 Хөнгөн цагаан гэртэй хөдөлгүүрүүдийн дууны даралтын түвшин

Их бие-ний хэм-жээ	2 туйл-тай dB(A)	4 туйл-тай dB(A)	6 туйл-тай dB(A)	8 туйл-тай dB(A)	Нэмж авах дууны хүч
71	58	45	42	43	6
80	60	50	47	50	6
90	69	56	44	53	7
100	68	58	49	53	7
112	70	59	66	55	8
132	70	67	57	58	8
160	69	62	59	59	9
180	69	62	59	59	9
200	72	63	63	60	10
225	74	66	63	63	10
250	75	67	66	65	11
280	77	75	70	72	12
315	78	78	70	72	13
355	83	78	75	75	14
400	82	78	77	71	15
450	85	85	81	80	15

Хүснэгт 6.2 Төмөр гэртэй хөдөлгүүрүүдийн дууны даралтын түвшин

7. СУУРИЛУУЛАЛТ БА ЗАСВАР ҮЙЛЧИЛГЭЭ

7.	Суурилуулалт ба засвар үйлчилгээ	90
7.1	Хүргэгдэж ирсэн хөдөлгүүрийг хүлээн авах	91
7.2	Тусгаарлагын эсэргүүцлийг шалгах	91
7.3	Чангалах хүч	92
7.4	Ажиллуулах	92
7.5	Арчилгаа	93
7.6	Суурь	94
7.7	Ачаатай холбох дамжлага холбоос	95
7.7.1	Дамар болон холбогчийг угсрах	96
7.8	Гулсах зам төмөр	97
7.9	Холхивчийг угсрах	98
7.10	Тосолгоо	98
7.11	Гал хамгаалагчийн хэмжээ	99

Суурилуулалт ба засвар үйлчилгээ

Хөдөлгүүр бүрийг дагалдаж ирсэн гарын авлагын дагуу суурилуулж, тохируулах шаардлагатай. Энэ бүлэгт суурилуулалт болон засвар үйлчилгээ хийх ерөнхий удирдамжийг багтаасан.

7.1 Хүргэгдэж ирсний дараа хүлээн авах

1. Хүргэгдэж ирмэгц тоног төхөөрөмж тээвэрлэлтийн явцад гэмтсэн эсэхийг шалгах. Хэрвээ ямар нэгэн гэмтэл илэрвэл нэн даруй төлөөлөгчийн газарт мэдэгдэх.
2. Паспорт дээрх номиналь үзүүлэлтүүдийг шалгах. Хүчдэл болон ороомгийн холболтонд (од эсвэл гурвалжин) онцгойлон анхаарал тавь.
3. Хэрвээ тээвэрлэлтийн үеийн лац байвал авах, голыг гараараа эргүүлж чөлөөтэй эргэж байгаа эсэхийг магадлах.

7.2 Тусгаарлагын эсэргүүцлийг шалгах

Хөдөлгүүрийг ажлын комисст оруулахын өмнө, эсвэл ороомгийн чийг илэрвэл тусгаарлагын эсэргүүцлийг заавал хэмжих шаардлагатай.

Эсэргүүцлийн 25°C -д харгалзах утга нь $10\text{ M}\Omega$ -оос илүү гарч байх ёстой (тогтмол гүйдлийн 500 В эсвэл 1000 В хүчдэлээр хэмжсэн тохиолдолд). Тусгаарлагын эсэргүүцлийн утга нь орчны температур 20°C –аар нэмэгдэх тутамд хоёр дахин багасдаг.



АНХААР: Хөдөлгүүрийн их биеийг газардуулах бөгөөд цахилгаан гүйдэлд цохиулах эрсдлээс зайлсхийж, хэмжилт хийсний дараа нэн даруй ороомгуудыг их биетэй нь цэнэг шавхах шаардлагатай.

Хэрвээ эсэргүүцэл байх ёстой утгандаа хүрэхгүй байвал ороомог хэтэрхий чийгтэй байгаа тул хатаах зууханд хийж 90°C -д 12-16 цагийн турш, дараа нь 105°C -д 6-8 цагийн туршид хатаана. Хэрвээ бөглөө бүхий ус зайлуулах сувагтай бол зууханд хийж хатаах болгоны өмнө түүнийг авах, хэрвээ хаалт клапантай бол онгойлгох ёстой.

Ороомгууд нь далайн усанд норсон бол ихэнхдээ дахин ороох шаардлагатай байдаг.

7.3 Чангалах хүч

Дараах хүснэгт нь чангалах хүчний (момент) нийтлэг зааварчилгаа юм. Чангалах моментийг тодорхойлохдоо хөдөлгүүрийн их биеийн материал болон гадаргуйн боловсруулалтыг тооцоолсон байх шаардлагатай.

Хэмжээ	4.60 Nm	6.8 Nm	8.8 Nm	10.9 Nm	12.9 Nm
M2.5	0.24	-	-	-	-
M3	0.42	-	-	-	-
M5	2	4	5	8	9
M6	3	7	9	13	15
M8	8	16	21	33	37
M10	16	32	43	63	73
M12	27	55	73	108	126
M14	44	88	117	172	200
M16	67	134	180	264	309
M20	130	262	363	517	605
M22	176	353	495	704	824
M24	226	450	625	890	1040
M27	330	660	915	1300	1530
M30	450	900	1250	1780	2080
M33	610	-	-	-	-
M36	780	-	-	-	-

Хүснэгт 7.1 Ган боолт болон гайкыг чангалах момент

7.4 Ажиллуулах

Ажиллуулах нөхцөл

Нам хүчдэлийн хөдөлгүүрүүд нь үйлдвэрийн газруудад дараах нөхцөлд ашиглагдах зориулалтаар хийгддэг:

- Орчны хэвийн температурын хязгаар нь - 20°C –аас + 40°C хүртэл
- Хамгийн ихдээ далайн түвшнээс дээш 1000м өндөрт
- EN/IEC 600034-1 (2004) –ийн дагуу тэжээлийн хүчдэлийн хэлбийлт нь ±5 % ба давтамж нь ±2 % байдаг.

Аюулгүй ажиллагаа

Бүх хөдөлгүүрүүдийг холбогдох эрүүл мэндийн болон аюулгүй ажиллагаа, тухайн улсын хууль тогтоомжийн шаардлагад хангасан, мэргэшсэн ажилтан суурилуулж, ажиллуулах ёстой. Тухайн орны шаардлагад нийцүүлэн, суурилуулах болон ажиллуулах газар дээр осол, гэмтлээс урьдчилан сэргийлж, аюулгүй ажиллагааны шаардлагатай тоног төхөөрөмжөөр хангасан байх ёстой.



АНХААР: Бага чадлын хөдөлгүүр удирдлагын самбарт суурилуулсан мэдрэмтгий залгуурын тусламжтайгаар шууд автоматаар тэжээгдэж болзошгүйг анхаар.

Ослоос урьдчилан сэргийлэх

Хөдөлгүүр дээр хэзээ ч бүү зогс. Түлэгдэхээс урьдчилан сэргийлж, ажиллаж байх үед нь гадна гэрт нь бүү хүр. Давтамжийн хувиргуур бүхий тэжээлтэй ашиглагдахаар хийгдсэн зарим хөдөлгүүрүүдэд тусгай заавар дагалдаж ирдэг.

7.5 Арчилгаа

Хадгалалт

- Хөдөлгүүрүүдийг байнга хуурай, доргио чичиргээ байхгүй, тоосгүй байранд хадгалах шаардлагатай.
- Машины хамгаалагдаагүй гадаргуу (голын ачаатай холбогдох хэсэг болон фланц) нь зэврэлтийн эсрэг арга хэмжээ авагдсан байх.
- Зэврэлт үүсэхээс урьдчилан сэргийлж, голыг үе үе гараараа эргүүлж байхыг зөвлөж байна.
- Хөдөлгүүр дотор усны конденсац үүсэхээс зайлсхийж, анти-конденсацийн халаагуур суурилуулж, хангалттай хугацаагаар залгаж ажиллуулж байхыг зөвлөж байна.
- Хэрвээ нэг фазын хөдөлгүүрт электролитийн конденсатор ашиглагдаж байгаа бол 12 сараас илүү хугацаагаар хадгалалтанд байсан тохиолдолд "солих" шаардлагатай.

Тээвэрлэлт

Хөдөлгүүрүүд нь бортого хэлбэрийн эргэлдэгч хэсэгтэй мөн холхивчууд нь тодорхой өнцгөөр шүргэлцэж байрладаг зэргээс болоод аюулгүй байдлын үүднээс тээвэрлэлтийн үед заавал түгжиж, бэхэлсэн байдаг.

Хөдөлгүүрийн жин

Ижилхэн овор хэмжээтэй ч гэсэн хөдөлгүүрүүдийн нийт жин болон хүндийн төв нь өөр өөр чадалтай, суурилуулах байдал, туслах төхөөрөмжүүдээсээ болоод янз янз байдаг. Хөдөлгүүрийн бодит жин нь түүний паспорт дээр бичигдсэн байна.

7.6 Суурь

Хөдөлгүүрийг ашиглах хэрэглэгч нь хөдөлгүүрт зориулагдсан суурийг бэлтгэх хариуцлагыг бүрэн хүлээнэ.

Суурь нь тэгш, гөлгөр, хэрвээ боломжтой бол доргио, чичиргээнээс ангид байх. Иймээс суурийг бетоноор хийхийг зөвлөдөг. Хэрвээ сууринд метал ашигласан бол түүнийг зэврэлтээс хамгаалсан боловсруулалт хийсэн байх шаардлагатай.

Суурь нь тохиолдож болзошгүй богино холбооны гүйдлийн үйлчлэлд ороход найдвартай тэсвэртэй байхаар хийгдвэл зохино. Богино холбооны үеийн момент нь хамгийн эхлээд синусиод хэлбэртэй цохилтын хүчийг үзүүлэх бөгөөд эерэг юмуу сөрөг аль нь ч байж болно. Суурьт үзүүлэх цохилтыг хөдөлгүүрийн каталог дотор байгаа хүснэгтийн өгөгдлийг ашиглаад тооцоолон гаргаж болох ба доорх томъёогоор бодно.

$$F = 0.5 \times g \times m + \frac{4 \times T_{\max}}{A}$$

энд F -хажуу талаас үйлчлэх хүч, ньютон N

g -чөлөөт уналтын хурдатгал, 9.81 m/s²

m -хөдөлгүүрийн жин, kg

T_{max} -хамгийн их момент, ньютон * м Nm

A -хөдөлгүүрийн анкер боолтны нүхний хоорондын зай, m.

