

Үйлдвэрийн хаягдал усыг урьдчилан цэвэрлэх техникийн лавлах



ЗОХИОГЧИЙН ЭРХ:

Энэхүү бичиг баримтыг бичгээр зөвшөөрөл авалгүйгээр ЖЗБ-аас бусдад задруулахыг хориглоно. Уг бичиг баримтыг бүхэлд нь эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, зурган болон бичлэг хэлбэрээр хуулбарлах болон олшруулахыг хориглоно.

Агуулга

1. Ерөнхий.....	1
2. Нэр томъёо, хэллэгүүд.....	2
3. Үйлдвэрийн хаягдал ус урьдчилан цэвэрлэх байгууламж (ҮХУУЦБ)-ийг төлөвлөх.....	3
3.1. Үйл явц.....	3
3.2. ҮХУУЦБ-ийн цэвэрлэх процессыг төлөвлөх	4
3.3. ҮХУУЦБ-ийн загвар сонгох	5
4. Физик-химийн цэвэрлэгээний аргууд	7
4.1. Коагуляци ба флокуляци аргаар ялгах.....	7
4.2. рН-ийн хяналт ба тохируулга.....	11
4.3. Тунгаалт	13
4.4. Флотацийн аргаар ялгах	16
4.5. Шүүлтүүр (элсэн шүүлтүүр).....	20
4.6. Лагийг усгүйжүүлэх	21
5. Биологийн цэвэрлэгээ.....	24
5.1. Ерөнхий зүйл	24
5.2. Идэвхит лагаар хийх цэвэрлэгээ.....	25
5.3. Биологийн азотжуулалт (нитрификаци) ба азотгүйжүүлэлт (денитрификац).....	29
6. Ашиглалт болон засвар үйлчилгээ.....	31
6.1. Физик химийн цэвэрлэгээ бүхий байгууламж	31
6.2. Биологийн цэвэрлэгээ (CAS).....	33
7. Бусад.....	36
7.1. Урсац хэмжих.....	36
7.2. Загварчлалын тооцооллын жишээ	38

1. Ерөнхий

Монголд хаягдал усны MNS6561:2024 стандарт 2024 оны 11 сард шинэчлэгдсэн бөгөөд одоо ажиллаж байгаа УЦБ-тай үйлдвэрүүдийн ажилчдын техникийн мэдлэг чадвар дутмаг, холбогдох төрийн захиргааны байгууллагаас тэдгээр үйлдвэрүүдэд зааварчлах боловсон хүчин, хүний нөөц хомс байна. Тиймээс төслийн хамтрагч түншүүд бизнес эрхлэгчдэд зориулсан үйлдвэрийн хаягдал усыг урьдчилан цэвэрлэхтэй холбоотой гарын авлага боловсруулах, холбогдох төрийн захиргааны байгууллагуудын ажилтнуудад сургалт явуулах, сургагч багш бэлтгэх хүсэлтийг бидэнд тавьсны дагуу ЖЗБ нь "Үйлдвэрийн хаягдал усыг урьдчилан цэвэрлэх техникийн лавлах" бичиг баримтыг боловсруулан танилцуулж байна.

Тус бичиг баримт нь одоогийн байдлаар Монголд шаардлагатай байгаа хаягдал ус цэвэрлэх технологиудыг багтаасан бөгөөд техникийн стандартуудын хувьд Япон улсын хуулийн хүрээнд боловсруулсан "Бохирдлын хяналтын менежерын лавлах" бичиг баримтад суурилсан болно.

Хаягдал усыг цэвэрлэх байгууламжийг төлөвлөх болон суурилуулахдаа хаягдал усны хэмжээ болон чанарыг зайлшгүй авч үзэх шаардлагатай.

Хэдийнээ хаягдал усаа цэвэрлэж байгаа үйлдвэрүүдэд хаягдал усны хэмжээ болон чанарыг бодитоор хэмжих боломжтой ч шинээр үйлдвэр барих гэж буй тохиолдолд ижил төрлийн үйл ажиллагаа эрхэлдэг үйлдвэрийн мэдээлэл, өгөгдлийг ашиглах эсвэл үйлдвэрлэлийн шат дамжлага бүрт шаардагдах усны баланс болон материал зарцуулалтын тооцоололд үндэслэн усны хэмжээ болон чанарыг тооцоолох нь зүйтэй байдаг.