A –ийн хэмжээг хөдөлгүүрийн хэмжээсний зурагт миллиметрээр өгсөн байгаа.

Суурийн хэмжээг тооцоолохдоо тоног төхөөрөмжийн өөрийнх нь үүсгэх давтамж болон гадны янз бүрийн интерференц давтамжуудыг тусгаарласан хангалттай хэмжээний резонансын завсартай байхаар бодож хийнэ.

Суурийн хавтан

Хөдөлгүүр нь суурийн хавтан буюу улны хавтгай суурьтайгаа найдвартайгаар бэхлэгдсэн байх ёстой. Ачаатайгаа ременэн дамжлагаар холбогддог хөдөлгүүрүүд нь гулсаж, хөдөлгөх зориулалттай зам төмөр дээр бэхлэгдсэн байх ёстой.

Суурийн хавтанд хөдөлгүүрийг бэхлэх анкер боолтыг анхнаас нь хийж өгсөн байх бөгөөд энэ боолтоор хөдөлгүүрийн өөрийнх нь ултай боож бэхлэнэ. Хавтан болон хөдөлгүүрийн ул хоёрын хоорондын завсарт 1-2 мм зузаантай ивээснүүдийг хийж сайтар тохируулах ба хавтан болон статорын ул дээрх тэмдэглэгээг хар. Хөдөлгүүрийг суурин дээр байрлуулж, дамжлагын холбоосыг хий. Тэгш ус эсвэл лазеран түвшин хэмжигчийг ашиглаад хөдөлгүүрийн гол хэвтээ хавтгайд байрлаж чадсан эсэхийг магадла. Статорын их биений өндрийг шураг эсвэл ивээсний тусламжтайгаар тохируулж болно. Дамжлагын холбоосыг зөв хийсэн эсэхийг магадласныхаа эцэст түгжээг хий.

7.7 Ачаатай холбох дамжлага холбоос

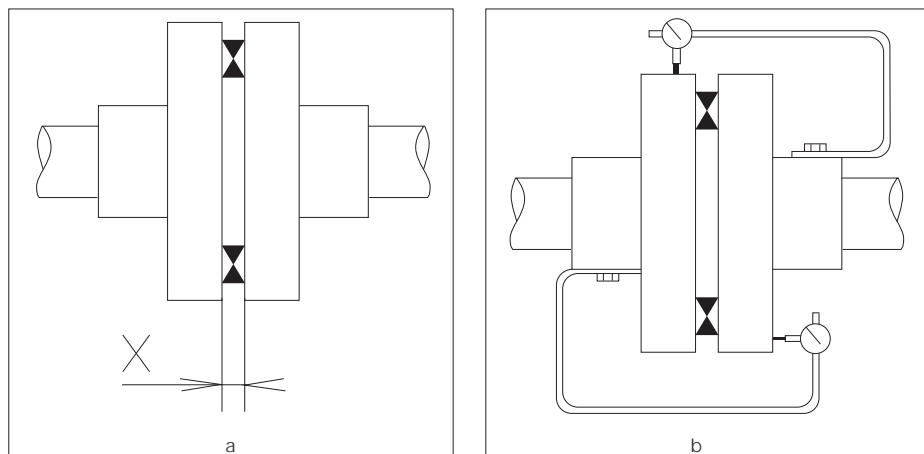
Хөдөлгүүрүүдийн дамжлага холбоосыг байнга шалгаж, тохируулж байх хэрэгтэй. Ялангуяа шууд холбогдож байгаа хөдөлгүүрт энэ нь маш чухал байдаг. Дамжлага холбоосыг алдаж тохируулах юм бол холхивч эвдрэх, чичиргээ үүсэх, цаашилбал бүр гол хугарах хүртэл гэмтэлд хүргэнэ. Холхивч эвдрэх эсвэл чичиргээ үүсэх шинж тэмдэг илэрвэл нэн яаралтай дамжлага холбоосыг шалгах хэрэгтэй.

Хамгийн найдвартай тохируулга хийх арга бол завсарыг хэмжих хос хэмжүүр ашиглах юм (100 –р хуудас). Хэмжүүр бүрийг дамжлага холбоос тус бүрт байрлуулахад тэдгээр нь хоёр холбоосны дагуу болон хөндлөн чиглэлийн зөрөөг зааж байх болно. Хэмжүүрийн заалтыг ажиглангаа зөөлөн эргэлдүүлж, тохируулга хийх шаардлагатай байгаа талыг олж тогтоож болно. Аль нэг талынх нь суурийн боолтыг суллаж, хөдөлгөж тохируулга хийх нь тохиромжтой байдаг.

Хөдөлгүүрийн болон ачаа болох төхөөрөмжийн голуудын тэнхлэг хоорондоо яг давхцах буюу эсвэл зэрэгцээ байгааг шалгаж тогтоохын тулд зураг 7.2 зурагт үзүүлсэнчлэн холбогчийн хоёр хэсгийн гадна перимерийн зайг хэмжинэ. Хоёр хэсгийг цугт нь харилцан байрлалыг өөрчлөхгүйгээр 90° эргүүлж, хэмжилтээ яг ижил цэгт хийнэ. Тэгээд 180° болон 270° -т тус тус хэмжилт хийж зайг шалгана. Ердийн хэмжээтэй холбогч дамжлагын хувьд хамгийн их болон хамгийн бага зайны хоорондын зөрөө нь 0,05 мм-ээс хэтрэхгүй байх ёстой.

Голуудын төв нь яг өөд өөдөөсөө харж байрласан эсэхийг мөн шалгаж болох бөгөөд үүний тулд холбогдох дамжлагын нэг хагас дээр нь шугам байрлуулаад нөгөө хагасын гадна талаас хир их зайтай байгааг дөрвөн байрлалд шалгаж зэрэгцээ байдалд тохируулж болно. Хамгийн их болон хамгийн бага зайны хоорондын зөрөө нь 0.05 мм-ээс хэтрэхгүй байвал зохино.

Хөдөлгүүртэй холбогдон ажиллаж байгаа машины их биений температур нь ердийн ажлын горимын үед хөдөлгүүрийн өөрийнх нь температураас их байх тохиолдолд тэлэлтийн улмаас голын өндөрийн хэмжээ ихсэнэ гэдгийг тусгасан байх шаардлагатай. Хөдөлгүүрийн хувьд, бүрэн ачаалалтай үеийн халалтанд, орчны температуртай байх үеийнхээс 0,03 % -иар их болдог. Насос болон араат механизмын үйлдвэрлэгчээс ирүүлсэн, суурилуулалтын зааварт зарим тохиолдолд ажиллагааны хэвийн горимын үеийн температурт голнуудын хоорондын босоо болон хэвтээ байрлалын зайнуудыг тусгаж өгсөн байдаг. Тоноглол ажиллаж байхад дулааны тэлэлтийн улмаас холхивчинд доргио, чичиргээ болон бусад хүндрэл үүсэхээс зайлсхийж, шалгаж байвал зохино.



Зураг 7.2 Хөдөлгүүрийн дамжлага болон тэнхлэгийн тохиргоо

7.7.1 Дамар болон холбогчийг угсрах

Дамар болон холбогчийг угсрахдаа холхивчийг гэмтээхээс сэргийлж маш болгоомжтой ажиллах хэрэгтэй. Тэдгээрийг угсрахдаа хүчлэхгүй, гаднаас нь хөшихгүй байвал зохино. Хүндрэлгүйгээр угсрахын тулд дамар болон холбогчийг угсрахаасаа өмнө халаавал зохино. Дамар болон холбогчийг индукцийн халаагуур, хийн асаагуур (галт бамбар) болон зууханд хийж халааж болно.

Холбогч буюу дамрыг хөдөлгүүрийн гол руу гулгуулж суулгах тохиодолд түүнийг гол дээр суух хэсгийн хагас зайд хүртэл нь гараараа түлхэж оруулна. Дараа нь тусгай боловсруулалт хийгдсэн боолт болон шахагч багажны тусламжтайгаар зохих байрлал хүртэл нь гол дээрх түгжээнд оруулж, суулгаж өгнө.

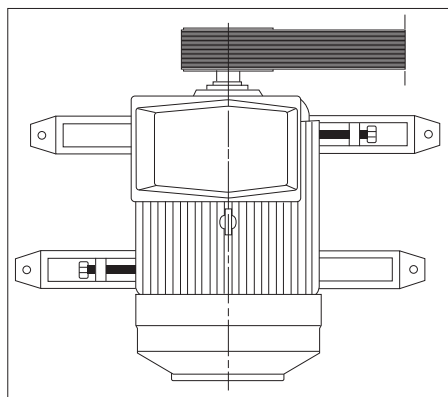
7.8 Гулсах зам төмөр

Ременэн дамжлагатай хөдөлгүүр нь зураг 7.3 –т үзүүлсэнчлэн гулсах зам төмөр дээр бэхлэгдсэн байх ёстой. Зам төмрүүдийг хэвтээ байрлалд ижилхэн өндөрт байрлуул. Дараа нь хөдөлгүүр болон зам төмрийг суурин дээр байрлуулж, хөдөлгүүрийн тэнхлэг зам төмрийн голд таарч байхаар тохируул. Хөдөлгүүрийн тэнхлэг нь дамжлагын тэнхлэгтэй зэрэгцээ байгааг магадласны дараа үйлдвэрлэгчээс ирүүлсэн зааврын дагуу ременийг чангал. Ремений таталтын хүчийг (холхивчны хөндлөн ачаа) хөдөлгүүрийн каталогт заасан хэмжээнээс бүү хэтрүүл. Ременьтэй ойр байгаа зам төмрийн чангалах боолт нь хөдөлгүүр болон дамжлагын төхөөрөмжийн хооронд байхаар байрлуулна. Нөгөө зам төмөр дээрх чангалах боолт нь өөр байрлалтай байвал зохино. Тохируулга хийсний дараа хөдөлгүүрийг зам төмөр дээр боолтлоор хөдөлгөөнгүй бэхэлнэ.