Цэвэрлэх байгууламжийн багтаамжийг тодорхойлохдоо ирээдүйд өргөтгөх, шинэчлэх гэх мэт хүчин зүйлсийг тооцоолох, мөн улс орны хэмжээнд баримталж буй бодлого, ойр орчмын оршин суугчдын саналыг авч үзэх зайлшгүй шаардлагатай. Түүнчлэн, хаягдал ус цэвэрлэх байгууламжийн төрөл, хэмжээг шийдэхээс өмнө үйлдвэр доторх усны хэрэглээг оновчтой болгох, үүнтэй уялдуулан зарим тохиолдолд үйлдвэрлэлийн процесс, тоног төхөөрөмжийг өөрчлөх шаардлага ч тулгарч болно.

2. Нэр томъёо, хэллэгүүд

Товчлол	Нэр томъёо, хэллэгүүд
3R	Бууруулах, дахин ашиглах, дахин боловсруулах
API	Америкийн газрын тосны хүрээлэн
BXX	Биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч
XXX	Химийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч
CPI	Атираат хавтантай тос ялгагч
DO	Ууссан хүчилтөрөгч
JICA	Японы олон улсын хамтын ажиллагааны байгууллага
ЖЗБ	ЖАИКА-гийн Зөвлөх Баг
JIS	Японы үйлдвэрлэлийн стандарт
MF	Микро мембран шүүлтүүр
MLSS	Лагийн холимог дах умбуур бодис
MLVSS	Лагийн холимог дах дэгдэмхий умбуур бодис
ORP	Исэлдэлт бууруулах чадвар
PDCA	Plan-Do-Check-Act (Төлөвлөх-Хийх-Шалгах-Үйлдэх)
RO	Урвуу осмос
SS	Умбуур бодис
SVI	Лагийн эзлэхүүний индекс
T-N	Нийт азот
TOC	Нийт органик нүүрстөрөгч
UASB	Дээшээ урсгалтай анаэробик лагийн төхөөрөмж
UV	Хэт ягаан туяаны цацраг
ТЦБ	Төв цэвэрлэх байгууламж
ҮХУУЦБ	Үйлдвэрийн хаягдал ус урьдчилан цэвэрлэх байгууламж
PFD	Процессын урсгалын схем
LV	Шугаман хурд
SF	Элсэн шүүлтүүр
CAS	Идэвхит лагийн уламжлалт арга (процесс)

3. Үйлдвэрийн хаягдал ус урьдчилан цэвэрлэх байгууламж (ҮХУУЦБ)-ийг төлөвлөх

ҮХУУЦБ-ийг төлөвлөхөд нилээд өргөн хүрээний судалгаа хийх шаардлагатай. Төлөвлөх явцын үе шатуудыг доор жагсаалаа.

3.1. Үйл явц

3.1.1. Урьдчилсан судалгааны үе шат

i) Алхмууд

- ① Үйлдвэрийн ачааллын бүх нөхцөлд усны балансийг судалж мэдэх (хэвийн болон оргил ачааллын)
- ② Ус хэрэглэдэг бүх шат дамжлагуудыг тогтоож дор дурдсан жишээний (Хүснэгт 3-1-1) дагуу дамжлага бүрийн хувьд усны балансын хүснэгт гаргана

Хүснэгт 3-1-1 Усны балансын хүснэгтийн жишээ

Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	ТҮҮХИЙ УС				ГАРАХ УС
		Дамжлага А	Дамжлага В	Дамжлага С	Хаягдал ус цэвэрлэгээний эргэлтийн ус	
ХЭМЖЭЭ	м³/цаг	4.3	19.4	27.2	12	63
	м³/хон	103	466	653	288	1,510
pH	—	8	1.5	8	6.5 - 9	6.5 to 9
БХХ	мг/Л	500	49	150	-	50
ХХХ _{Cr}	мг/Л	1,000	190	200	-	100
Умбуур	мг/Л	100		20	-	70
Төмөр	мг/Л	-		-	-	10
Ғион	мг/Л	-		1.42	<1	6
Өөх тос	мг/Л	-		8.2	-	5
Хлор Cl ⁻	мг/Л	-		19.3	-	-
Нийт ууссан бодис/TDS	мг/Л	-	-	300	-	-

(АЖИЛЛАХ ЦАГ: 24 ц/хон)

- ③ Хаягдал усны чанарыг тогтоох
- ④ Бохирдуулагч бодис үүсгэж буй болон ус ашиглаж буй бүх процессыг тогтоох
- ⑤ Тухайн орон нутагт мөрдөж буй хаягдал усны чанарт тавигдах шаардлагуудыг олж мэдэх (хууль тогтоомж, үйлдвэрлэл, хэтийн төлөв гм)

ii) Өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийх

- ① Гол бохирдуулагч ямар үе шат, дамжлагад үүсч байгааг олж мэдэх
- ② Цэвэрлэх шаардлагатай болон шаардлагагүй хаягдал усыг тусд нь ялгаж зайлуулах боломж бий эсэхийг судлах

- ③ Стандартын шаардлага, дүрэм журамд нийцүүлэхэд цэвэрлэгээ шаардлагатай эсэхийг олж мэдэх (MNS6561:2024)
 - iii) Үйлдвэр дотор авч хэрэгжүүлж болох арга хэмжээг тогтоох
 - ① Хаягдал усны хэмжээ болон бохирдлыг эх үүсвэр дээр нь бууруулах боломж бий эсэхийг шалгах
 - ② Нэг дамжлагаас гарч буй хаягдал усыг өөр дамжлагад дахин хэрэглэж болох эсэхийг шалгах
 - ③ Дайвар бүтээгдэхүүнийг нөхөн сэргээх боломжийг шалгах
 - iv) Инженерингийн тооцоолол
 - ① ҮХУУЦБ-холбоотой баримтлах бодлогоо тодорхойлох.
 - ② Ерөнхий загвар болон хэмжээг тодорхойлох
 - ③ Хөрөнгө оруулалтын болон үйл ажиллагааны зардлыг тооцоолох (CAPEX, OPEX)
- 3.1.2. Нарийвчилсан инженерингийн тооцоолол**
- i) ҮХУУЦБ-ийн цэвэрлэгээний аргыг тодорхойлох
 - ① Шаардагдах инженер, техникийн ажилтнуудыг томилох
 - ② Бодит эсвэл загварчилсан хаягдал усыг цэвэрлэж туршилт хийн, өгөгдөл мэдээлэл цуглуулах. Процессын урсгалын схемийг доорх зургийн (Зураг 3-1-1) дагуу хийж төхөөрөмж бүрийн онцлогийг тодорхойлох.
 - ③ Олж авсан мэдээлэлд үндэслэн цэвэрлэх байгууламжийг загварчлан төлөвлөх
 - ④ Төлөвлөж буй талбайдаа ҮХУУЦБ-ийн план зургийг зурах
 - ⑤ Төхөөрөмж үйлдвэрлэгчдээс мэдээлэл цуглуулах
 - ⑥ Төлөвлөгөөгөө хяналт хариуцсан холбогдох төрийн байгууллагад танилцуулж, урьдчилсан байдлаар зөвшөөрөл авах
 - ii) Эцсийн шийдвэр гаргах
 - ① Байгууламжийн загварчлалын суурь болох инженерингийн нарийвчилсан урсгалын схемийг боловсруулах
 - ② Байгууламжийн ерөнхий загварыг үйлдвэрлэгчид илгээх
 - ③ Холбогдох төрийн захиргааны байгууллагаас зөвшөөрөл авах

3.2. ҮХУУЦБ-ийн цэвэрлэх процессыг төлөвлөх

Хаягдал ус цэвэрлэх маш олон арга, шийдэл байдаг ч өөрийн хаягдал усны онцлог болон цэвэрлэгээний дараа гарах хаягдал усны чанартаа тохируулан сонголт хийх нь чухал юм. Сонгож болох цэвэрлэгээний аргуудаас дурьдвал:

※ Үйлдвэр ажиллаж эхлээгүй үед бодит хаягдал ус гаргаж авах боломжгүй бол ижил төрлийн үйл ажиллагаа явуулдаг үйлдвэрийн хаягдал усыг ашиглах, эсвэл үлгэрчилсэн хаягдал усыг орлуулан ашиглаж болно.

3.2.1. Органик бус хаягдал усны цэвэрлэгээний арга

- ① Хэрэв умбуур бодис агуулагдаж байгаа бол тогтворжуулах туршилт хийж үзэх хэрэгтэй. Шаардлага хангасан хаягдал ус хэдэн цагийн дотор гарч байвал хаягдал усыг энгийн тунгаагуураар шүүж болно.