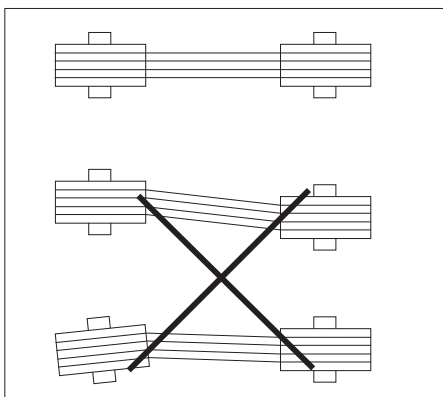


АНХААР: Ременийг бүү хэт чангал. Хэт чангалвал холхивчийг гэмтээх болон голын тэнхлэгийн тохиргоог алдагдуулна.

Ременэн дамжлагын гулсах зам төмрийн байдал.



Ременэн дамжлагын үед тэнхлэгүүд зэрэгцээ, муфтнууд нь нэг шугаманд байх ёстой.



Зураг 7.3 Гулсах замыг угсрах

7.9 Холхивчийг угсрах

Холхивчинд байнга онцгой анхаарал хандуулж бай. Холхивчуудыг угсрахдаа халаах буюу тусгай багаж ашиглах ба сугалахдаа татагч багажийг ашиглана. Халаах дээд температур нь 100 °C байна. Дэлгэрэнгүй мэдээлэлийг холхивч нийлүүлсэн газраас авч болно.

Холхивчийг хөдөлгүүрийн гол дээр суулгахдаа хүйтэн эсвэл халуун аль аль байдлаар суулгаж болно. Зөвхөн жижиг хэмжээтэй холхивч, мөн гол руу гүн суудаггүй холхивчуудыг хүйтнээр нь суулгахад тохиромжтой байдаг. Гол дээр чанга барьж суудаг холхивчуудыг угсрахын өмнө халуун тостой саванд хийж эсвэл тусгай халаагчаар халаана. Тэгээд дотор талын цагирагт нь таарсан тусгай ханцуй маягийн төхөөрөмжөөр халуунаар нь шахаж угсарна. Тосоор дүүргэгдэж битүүмжлэгдсэн буюу тусгай хамгаалалттай холхивчийг халаах шаардлагагүй.

7.10 Тосолгоо

Найдвартай ажиллах гэдэг нь холхивчийг зохион бүтээх болон холхивчийн тосолгооны системийн гол асуудал юм. Учир нь АББ –ийн стандарт нь L_1 -шаардлагыг мөрддөг: хөдөлгүүрийн 99% нь баталгаат хугацаандаа хүрч ажиллах. Тосолгооны ажиллах хугацаа нь мөн L_{10} -шаардлагын дагуу ө.х. хөдөлгүүрийн баталгаат хугацааны 90 % хүртэл ажиллахаар тооцоологдсон байдаг. L_{10} -ын хэмжээ нь L_1 -ийн хэмжээтэй харьцуулахад хоёр дахин их байдаг ба АББ-ийн шаардлагад нийцэх боломжтой.

Байнга тослох шаардлагатай холхивч бүхий хөдөлгүүр

250 хүртэл хэмжээтэй хөдөлгүүрүүд нь Z болон 2Z төрлийн байнга тослох шаардлагатай холхивчтой байдаг. Ийм хөдөлгүүрүүдийн холхивчийг тос шахагчаар гүйцэтгэнэ.

Холхивчийн ашиглах хугацааны талаарх заавар

- 4 туйлт хөдөлгүүрүүд: 20000 – 40000 мотор цаг ¹⁾
- 2 болон 2/4 туйлт хөдөлгүүрүүд: 10000 – 20000 мотор цаг ¹⁾
- Их чадлын хөдөлгүүрүүдийн хувьд үүнээс бага байдаг.

¹⁾ Хэрэглээний байдал болон ачаалах нөхцөлөөс хамаарна.

Тосолгооны систем бүхий хөдөлгүүр

Хөдөлгүүрийг ажиллаж байх үед нь тосло. Хэрвээ илүүдэл тос гаргах бөглөө байдаг бол тосолгоо хийх үедээ түр онгойлгох ба автомат тосолгоотой бол бөглөөг бүрмөсөн ав. Хэрвээ хөдөлгүүр нь тосолгоо хийх тусгай заавартай байх юм бол уг зааврын дагуу тогтоосон хэмжээнд нь тослох бөгөөд бусад тохиолдолд L_1 -шаардлагын дагуу тосло.

7.11 Гал хамгаалагчийн хэмжээ

Дараах хүснэгт нь 400 В -ын 50 Гц -ын сүлжээнд шууд холбогддог хөдөлгүүрт ашиглагдах салгууртай болон салгуургүй гал хамгаалагчуудыг сонгох заавар болно.

P kW	I _N (A) хөдөлгүүрийн эргэлтэнд хамаарах гүйдэл				Гал хамгаалагч	Стандарт гал хамгаалагч
	750	1000	1500	3000		
0.09	0.53	-	-	-	OS 32 D12	2aM
0.12	0.63	0.59	-	-	OS 32 D12	2aM
0.18	0.90	0.75	0.72	-	OS 32 D12	2aM
0.25	1.18	0.92	0.83	0.70	OS 32 D12	2aM
0.37	1.6	1.25	1.12	0.93	OS 32 D12	2aM
0.55	2.4	1.78	1.45	1.33	OS 32 D12	2aM
0.75	2.7	2.4	1.9	1.7	OS 32 D12	4aM
1.1	3.35	3.3	2.55	2.4	OS 32 D12	4aM
1.5	4.5	4.1	3.4	3.3	OS 32 D12	6aM
2.2	5.9	5.4	4.8	4.5	OS 32 D12	10aM
3.0	7.8	6.9	6.5	6.0	OS 32 D12	10aM
4.0	10.0	8.7	8.6	7.4	OS 32 D12	16aM
5.5	13.4	11.9	11.1	10.5	OS 32 D12	16aM
7.5	18.1	15.4	14.8	13.9	OS 32 D12	20aM
11	25	23	22	20	OS 32 D12	32aM
15	29	31	29	27	OS 63 D12	40aM
18.5	36	36	37	33	OS 63 D12	50aM
22	45	43	42	40	OS 63 D12	63aM
30	60	59	56	53	OS 125 D12	80aM
37	74	69	68	64	OS 125 D12	100aM
45	90	82	83	79	OS 125 D12	125aM
55	104	101	98	95	OS 250 D03P	160aM
75	140	140	135	131	OS 250 D03P	200aM
90	167	163	158	152	OS 250 D03P	200aM
110	202	199	193	194	OS 400 D03P	250aM
132	250	238	232	228	OS 400 D03P	315aM
160	305	280	282	269	OS 630 D03P	355aM
200	395	355	349	334	OS 630 D03P	500aM
250	470	450	430	410	OS 630 D03P	630aM
315	605	565	545	510	OS 800 D03P	800aM
355	680	635	610	580	OS 800 D03P	800aM

Хүснэгт 7.2 Гал хамгаалагчийн хэмжээг сонгох хүснэгт

8. СИ (SI) СИСТЕМ

8.	СИ (SI) систем	100
8.1	Хэмжигдэхүүн болон нэгж	101
8.2	Арвын зэрэгт	102
8.3	Хувиргах үзүүлэлтүүд	103

СИ систем

Энэ бүлэгт цахилгаан хөдөлгүүрүүд болон тэдгээрийн хэрэглээтэй хамааралтай Олон Улсын Нэгжийн (SI) системийн тухай зарим тайлбар өгөх болно.

Тоо, тоон утга, нэгж, хэмжилтээр гарсан тоо болон нэгжийн нэршил, тэмдэглэгээний хоорондын ялгааг харуулж өгнө. Эдгээр ялгааг дараах жишээн дээр тайлбарлалаа.

Жишээ нь. $P = 5.4$ Вт, ө.х. чадал нь 5.4 Ватт, энд:

Хэмжигдэхүүний нэр = чадал

Хэмжигдэхүүний тэмдэглэгээ = P

Хэмжигдэхүүний тоон утга = 5.4 Ватт

Нэгжийн нэр = Ватт

Нэгжийн тэмдэглэгээ = W

Тоон утга = 5.4

8.1 Хэмжигдэхүүн болон нэгж

Хэмжигдэхүүн	Нэгж	Хэмжигдэхүүн	Нэгж	Тайлбар
Орон зай, хугацаа				
Хавтгайн өнцөг	$\alpha \beta \gamma$	Радан	rad	$1^\circ = \pi/180 \text{ rad}$
		Өнцөг	\dots°	
		Минут	\dots'	
		Секунд	\dots''	
Урт	l	Метр	m	
Талбай	A	Метр квадрат	m ²	
Эзэлхүүн	V	Метр куб	m ³	
		литр	l	
Хугацаа	t	Секунд	s	
		Минут	min	
		Цаг	h	
Давтамж	f	Герц	Hz	
Хурд	v	Метр/секунд	m/s	km/h нэгж нь их нийтлэг
Хурдатгал	a	Метр/секунд квадрат	m/s ²	
Чөлөөт уналтын хурдатгал	g	Метр/секунд квадрат	m/s ²	
Энерги				
Актив	W	Жоуль	J	1 J = 1 Ws = 1 Nm
Ватт секунд	Ws			
Ватт цаг	Wh			
Реактив	Wq	Var second	vars	
		Var hour	varh	
Бүрэн чадлаар	Ws	Volt-ampere second	VAs	
		Volt-ampere hour	VAh	
Чадал				
Актив	P	Watt	W	1 kW = 1.34hp ⁽¹⁾ = 102 kpm/s = s = 10 ³ Nm/s = 10 ³ J/s
Реактив	Q, Pq	Var	var	
Бүрэн	S, Ps	Volt-ampere	VA	

¹⁾ kW = 1.34 hp буюу морины хүч (UK, US) is used in IEC Publ 72

1 kW = 1.36 hp (metric horsepower – метр морины хүч)