- ② Дээрх туршилтын дараа хаягдал усны чанар шаардлага хангаагүй бол, бүлэгнүүлэн (коагуляци) тогтворжуулах туршилт хийж үзнэ.
- ③ Умбуур бодисыг цэвэрлэсний дараа хаягдал усанд хүнд металл гэх мэт аюултай бодис агуулагдаж байвал pH тохируулга, исэлдүүлэх болон бууруулах ажиллагаа гэх мэт химийн аргуудыг ашиглана.
- ④ Ууссан бодисуудыг дээрх аргуудаар цэвэрлэж чадахгүй бол шингээлт, ионы солилцоо гэх мэтийг авч үзэх.
- ⑤ Хэрэв хаягдал усанд өөх тос агуулагдаж байвал эхлээд хөвүүлэх туршилтаар тосыг ялгах, үүний дараа ч тосны хэмжээ шаардлагад нийцэхгүй байвал бүлэгнүүлэх туршилт хийх.

3.2.2. Органик хаягдал усны цэвэрлэгээний арга

- ① Хэрэв умбуур бодис ихтэй бол цаасан шүүлтүүрээр шүүгээд шүүгдсэн хэсгийн БХХ болон ХХХ-ийг хэмжинэ. Эдгээр үзүүлэлт нь мөрдөх түвшингээс бага байвал физик химийн цэвэрлэгээгээр умбуур бодис арилгах явцад БХХ, ХХХ-ийн нэгэн зэрэг бууруулж болно гэж үзнэ.
- ② Хэрэв дээрх шүүлтүүрийг ашигласны дараа БХХ, ХХХ өндөр хэвээр байвал биологийн цэвэрлэгээ зайлшгүй шаардагдана.
- ③ Биологийн цэвэрлэгээний туршилт явуулна.

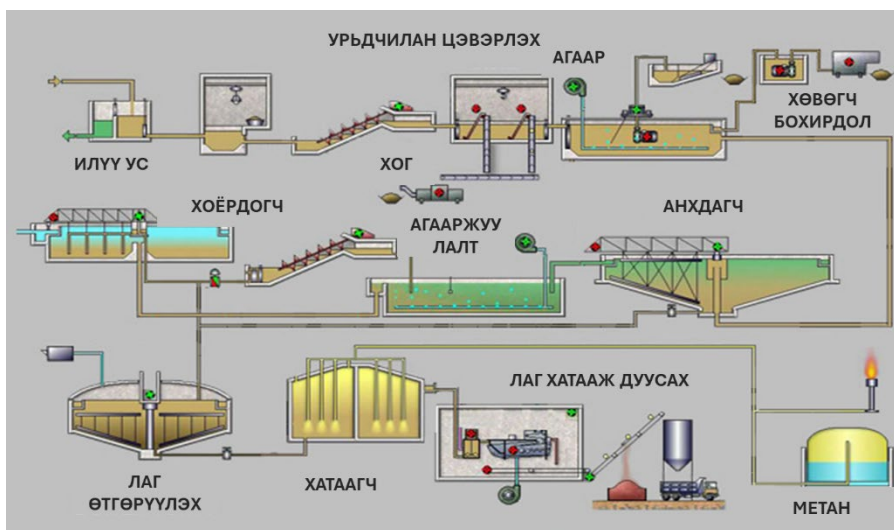
3.2.3. Үйлдвэр доторх үйлдвэрлэлийн шат дамжлагыг өөрчлөх

Олон цэвэрлэгээний аргуудыг туршин үзсэн ч тохиромжтой арга олдохгүй бол цэвэрлэгдэхгүй байгаа бохирдуулагчийг үүсгэж буй процесс буюу дамжлагыг хэрхэн өөрчилж болох талаар авч үзнэ.

3.3. ҮХУУЦБ-ийн загвар сонгох

Цэвэрлэгээний аргаа сонгосон бол дараа нь төхөөрөмжөө сонгоно. Жишээ нь, тунгаах болон бүлэгнүүлэх цэвэрлэгээ бүхий хөндлөн урсгалтай, босоо урсгалтай гэх мэтчлэн хэд хэдэн төрлийн төхөөрөмж бий. Сонголтод нөлөөлөх дараах хүчин зүйлсийг авч үзэн тооцоолсны дараа эцсийн сонголтоо хийх хэрэгтэй:

- ① Үйлдвэрлэлийн хүчин чадал
- ② Байгууламжийн талбай
- ③ Барилга угсралтын ажлын зардал, үйл ажиллагааны зардлуудын тооцоолол (эрчим хүч, химийн бодис, хүний нөөц гэх мэт)
- ④ Ашиглах болон засвар үйлчилгээ үзүүлэхэд хүндрэлтэй эсэх
- ⑤ Цэвэрлэгээний явцад бий болох лагийн хэмжээ, түүнийг боловсруулахад хүндрэлтэй эсэх
- ⑥ Төхөөрөмж үйлдвэрлэгчийн найдвартай байдал (техникийн чадамж, борлуулалтын дараах үйлчилгээ гэх мэт.)