Хэмжигдэхүүн	Нэгж	Хэмжигдэхүүн	Нэгж	Тайлбар
Механик				
Масс	m	Kilogram	kg	
		Tonne	t	
Нягт	ρ	Kilogram per cubic meter	kg/m^3	
Хүч	F	Newton	N	1 N = 0.105 kp
Хүчний момент	M	Newton-meter	Nm	1 Nm = 0.105 kpm = 1 Ws
Инерцийн момент	J	Kilogram-meter	kgm^2	$J = G \times D^2$
Даралт	p	Pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
		Newton per square meter	N/m ²	1 N/m ² = 0.102 kp/m ² = 10 ⁻⁵ bar
		Bar	bar	1 bar = 105 N/m ²
Дулаан				
Термодинамик температур	T, θ	Kelvin	K	Хуучин нэр: абсолют температур
Цельсийн температур	ϑ , t	Degree Celsius	°C	0 °C = 273.15 K
Температур	ΔT , $\Delta \vartheta$	Kelvin	K	1 K гэсэн интервал нь 1°C-ийн интервалтай тэнцүү
		Degree Celsius	°C	
Дулааны энерги	Q	Joule	J	
Цахилгаан				
Цахилгаан потенциал	V	Volt	V	1 V = 1 W/A
Цахилгаан хүчдэл	U	Volt	V	
Цахилгаан гүйдэл	I	Ampere	A	
Багтаамж	C	Farad	F	1 F = 1 C/V
Реактив эсэргүүцэл	X	Ohm	Ω	
Эсэргүүцэл	R	Ohm	Ω	1 Ω = 1 V/A
Бүрэн эсэргүүцэл	Z	Ohm	Ω	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

8.2 Арвын зэрэгт

СИ –ийн нэгжийг дараах байдлаар арвын зэрэгтээр үржүүлж илэрхийлдэг. Хаалтанд бичсэн арвын зэрэгтүүдийг хүмүүс тэр бүр мэддэггүй учир хэрэглэхээс аль болох зайлсхийх нь зүйтэй.

10 ⁻³ кило к	⋮	(10 ⁻²) (сенти) (с)	⋮	10 ⁻¹² пико п
(10 ⁻²) (гектар) (Га)	⋮	10 ⁻³ мили м	⋮	10 ⁻¹⁵ фемто ф
(10 ⁻¹) (дека) (да)	⋮	10 ⁻⁶ микро μ	⋮	10 ⁻¹⁸ атто а
(10 ⁻¹) (деци) (д)	⋮	10 ⁻⁹ нано н	⋮	

8.3 Хувиргах үзүүлэлтүүд

Техникийн зориулалтаар хэрэглэгддэг нэгжүүд нь ихэвчлэн СИ системийн нэгжээр илэрхийлэгддэг. Гэвч ялангуяа инчийн системээр илэрхийлэгдсэн зураг, дүрслэл болон бусад зүйл дээр өөр нэгжийг хэрэглэсэн байж болно. Америкийн галлон болон Английн галлон хоёр адилхан биш гэдгийг анхаараарай. Будилахаас зайлсхийж нэгжийнх нь дараа 'US' эсвэл 'UK' гэсэн товчлолыг оруулж өгөх хэрэгтэй. Дараах хүснэгтэнд зарим зайлшгүй шилжүүлж, хувиргах шаардлагатай байдаг үзүүлэлтийг жагсаан оруулсан болно.

Length	
1 nm = 1.852 km	1 km = 0.540 nm
1 mile = 1.609344 km	1 km = 0.621 mile
1 yd = 0.9144 m	1 m = 1.09 yd
1 ft = 0.3048 m	1 m = 3.28 ft
1 in = 25.4 mm	1 mm = 0.039 in
Velocity	
1 knot = 1.852 km/h	1 km/h = 0.540 knot
1 m/s = 3.6 km/h	1 km/h = 0.278 m/s
1 mile/h = 1.61 km/h	1 km/h = 0.622 mile/h
Area	
1 acre = 0.405 ha	1 ha = 2.471 acre
1 ft ² = 0.0929 m ²	1 m ² = 10.8 ft ²
1 in ² = 6.45 cm ²	1 cm ² = 0.155 in ²
Volume	
1 ft ³ = 0.0283 m ³	1 m ³ = 36.3 ft ³
1 in ³ = 16.4 cm ³	1 cm ³ = 0.0610 in ³
1 gallon (UK) = 4.55 l	1 l = 0.220 gallon (UK)
1 gallon (US) = 3.79 l	1 l = 0.264 gallon (US)
1 pint = 0.568 l	1 l = 1.76 pint
Flow	
1 m ³ /h = 0.278 x 10 ⁻³ m ³ /s	1 m ³ /s = 3600 m ³ /h
1 cfm = 0.472 x 10 ⁻³ m ³ /s	1 m ³ /s = 2120 cfm
Mass	
1 lb = 0.454 kg	1 kg = 2.20 lb
1 oz = 28.3 g	1 g = 0.0352 oz

Force	
1 kp = 9.80665 N	1 N = 0.105 kp
1 lbf = 4.45 N	1 N = 0.225 lbf
Pressure	
1 mm vp = 9.81 Pa	1 Pa = 0.102 mm vp
1 kp/cm ² = 98.0665 kPa	1 kPa = 0.0102 kp/cm ²
1 kp/cm ² = 0.980665 bar	1 bar = 1.02 kp/m ²
1 atm = 101.325 kPa	1 kPa = 0.00987 atm
1 lbf/in ² = 6.89 kPa	1 kPa = 0.145 lbf/in ²
Energy	
1 kpm = 9.80665 J	1 J = 0.102 kpm
1 cal = 4.1868 J	1 J = 0.239 cal
1 kWh = 3.6 MJ	1 MJ = 0.278 kWh
Power	
1 hp = 0.736 kW	1 kW = 1.36 hp
1 hp (UK, US) = 0.746 kW	1 kW = 1.34 hp (UK, US)
1 kcal/h = 1.16 W	1 W = 0.860 kcal/h
Temperature	
0 °C	= 32 °F
°C	= 5/9 (°F - 32)
0 °F	= -17.8 °C
°F	= 9/5 (°C + 32)

Температурын харьцуулсан хүснэгт	
°F	°C
0	-17.8
10	-12.2
20	-6.7
30	-1.1
32	0
40	4.4

Температурын харьцуулсан хүснэгт	
°F	°C
50	9.9
60	15.5
70	21.0
80	23.6
90	32.1
100	37.8

9. ЗАХИАЛГА ХИЙХ

9.	Захиалга хийх	108
9.1	Хөдөлгүүр сонгох	109
9.2	Online программ	111
9.2.1	Optimizer буюу оновчлогч	111
9.2.2	DriveSize and MotSize буюу Ачаалал болон хөдөлгүүрийн хэмжээ	112
9.3	Ачаалал (кВт)	112
9.4	Хурд	113
9.5	Хөдөлгүүрийг асаах	113
9.6	Ажиллах орчин	114
9.7	Захиалах болон захиалгыг хянах хуудас	114

Захиалах

АББ-ийн борлуулалтын хүч нь хэрэглэгч хэрэгцээтэй бараагаа зөв тодорхойлоход гол үүрэг гүйцэтгэж, хэрэглэгчийг бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх нэгжийнхэнтэй шууд холбож өгдөгт байгаа юм. Захиалах тоноглолын үзүүлэлтийг захиалга хийх явцад анхнаас нь тодорхойлж, нямбай судалсны үндсэн дээр шаардлагатай бол жинхэнэ захиалгын гэрээ байгуулах үед ч захиалах тоноглолыг өөрчилж болдог. Захиалгын хуудсан дахь хэрэглэгчийн захиалгын талаарх мэдээлэл бүгд үнэн зөв, холбогдох мэдээллүүд бүрэн гүйцэд байх нь чухал бөгөөд үйлдвэрлэх нэгж нь захиалсан үзүүлэлт, хэрэгцээг хангасан хөдөлгүүрийг нийлүүлдэг.

Энэ бүлэг нь хөдөлгүүрийг хэрхэн сонгох, сонголт хийхэд тус болох ямар арга хэрэгсэл байгаа талаарх зөвлөмжийг өгөх болно. Ямар шаардлагыг хангасан захиалга хүчин төгөлдөр байх тухай ч мөн танилцуулах болно.

9.1 Хөдөлгүүр сонгох

Хөдөлгүүрийг эцэслэн сонгоход үндсэн гурван үзүүлэлт байдаг:

- хөдөлгүүрийг холбож ажиллуулах цахилгаан тэжээл
- хөдөлгүүрийн гадна талын их бие буюу хаалтны төрөл
- асаах арга (цахилгааны хийц гэсэн хэсгийг үз)

Дэлхийн улс орнууд болон бүс нутгуудад янз янзын хүчдэл, давтамжтай сүлжээг ашигладаг. Мөн тухайн үйлдвэр болон хэрэглэгч нь уг хөдөлгүүрийг тавьж ашиглах болон худалдан авч буй улсад ашиглагдаж буй стандарт хүчдэлээс өөр хүчдэлд ажиллуулах шаардлагатай байж болохоос гадна давтамж нь тухайн бүс нутгаасаа хамаараад өөр өөр ч байж болно. Доорх хүснэгтэнд дэлхийн зарим орон болон бүс нутгуудын сүлжээний хүчдэл болон давтамжийн мэдээлэлийг оруулсан. Энд дурдагдсан хүчдэл нь түгээмэл байдаг стандарт бөгөөд тухайн хэрэглэгч болгонд шаардлагатай хүчдэл үнэн зөв эсэхийг тодруулах шаардлагатай байдаг.

Бүс нутаг/улс	Хүчдэл V	Давтамж Hz
Европ		
ЕХ	220, 230, 400, 500, 690	50
Орос	220, 380	50
Африк		
Африк, ихэвчлэн	220, 380, 400, 415	50
Өмнөд Африк	220, 230, 380, 400, 500	50
Ойрх дорнод		
Израил	220, 230, 280, 400, 415	50
Саудын Араб	220, 230, 380, 400, 440	50, 60
Энэтхэг	220, 230, 400, 415	50
Хойд Америк		
Канад	230, 460, 575, 600	60
АНУ	230, 460, 480	60
Мексик	220, 480	60
Төв Америк		
Куба	220, 440	60
Коста Рика	240, 440	60
Өмнөд Америк		
Бразил	220, 380, 440	60
Чил	220, 380, 400, 500	50, 60
Аргентин	220, 380, 440	50
Зүүн хойд Ази		
Хятад	380, 400	50
Япон	200, 220, 400, 440	50, 60
Өмнөд Солонгос	220, 380, 440	60
Зүүн өмнөд Ази		
Филиппин	115, 380, 440	60
Малайз	240, 415	50
Индонез	220, 380, 400	50
Далайн орнууд		
Шинэ Зеланд	230, 240, 400, 415	50
Австрал	230, 240, 415, 440	50

Хүснэгт 9.1. Дэлхийн улсуудын цахилгаан сүлжээний хүчдэл болон давтамж

Гадна гэрний төрөл

Их биений материалын хоёр боломжтой сонголт байдаг: хөдөлгүүрийн их биеийг хөнгөн цагаан болон төмрийн хайлшаар бүрэн цутгаж хийдэг. Бүрэн цутгамал, сэнсэн хөргөлттэй (TEFC, энэ нь 'IP55 болон IC411'-тэй адилхан) хөдөлгүүр нь орчин үеийн үйлдвэрийн зориулалтаар зонхилон хэрэглэгддэг стандарт юм. Энэхүү олон янзын зориулалттай TEFC нь гол дээр байрлуулсан сэнсээр их биений гадна талаас агаараар хөргөдөг, бүрэн цутгамал хийцтэй байдаг.

9.2 Online программ

9.2.1 Optimizer буюу оновчлогч

Optimizer буюу оновчлогч нь ашиглахад хялбар online программ бөгөөд тухайн бүс нутгийн онцлогт тохирсон, хамгийн бага энерги хэрэглэдэг стандартын (MEPS) шаардлагыг хангасан тохиромжтой хөдөлгүүрээ сонгоход тань туслах болно. Хөдөлгүүрийг тавьж ашиглах бүс нутгийг сонгосоны дараа Optimizer буюу оновчлогч нь тухайн бүс нутагт ашиглагдаж байгаа стандарт хүчдэл, давтамж болон бусад үзүүлэлтүүдийг танд харуулах болно. Мөн хөдөлгүүрийн ашиглалтын зардал, ашиглагдах хугацаа, хүлэмжийн хийн ялгаруулалт зэрэг үзүүлэлтүүдийн харьцуулсан мэдээллийг агуулсан. Optimizer буюу оновчлогч нь мөн тухайн хөдөлгүүртэй хамааралтай бүх бичиг баримтуудыг танд харуулах болно.

Optimizer

Select, compare running costs and find documentation for low voltage motors

ABB

Power and productivity for a better world™

Contact us

Find motors

MEPS (Required) ?

Efficiency class

Frame material

Motor range

Voltage

Frequency

Speed

Output

RESET FILTERS

Find by product code or motor type

Product code / motor type

e.g. M3BP280SMA / 3GBP282210

Input the product code to quickly find the motor you are looking for.

Output	Volt./Hz	Eff. class	Type	Speed	Motor range	Data	Frame material
0.75kW	400V 50Hz	IE2	M2AA 80 B 2	2	General Performance Motors	View data	Aluminum
0.75kW	400V 50Hz	IE2	M2AA 90 D 4	4	General Performance Motors	View data	Aluminum
0.75kW	400V 50Hz	IE2	M2AA 90 LB 6	6	General Performance Motors	View data	Aluminum
0.75kW	400V 50Hz	IE2	M2AAD 80 A 2	2	Dust Ignition Proof Motors	View data	Aluminum
0.75kW	400V 50Hz	IE2	M2AAD 80 B 2	2	Dust Ignition Proof Motors	View data	Aluminum
0.75kW	400V 50Hz	IE2	M2AAD 80 D 4	4	Dust Ignition Proof Motors	View data	Aluminum

Displaying 1-100 out of 812 motors.

1

2

3

4

5

6

7

>

Cost of running

Documentation

Summary and export

Зураг 9.1. Optimizer нэртэй хөдөлгүүр сонгох програм

9.2.2 DriveSize and MotSize буюу Ачаалал болон хөдөлгүүрийн хэмжээ

DriveSize and MotSize буюу Ачаалал болон хөдөлгүүрийн хэмжээ гэдэг программууд нь хамгийн тохиромжтой нам хүчдэлийн хөдөлгүүр, давтамжийн хувиргуур болон трансформатор, тэрчлэн хөдөлгүүрийн каталогт танилцуулснаас гадна өөр бусад шаардлагуудыг хангах хөдөлгүүрүүдийг сонгох, овор хэмжээг нь тодорхойлоход зориулагдсан.

DriveSize and MotSize нь мөн сүлжээний гармоникийг бодож гаргах, овор хэмжээний талаарх мэдээлэлийг хэвлэж авах боломжтой. Уг программ нь манай үйлдвэрлэн гаргаж байгаа хөдөлгүүр болон давтамжийн хувиргуурын каталогуудыг багтаасан байгаа. Энэхүү хоёр програмыг АББ –ийн web хуудаснаас татаж авах боломжтой.

9.3 Ачаалал (кВт)

Хөдөлгүүрийн ачааллын хэмжээ нь түүний гол дээр байгаа ачаа болон үүсгэж байгаа моментоор тодорхойлогддог.

IEC –ийн хөдөлгүүрүүд тэдгээрийн овор хэмжээнээс хамаарсан чадал гаргахаар стандартчилагдсан байдаг. Standards гэсэн хэсгийг үз, гаргах чадал болон их биений овор хэмжээний хамаарлын тухай дэлгэрэнгүй мэдээллийг багтаасан стандартын тусламжтайгаар чадал болон их биений хэмжээг тодорхойлдог.

9.4 Хурд

Асинхрон хөдөлгүүр нь тогтмол нэг хурдтай машин юм. Түүний хурд нь цахилгаан тэжээлийн давтамж болон статорын ороомгийн хийцээс хамаардаг.

Ачаалалгүй үеийн хурд нь хоосон явалтын алдагдлаас болоод синхрон хурднаас ялимгүй бага байдаг. Бүрэн ачаалалтай үеийн хурд нь ачаалалгүй үеийн хурднаас ерөнхийдөө 3 – 4 хувиар бага байдаг.

Синхрон хурд $\text{r/min} = \text{Давтамж} \times 120 / \text{туйлын тоо}$

Туйлын тоо	50 Гц хурдтай r/min		60 Гц хурдтай r/min	
	Синхрон	Бүрэн ачаалал	Синхрон	Бүрэн ачаалал
2	3000	2900	3600	3450
4	1500	1440	1800	1740
6	1000	960	1200	1150
8	750	720	900	850
10	600	580	720	700
12	500	480	600	580
16	375	360	450	430

Хүснэгт 9.2. Хөдөлгүүрийн хурд

9.5 Хөдөлгүүрийг асаах

Хөдөлгүүрийн гаргах момент болон ачааллын момент эргэлтийн хурднаас шалтгаалаад янз бүр байдаг. Хугацааны тухайн агшинд хурдатгалын улмаас үүсэх момент нь хурднаас хамаардаг. Хөдөлгүүрийг сонгоход хамгийн чухал шалгуур нь асаалтын арга бөгөөд нягт нямбай дүн шинжилгээ хийсэн байх ёстой.

Асаалтын хурднаас номиналь хурдны хоорондын завсрын аль ч утгуудад тооцоолоогүй нөхцөлд ч (тухайлбал хөдөлгүүрийн оролтон дээрх хүчдэл бага) хөдөлгүүрийн гаргах момент нь ачааллын байж болох моментоос ямагт их байх нөхцөлийг хангах ёстой. Асаалтын аргыг сонгож байхдаа уг асуудлыг бодолцсон байвал зохино.

Мөн өндөр давтамжаар асаах буюу хүнд асаалтын үед ч хэт халалт болон асаалтын давтагдах тоог хүртэл тооцож үзсэн байх шаардлагатай.

9.6 Ажиллах орчин

Орчны температур, чийгшил болон өндөржилт зэрэг ажиллагаанд нөлөөлөх бүх зүйлүүдийг тооцох шаардлагатай байдаг тул хөдөлгүүрийн ажиллах орчин нь захиалга хийх явцад бас нэг чухал хүчин зүйл болдог.

Энэ нь IP55 хамгаалалтын зэрэгтэй хөдөлгүүрт хамаарахгүй ба ийм хөдөлгүүр нь гадны ямар ч нөхцөлд ашиглагдах боломжтой. Хөдөлгүүрийг хаана тавьж ашиглах, суурилуулах байрлал, гадны хүчин зүйлүүдээс болоод тэсэрч, дэлбэрэх зэргийг сайтар тооцсон байх ёстой. Жишээлбэл, орчны температур 40°C-аас дээш эсвэл далайн түвшнээс дээш 1000 м-т байрлуулах зэрэг нь ачаалагдах чадварыг бууруулдаг. Мөн таазанд суурилуулах бол стандартын бус ус зайлуулах сувагтай байхаар захиалах шаардлагатай.

Бүх л металлууд химийн болон чийгний нөлөөнөөс болоод янз бүрийн байдлаар зэвэрдэг. Жишээлбэл, цэвэр хөнгөн цагаан болон түүний ихэнх хайлшууд нь гадаргуугийн тусгай боловсруулалт хийгдээгүй бол давстай усанд маш их идэгддэг. Нөгөө талаас ширмэн төмрийн хувьд өрмөөр өрөмдөж гаргасан нүх болон голны хэсгээс бусад хэсэг нь олон төрлийн химийн бодист тэсвэртэй байдаг. Илүү их мэдээлэл авахыг хүсвэл Механик Хийц болон Гадаргуугийн боловсруулалт гэсэн хэсэгт үз.

9.7 Захиалах болон захиалгыг хянах хуудас

Хэрэглэгчийн захиалгыг бүрдүүлж байх үедээ дараах зүйлүүдийг заавал мэдсэн байх ёстой.

- хөдөлгүүрийн төрөл, тэжээх хүчдэл болон давтамж, бүтээгдэхүүний код суурилуулах байрлал
- нэмэлт тоноглол тавих тохиолдолд хөдөлгүүрийн загвар болон дагалдах хэрэгслүүдийн хувилбар код, тухайлбал:
- кабелийн фланец болон бусад холбогч хэсгүүд, стандартаас гадна
- тусгай тусгаарлага болон тусгаарлагдсан холхивч, стандартаас гадна
- гүйцэтгэх үүрэг болон орчны нөхцөл
- номиналь утгууд
- хөдөлгүүрийн захиалгын дугаар
- үнэ, нийлүүлэх хугацаа болон хүргэх хаяг
- бүтээгдэхүүний дугаар

Order management system (OMS) буюу захиалгын хяналтын систем нь захиалгын хяналтыг гүйцэтгэдэг ба нам болон өндөр хүчдэлийн хөдөлгүүрүүдийн тээвэрлэлтийн системийг хариуцаж, АББ-ийн үйлдвэрлэлтийн нэгжид харьяалагддаг. Үндсэн захиалганд тусгасан тохиолдолд OMS нь тусгай захиалгыг хүргэж өгдөг. Хэрвээ Таны авахыг хүссэн код бүхий бүтээгдэхүүн байхгүй бол өөрийнхөө хүссэн загварын талаар АББ-ийн худалдааны ажилтнаар дамжуулан үйлдвэрлэх боломж, үнэ, нийлүүлэх хугацааны талаар тодруулж болно.

10. ХУРДНЫ УДИРДЛАГАТАЙ ДАМЖЛАГА

10.	Хурдны удирдлагатай дамжлага	116
10.1	Дамжлагын төрлүүд	117
10.2	Импульсийн өргөний модуляц	118
10.3	Дамжлагыг тааруулж сонгох	118
10.4	Ачаалагдах чадвар (Момент)	120
10.4	Ачаалагдах чадварыг сайжруулах	121
10.5	Тусгаарлагын түвшин	122
10.6	Газардуулга	122
10.7	Хамгийн их хурдаар ажиллуулах	123
10.8	Тэнцвэржүүлэлт	124
10.9	Критик хурд	124
10.10	Голын жийргэвч	124
10.11	Бага хурдаар ажиллуулах	126

Хурдны удирдлагатай дамжлага

Богино холбогдсон ротортой асинхрон хөдөлгүүр нь маш өндөр боломжтой, найдвартай мөн үр ашигтай. Гэвч тэдгээр нь хоёр сул талтай: асаалтын үеийн гүйдэл өндөр мөн хурдыг өргөн хүрээнд тохируулахад хүндрэлтэй. Хөдөлгүүрт хурдны удирдлага тавьдаг ба үүнийг мөн давтамжийн хувиргуур гэж нэрлэдэг бөгөөд энэ нь дээрх хоёр хүндрэлийг шийдвэрлэдэг. Хурдны удирдлагаар тоноглогдсон хөдөлгүүр нь бага гүйдлээр асаалт хийж, хэрэглээний онцлогт тааруулж хурдыг өргөн хүрээнд алгуурханаар хянах болон тохируулах боломжтой байдаг.

Давтамж хувиргагчийн ашигтай болохыг бүгд мэддэг: зохистой хурд болон нямбай хяналт хийнэ; бага хурдаар ажилласнаар засварын зардал багасна; өндөр чанартай бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэнэ. Тийм болохоор зах зээл дээр маш олон тооны Давтамж хувиргагч ашиглагдаж байдаг ба ойролцоогоор хоёр шинэ хөдөлгүүр тутамын нэг нь Давтамж хувиргагчаар тоноглогдсон байдаг.

10.1 Дамжлагын төрлүүд

Хурдны удирдлагатай дамжлага гэдэг нь хувьсах болон тогтмол гүйдлийн тэжээлийн стандарт хүчдэлийг янз янзын хүчдэл болон давтамж болгон хувиргаж гаргадаг электрон төхөөрөмж юм. Шууд эсвэл шууд бус хувиргуур хэрэглэж байна уу гэдгээрээ ялгаатай байдаг.

Хувиргуур

Хувиргуур гэдэг нь хувьсах гүйдлийн стандарт хүчдэлийг янз янзын хүчдэл болон давтамж болгон хувиргадаг олон хурдаар ажиллуулах төхөөрөмж юм. Энэ нь дөрвөн үндсэн хэсгээс тогтдог: шулуутгагч, тогтмол гүйдлийн хэлхээ, инвертерийн төхөөрөмж болон удирдлагын төхөөрөмж. Хувиргуурууд нь хувьсах гүйдлийн тэжээлтэй холбогдон ажилладаг.

Инвертер

Инвертер гэдэг нь тогтмол гүйдлийн стандарт хүчдэлийг хувьсах гүйдлийн янз янзын хүчдэл болон давтамж болгон хувиргадаг олон хурдаар ажиллуулах төхөөрөмж юм. Энэ нь хоёр үндсэн хэсгээс тогтдог: инвертерийн төхөөрөмж болон удирдлагын төхөөрөмж. Инвертерүүд нь тогтмол гүйдлийн хэлхээ рүү холбогдон ажилладаг бөгөөд зарим тохиолдолд тэдгээрийг тогтмол гүйдлийн шинний удирдлага гэж нэрлэдэг.

Шууд хувиргуур

Циклийн хувиргуур буюу матриц хувиргуур зэрэг шууд хувиргуурууд нь оролтын хүчдэл болон давтамжийг завсрын ямар нэгэн тогтмол гүйдлийн холбоосгүйгээр шууд хувиргаж гаргадаг төхөөрөмж юм. Циклийн хувиргуурууд нь их чадлын (мега түвшний) нам давтамжийн хэрэглэгчдэд ашиглагддаг.

Шууд бус хувиргуур

Шууд бус хувиргуурууд нь гүйдлийн үүсгүүрийн болон хүчдэлийн үүсгүүрийн аль алиных байж болдог. Хүчдэлийн үүсгүүрийн хувиргуурын (VSC) дотор ихэвчлэн нам хүчдэлд хэрэглэгддэг топологи хувиргуурууд, тогтмол гүйдлийн үүсгүүр шиг ажилладаг завсрын холбоос багтдаг бөгөөд түүний гаралт нь байнга хувьсан өөрчлөгдөх давтамжийн утга болгоны хүчдэлийн импульсийг хянах төхөөрөмжтэй байдаг. Тэдгээр импульсүүд нь гурван фазын системийн өөр өөр фазуудыг тэжээдэг. Энэ нь хөдөлгүүрийн хурдыг огцом биш алгуур өөрчлөх боломжийг бий болгодог.

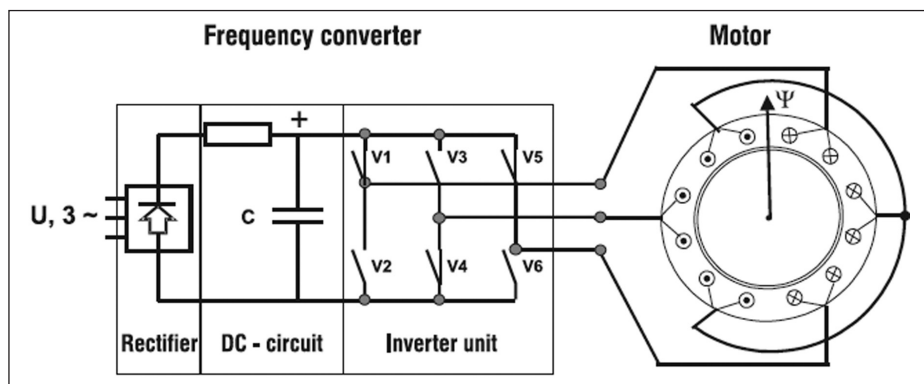
Гүйдлийн үүсгүүрийн хувиргуур дотор (CSC) тогтмол гүйдлийн үүсгүүр болж ажиллах тогтмол гүйдлийн холбоос багтдаг бөгөөд түүний гаралт нь гүйдлийн импульсийн болон гүйдлийн импульсийн дарааллыг тохируулах төхөөрөмжтэй байдаг.

10.2 Импульсийн өргөний модуляци (PWM)

АББ –ийн нам хүчдэлийн янз янзын хурданд ажиллах VSC нь бүх л төрлийн хэрэгцээ шаардлагыг хангасан янз янзын давтамжтай импульсийн өргөний модуляцийг ашигладаг. Тухайн бүтээгдэхүүн болон хэрэглээний онцлогоос нь хамаарсан моментийг шууд хянах, векторыг хянах эсвэл скалярыг хянах зэрэг олон янзын хянах аргыг хэрэглэдэг.

Импульсийн өргөний модуляцийн PWM дамжлага дотор байх шулуутгагч нь стандартын номиналь хүчдэл болон давтамжийн чадлыг тодорхой нэг тогтмол гүйдлийн хүчдэлийн чадалд хувиргадаг. Хувьсах гүйдлийн хүчдэлийг шулуутгахад бий болдог хүчдэлийн лугшилтийг шүүж багасгасны дараа жигд тэгшхэн тогтмол гүйдлийн хүчдэлийг гарган авдаг. Түүний дараа инвертер нь тэрхүү тогтмол гүйдлийн хүчдэлийг ямар ч утганд тохируулж болох хүчдэл болон давтамж бүхий хувьсах гүйдлийн чадал болгон өөрчилдөг.

10.3 Дамжлагыг тааруулж сонгох



Зураг 10.1 VSD дамжлагатай хөдөлгүүрийн ажиллах зарчим

DriveSize хэмээх дамжлага болон хөдөлгүүрт зориулагдсан иж бүрэн программыг www.abb.com/motors&generators гэсэн сайтаас татан авч болно.

Дараах хэсэгт DriveSize программыг ашиглаад хөдөлгүүр болон хувиргуурыг сонгох талаар товч тайлбарлах болно.

Хөдөлгүүр сонголт

Ачааллын бодит момент нь сонгон авсан хөдөлгүүр болон дамжлагын хослолын гаргах боломжтой моментийн муруйгаас бага байх нөхцөлийг хангасан байвал зохино. (10.4 хэсэг дэх зураг 10.2-ийг үз) Гэвч хэрвээ хөдөлгүүрийн ажиллагаа нь хурдны утга болгонд гаргах шаардлагатай чадлаа гаргаж чадахгүй бол ачааллын моментийн муруй нь хөдөлгүүрийн муруйгаас хэтэрч болно. Энэ тохиолдолд тусгай тохируулга шардлагатай байдаг.

Мөн хөдөлгүүрийн хамгийн их момент нь ямар ч давтамжинд ачааллын моментоос багаар бодоход 40 хувиар илүү байх бөгөөд хөдөлгүүрийн байж болох хамгийн их утгаас хэзээ ч хэтэрч болохгүй.

Хөдөлгүүрийн загвар

Өөр өөр ажиллах зарчим, модуляци хийх арга зам, таслах давтамжтай хувиргуурууд нь нэг ижил хөдөлгүүрийг янз янзын үзүүлэлттэйгээр ажиллуулдаг. Гаргах чадал болон ажиллагааны онцлог нь хөдөлгүүрийн хийц, бүтцээс хамаарах бөгөөд ижилхэн хэмжээ, гаргах чадал нь адилхан хөдөлгүүрүүд ч гэсэн нэг ижил хувиргууртай хамт ажиллахдаа янз янзын үзүүлэлттэй ажиллаж болно. Тийм учраас тухайн бүтээгдэхүүнийг сонгох, тааруулах заавар нь зөвхөн уг бүтээгдэхүүнд зориулагдсан байдаг.

Хувиргуур сонголт

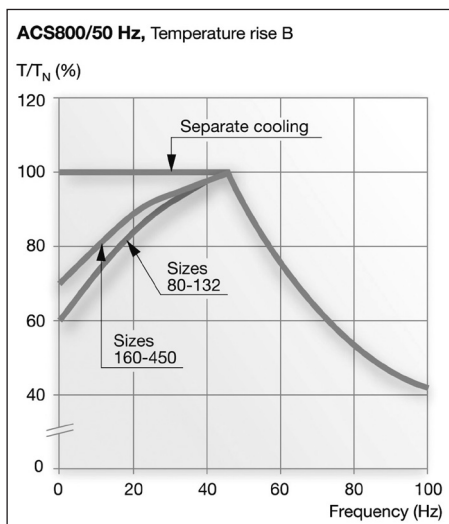
Хувиргуурыг сонгохдоо хөдөлгүүрийн номиналь чадал PN болон гүйдлээс хамааруулан сонгоно. Гүйдлийн хэмжээ нь хянах болон удирдах явцад байж болох утгаас хангалттай хэмжээний илүү нөөцтэй байх ёстой.

10.4 Ачаалагдах чадвар (Момент)

Хувиргуурын дамжлага бүхий хөдөлгүүрийн үргэлжилсэн горимд гаргах хамгийн их чадал (момент) нь гол төлөв хувиргуурын модуляци хийх арга болон таслах давтамжаас хамаардаг гэдгийг онолын тооцоо, лабораторын туршилт ын аль аль нь харуулдаг боловч мөн хөдөлгүүрийн хийцээс хамаардаг. Доорх график нь хөдөлгүүрийг сонгох заавар болно.

Эдгээр муруйнууд нь хувьсах гүйдлийн хэвийн хүчдэлд номиналь давтамж, бүрэн ачаалалтай байх үеийн хөдөлгүүрийн үргэлжилсэн горимд гаргах хамгийн их чадал нь зөвшөөрөгдөх температурын хүрээнд давтамжаас хамаарсан функцийн хамаарлыг харуулж байна.

АББ-ийн хөдөлгүүрүүд нь ерөнхийдөө температурын өсөлтийн В ангилалд байхаар зохион бүтээгддэг. Үйлдвэрийн процесст зориулагдсан хөдөлгүүрүүд (аюултай нөхцөлд зориулагдсан хөдөлгүүрүүдээс бусад) тухайлбал, температурын өсөлтийн В ангиллын муруй эсвэл их хэмжээгээр ачаалагдах чадвартай бол температурын өсөлтийн F ангиллын муруйн аль алинаас нь хамааралтайгаар тохируулагдсан байж болдог. Хэрвээ тухайн бүтээгдэхүүний каталогт давтамжийн хувиргуурын дотор хувьсах гүйдлийн тэжээлийн хэсэгт температурын өсөлтийн F ангилалд ажиллана гэж зааж өгсөн байсан ч хөдөлгүүр нь температурын өсөлтийн зөвхөн В ангиллын муруйн дагуу ажиллахаар тохируулагдсан байдаг.



Зураг 10.2 АББ-ийн давтамжийн хувиргууртай ачаалагдах боломжтой хөдөлгүүрийн хамаарлын муруй (үйлдвэрийн процесст хэрэглэгддэг хөдөлгүүр)

АББ - ийн дараах хөдөлгүүрүүд давтамжийн хувиргууртай ашиглагдаж болно:

- үйлдвэрийн процесст зориулагдсан хөдөлгүүрүүд (үйлдвэрийн хэрэглээ шаардлагад нийцүүлж зохион бүтээсэн)
- ерөнхий зориулалтын хөнгөн цагаан болон ширмэн төмөр хөдөлгүүрүүд (ерөнхий зориулалтын)
- Тэсрэх аюултай орчинд зориулагдсан хөдөлгүүрүүд: галд тэсвэртэй, оч хаядаггүй, тоосны шаталтаас хамгаалагдсан хөдөлгүүрүүд
- Жич: тусгай зориулалтын хөдөлгүүрүүд тухайлбал, синхрон реактив хөдөлгүүрүүд, өндөр хурдтай хөдөлгүүрүүд болон соронзлогч материалтай хөдөлгүүрүүд нь байнга давтамж хувиргууртай байдаг.

10.4.1 Ачаалагдах чадварыг сайжруулах

Гармоникуудаас үүдэлтэй халалт болон бууруулсан хүчдэл ба бага давтамжинд ажиллуулснаас үүдэлтэй хөргөлт багасах зэрэг шалтгааны улмаас давтамжийн хувиргуур бүхий хөдөлгүүрүүдийн гаргах момент нь ихэнхдээ бага зэрэг буурдаг. Гэвч дараах арга замуудаар хөдөлгүүрийн ачаалагдах чадварыг сайжруулдаг.

Илүү үр дүнтэй хөргөх

Ялангуяа бага хурдаар ажиллаж байхад онцгой ач холбогдолтой байдаг үл хамаарах тогтмол хурдтай сэнсийг суурилуулж өгснөөр илүү үр дүнтэй хөргөлт хийж чаддаг. Номиналь хурдтай стандарт хөдөлгүүр ажиллуулсанаас хөргөлтийг маш сайн хийх зорилгоор хөдөлгүүрийн хурданд тохирсон оновчтой сэнс сонгох нь байж болох аль ч хурдны үед хөргөлтийг үр дүнтэй байлгаж чаддаг.

Шингэнээр хөргөх нь үр дүнтэй хөргөлт хийх өөр нэг арга юм. Хөдөлгүүрийн ачаалалтай холбогддоггүй талын холхивчны хамгаалалтын хэсгийг сайтар хөргөх шаардлагатай ба үүний тулд хөргөх зориулалттай дискнүүдийг гол дээр нэмж суурилуулж өгдөг.

Шүүх

Хувиргуураас гарч хөдөлгүүрт өгөгдөж байгаа хүчдэл ба гүйдлийн гармоник байгуулагчуудыг шүүж багасгах нь хөдөлгүүр дотор бий болох нэмэлт алдагдлуудыг бууруулдаг. Энэ нь өртөг, зардлыг бууруулдаг. Шүүлтүүрийг тааруулж сонгохдоо (нэмэлт реактив эсэргүүцэл) дамжлагын бүрэн чадал болон хөдөлгүүрийн хурдны хязгаарыг заавал тооцсон байх ёстой. Гэвч шүүлтүүрүүд нь хөдөлгүүрийн хамгийн их момент болон хурдыг хязгаарлаж болно. Шүүлтүүрүүд нь мөн цахилгаан соронзон шуугиан, EMC (Electromagnetic compatibility) болон пик хүчдэлийг багасгадаг.

10.5 Тусгаарлагын түвшин

Давтамжийн хувиргуурын хувьд гаралтын хүчдэл (гүйдэл) гэдэг нь ихэнхдээ хүчдэл (гүйдэл)-ийн импульс эсвэл импульсүүдийн хэлбэрийн тухай ойлголт юм. Чадал дамжуулах эд ангиуд болон цахилгаан хэлхээний бүтцээс хамаараад хүчдэлийн импульсийн нүүрэн талын хэсэгт хэт хүчтэй цохилт бий болж болзошгүй байдаг. Үүний улмаас бүтээгдэхүүний үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон зааварт ороомгийн тусгаарлагын түвшинг байнга шалгах ёстой гэж дурдсан болно. Стандарт хэрэглээний хувьд үндсэн дүрмүүд гэвэл:

- Хэрвээ тэжээлийн хэлхээний номиналь хүчдэл нь хамгийн ихдээ 500 В бол АББ-ийн стандарт асинхрон хөдөлгүүрүүдийн хувьд тусгаарлагыг хүчитгэх шаардлагагүй.
- Хэрвээ тэжээлийн хэлхээний номиналь хүчдэл нь 501-ээс 600 В бол хөдөлгүүрийн тусгай тусгаарлага болон dU/dt -шүүлтүүрүүд шаардлагатай байдаг.
- Хэрвээ тэжээлийн хэлхээний номиналь хүчдэл нь 601-ээс 690 В бол хөдөлгүүрийн тусгай тусгаарлага болон dU/dt -шүүлтүүрүүд шаардлагатай байдаг.
- Хэрвээ тэжээлийн хэлхээний номиналь хүчдэл нь 601-ээс 690 В, хөдөлгүүрийг тэжээж байгаа кабель нь 150 метрээс илүү урт бол хөдөлгүүрийн тусгай тусгаарлага шаардлагатай байдаг.

10.6 Газардуулга

Хувиргуур хэрэглэж байгаа тохиолдолд найдвартай газардуулга хийхэд онцгой анхаарал хандуулах ёстой:

- Бүх л хамгаалах төхөөрөмжүүд болон нийт системийн хамгаалалтын релейнүүд найдвартай ажиллах
- Цахилгаан соронзон нөлөөлөл зөвшөөрөгдөх хэмжээнд эсвэл хамгийн бага байх
- Холхивчоор гүйдэл гүйх болон холхивч эвдрэхээс зайлсхийж холхивчуудын хүчдэл зөвшөөрөгдөх түвшиндээ байх

АББ –ийн зүгээс 360 градус холболттой кабелийн gland хомут (хүзүүвч) бүхий эргэн тойрондоо битүү хуяглагдсан кабель хэрэглэхийг зөвлөж байна (EMCgland гэж нэрлэдэг).

10.7 Хамгийн их хурдаар ажиллуулах

Хувиргуур хэрэглэх тохиолдолд хөдөлгүүрийн бодит хурд нь түүний номиналь хурднаас нилээд хэмжээгээр хэлбийх тохиолдол байдаг. Өндөр хурдаар ажиллаж байгаа тохиолдолд тухайн төрлийн хөдөлгүүрийн зөвшөөрөгдсөн хамгийн их хурд болон тэнд ажиллаж буй бүх тоноглолуудын критик хурднаас хэтрэхгүй байх ёстой.

Хөдөлгүүр түүний номиналь хурднаас илүү өндөр хурдаар ажиллах тохиолдолд хамгийн их момент болон холхивчны хийцүүдийг мөн шалгасан байх ёстой. Хэрвээ стандарт сэнс хэрэглэж байгаа бол үрэлт болон хөргөлтийн алдагдал дуу шуугианы хэмжээ нэмэгдэх болно гэдгийг анхаараарай.

Хамгийн их момент

Тухайн орчинд соронзон орон сул байвал хөдөлгүүрийн хүчдэл тогтмол байх ч соронзон орон сул байгаа тэр цэгээс цааш хөдөлгүүрт бий болох соронзон урсгал болон момент үүсгэх чадвар нь ойролцоогоор давтамжийн квадрат дахин буурдаг (тэр цэгээс цааш гаралтын хүчдэл тогтмол байхаас гадна гаралтын давтамж ч ихэсдэг). Хамгийн их хурд авч буй цэгт эсвэл соронзон орон сул байгаа хэсгийн аливаа ажлын горимд хамгийн их момент (эвдрэх/зогсох) нь ачаалал болон ачаалалын моментоос багадаа 40 хувиар их байх тул роторын хэт халалтаас зайлсхийх хэрэгтэй.

Их биений хэмжээ	Хурд, г/min	
	2-туйлтай хөдөлгүүр	4-туйлтай хөдөлгүүр
71 - 80	6000	4500
90 - 100	6000	6000
112 - 200	4500	4500
225 - 250	3600	3600
280	3600	2600
315	3600	2300
355	3600	2000
400	3600	1800
450	3000	1800

Хүснэгт 10.1 Үйлдвэрийн процесс т хэрэглэгддэг хөдөлгүүрийн дээд хурд

Хэрвээ хувиргуур болон хөдөлгүүрийн хооронд шүүлтүүрүүд эсвэл нэмэлт реактив эсэргүүцлүүд ашиглагдаж байгаа бол бүрэн ачааллын гүйдэлтэй байх үеийн суурь хүчдэлээс үүсэх хүчдэлийн уналтыг зайлшгүй тооцсон байх хэрэгтэй.

Холхивчийн бүтэц

Холхивчийн эргэлдэн ажиллах хурдны хязгаар гэж байдаг. Холхивчийн төрөл, хэмжээ, хийц, ачаалал, тосолгоо болон хөргөлтийн нөхцөл тэрчлэн их биений хийц, нарийвчлал болон дотор талын зай зэрэг нь байж болох хамгийн их хурданд нөлөөтэй байдаг.

Тосолгоо

Ер нь бол тосолгоо хийх интервал нь тосолгооны арга хэлбэр болон холхивчийн эд ангиудаас хамаарахаас гадна хөдөлгүүрийн ажиллагаа болон орчны температураас шалтгаалдаг. Холхивч болон тосыг өөрчилснөөр илүү их хурдлуулж болно. Гэвч ингэхийн тулд уг өөрчлөлтийг хийж болох эсэх талаар АББ –ийн зөвшөөрлийг авбал зохино.

Тосны зууралдах чанар нь тухайн холхивчийг хэвийн хурдаар ажиллуулах нөхцлийг хангах тосны үндсэн зууралдамтгай болон өтгөн байдлаар тодорхойлогддог. Өндөр чанартай тос болон тосолгооны материалыг ашигласнаар их хурдаар эргэлдүүлэх боломжийг хангадаг. Маш бага хэмжээтэй өндөр чанартай тослох материалыг хэрэглэснээр холхивчны үрэлт болон халалт үүсэх явдлыг багасгадаг.

Сэнсний шуугиан

Хөдөлгүүрийн хурд нэмэгдэхэд сэнсний шуугиан нэмэгддэг ба ихэвчлэн 50 Гц –ийн давтамжид ажилладаг 2 болон 4 туйлтай хөдөлгүүрүүд ашиглагддаг. Цаашид хурд нэмэгдэх тусам дуу шуугианы түвшин нэмэгдэх болно. Үүсэх шуугианы түвшин хир зэрэг нэмэгдэж байгааг дараах томъёогоор ойролцоогоор тодорхойлдог:

$$\Delta L_{sp} = 60 \times \log n_2/n_1 \times \text{dB(A)}$$

энд ΔL_{sp} = хурд n_1 -ээс n_2 болж өөрчлөгдөхөд дууны даралтын түвшингийн өсөлт.

Сэнсний шуугианыг ер нь бол сонсогдож болох бүх л давтамжийг агуулж байдаг тул 'цагаан шуугиан' гэж нэрлэдэг.

Сэнсний шуугианыг дараах аргын алинаар нь ч бууруулж болно:

- Сэнс (сэнсний хамгаалалт)-ний гадна диаметрийг жижигрүүлж, багасгах
- Зөвхөн нэг чиглэлд үлээдэг сэнс ашиглах
- Чимээ намсгагч суурилуулах

10.8 Тэнцвэржүүлэлт

Хэрвээ хөдөлгүүрийн хурд зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрч ажилладаг байх юм бол бүх л эргэлдэгч хэсгүүдийн механик бат бөх болон тэнцвэртэй байдлыг нягтлан шалгаж байх ёстой. Хөдөлгүүрийн гол дээр суурилуулагдсан бусад бүх хэсгүүд тухайлбал, холбогч (муфт)-ийн тэнцвэртэй байдлыг мөн сайтар тохируулах шаардлагатай.

10.9 Критик хурд

Юуны түрүүнд бүх дамжлагын систем болон түүний бүрдэл хэсгүүд нь критик хурднаас хэтрэх ёсгүй бөгөөд хамгийн ихдээ хэвийн хурдны дээд хязгаар буюу 25 хувийн өндөр хурд байж болохыг зөвшөөрдөг. Мөн супер критик дамжлагын системийг ашиглаж болох боловч ажиллагааны үндсэн горим болгонд хэмжиж тохируулах шаардлагатай байдаг.

10.10 Голын жийргэвч

Голны бүх резинэн жийргүүд (V-цагираг, тосны жийрэг, г.м.) нь хамгийн дээд зөвшөөрөгдсөн хязгаарын хурд гэж байдаг. Хэрвээ тэдгээр жийргүүдийн эргэх дээд хурд нь тухайн төхөөрөмжийн эргэлдэж болох өндөр хурднаас бага байх юм бол резинэн бус лабиринт жийргийг хэрэглэвэл зохино.

10.11 Бага хурдаар ажиллуулах

Тосолгоо

Маш бага хурдаар ажиллуулбал, хөдөлгүүрийн хөргөлтийн сэнс нь хөргөх чадвараа алддаг. Хэрвээ хөдөлгүүрийн холхивчуудын ажиллах температур нь $\geq 80^{\circ}\text{C}$ байх юм бол (холхивчны тагны гадна гадаргуугийн температурыг хэмжих замаар шалгаж тогтооно) тосыг солих интервал (хугацаа)-ыг багасгах эсвэл тусгай тос (хэт даралт (extreme pressure EP)-ын тос буюу өндөр температурын тос) хэрэглэвэл зохино.

Холхивчийн температур нь $+70^{\circ}\text{C}$ -ээс дээш 15°C -ээр нэмэгдэх тутамд тосыг солих интервал (хугацаа)-ыг хоёр дахин багасгаж байх ёстой.

Сэнсний хөргөх чадвар

Агаарын урсгал болон хөргөх чадвар нь сэнсний хурднаас хамаардаг. Тусдаа удирдлагатай тогтмол хурдаар ажилладаг сэнс хэрэглэснээр хөргөх чадварыг сайжруулж, бага хурдаар ажиллаж байх тохиолдолд ч хөдөлгүүрийн ачаалагдах чадварыг нэмэгдүүлж болдог. Тусдаа удирдлагатай, гадны сэнс нь доторх хөргөлтөнд нөлөөлдөггүй учраас бага хурдаар ажиллаж байхад ачаалагдах чадварыг маш бага хэмжээгээр ч гэсэн бууруулбал зүгээр байдаг.

Цахилгаан соронзон шуугиан

Хүчдэлийн давтамжийн хувиргуурын гармоник бүрдүүлэгчүүд нь хөдөлгүүрээс гарах соронзон шуугианыг нэмэгдүүлдэг. Эдгээр соронзон долгионы хүчний давтамжийн хэмжээ нь хөдөлгүүрийн эд ангиудад резонанс үүсгэж болзошгүй тухайлбал, төмөр их биенд.

Соронзон шуугианыг дараах арга замаар бууруулж болно:

- Таслах давтамж, хурдыг нэмэгдүүлсэнээр хүний чихэнд сонсогдохгүй бага далайцтай, өндөр давтамжтай гармоникийг үүсгэх. Нөгөө талаас, өндөр давтамж (хурд) -аар таслах төхөөрөмж тавьснаар дамжлагын гаралтын гүйдлийг бууруулж болно.
- Хувиргуурын гаралт дээрх шүүлтүүрт гармоник бүрдүүлэгчүүдийг шүүх эсвэл нэмэлт реактив эсэргүүцэл тавих
- Дуу намсгагчтай хөдөлгүүр

Шуугианы тухай илүү дэлгэрэнгүй мэдээллийг Chapter Noise буюу Дуу шуугиан гэсэн хэсгээс олж үзнэ үү.



Холбоо барих

АББ Группын Монгол дахь Төлөөлөгчийн газар

Моннис цамхаг, 13 давхар

Чингисийн өргөн чөлөө 15

Сүхбаатар дүүрэг

Улаанбаатар-14240

Монгол улс

Tel: +976 7000 0083

Fax: +976 7000 0084

new.abb.com/mn

info@mn.abb.com



ABB Mongolia
Facebook