(Эх сурвалж: Интернет)

Зураг.3-1-1 Процессын урсгалын схемийн жишээ

4. Физик-химийн цэвэрлэгээний аргууд

Хаягдал ус цэвэрлэх аргуудыг физик-химийн болон биологийн цэвэрлэгээний гэж ерөнхийд нь 2 ангилж болно. Органик бодис (БХХ, ХХХ) агуулсан хаягдал усыг ерөнхийдөө биологийн аргаар цэвэрлэдэг боловч энэ аргаар цэвэрлэх процесс нь хатуу шингэнийг ялгах зэрэг физик-химийн үйл ажиллагааг шаарддаг. Хаягдал усанд агуулагдах бохирдуулагч бодисууд нь уусаагүй болон ууссан шинж чанартай байдаг бөгөөд тэдгээрийг органик болон органик бус гэж ангилдаг. Хаягдал ус цэвэрлэх зорилго нь эдгээр бохирдуулагчийг физик-химийн болон биологийн хосолсон аргыг ашиглан задлах, эсвэл уснаас ялгаж, баяжуулах явдал юм. Зорилгуудыг ерөнхийд нь дараах байдлаар ангилж болно.

- ① Хатуу шингэнийг ялгах (Умбуур бодис, өөх тос гэх мэт)
 - ② Органик бодисын исэлдэлт, задрал (БХХ, ХХХ гэх мэт)
 - ③ рН-ийн тохируулга
 - ④ Аюултай, хортой бодисыг зайлуулах
 - ⑤ Органик бус тэжээлт бодисыг зайлуулах (гол төлөв фосфорын нэгдлүүд, азотын нэгдлүүд)
 - ⑥ Лагийг боловсруулах, зайлуулах
- Эдгээр зорилгод хүрэхийн тулд янз бүрийн процесс, үйл ажиллагааг хослуулан ашигладаг.

4.1. Коагуляци ба флокуляци аргаар ялгах

Усан дах наалдамхай коллоид хэсгүүдийн гадаргуу нь сөрөг цэнэгтэй байдаг. Цэнэг саармагжуулж, уусаагүй хэсгүүдийн Зета потенциалыг $\pm 10\text{мВ}$ -ын хүрээнд болгохын тулд зуурамтгай байдлын системийн энэхүү тогтвортой коллоид бөөм дээр эсрэг цэнэгтэй (эерэг цэнэгтэй) коллоид эсвэл ион нэмэхэд ван дер Ваалсын хүч давж гарна. Гадаргын цэнэг болон флокуляциас үүдэлтэй түлхэх хүч үүсдэг. Энэ зорилгоор ашигладаг химийн бодисыг коагулянт гэж нэрлэдэг. Ерөнхийдөө аливаа металлын давс нь усанд уусч, эерэг цэнэгтэй металлын гидроксидын коллоид үүсгэхэд хангалттай байдаг, гэхдээ ус цэвэрлэхийн тулд энэ нь хямд бөгөөд хор хөнөөлгүй байх ёстой тул төмрийн эсвэл хөнгөн цагааны давсыг зөвхөн ашигладаг. Эдгээр металлын гидроксидууд нь гель хэлбэртэй тунадас бөгөөд сүвэрхэг тул гадаргуугийн талбай нь маш том байдаг. Иймд гадаргын цэнэг нь уусаагүй хэсгүүдэд их нөлөө үзүүлэхээс гадна гель хэлбэрийн бүтэц нь коагуляцийн үйл ажиллагаанд таатай бөгөөд физик-химийн шингээлтээс шалтгаалан их нөлөө үзүүлдэг гэж үздэг. Флокуляцийн үр дүнд үүссэн том ширхэгтэй хэсгүүдийг флок (лавс) гэж нэрлэдэг.

4.1.1. Коагулянт ба флокулянт химийн бодисууд

Хамгийн түгээмэл органик бус коагулянт бол хөнгөн цагааны сульфат ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) юм. Хөнгөн цагааны сульфатыг усанд уусгахад гидролиз болж, хөнгөн цагаан гидроксидын коллоид тунадас үүсгэдэг. Усны рН-ээс хамааран янз бүрийн хэлбэртэй байдаг нь мэдэгдэж байгаа боловч ихэвчлэн $\text{Al}(\text{OH})_3$ гэж үздэг. Урвалын томъёог доор үзүүлэв. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 6\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$ Ийм замаар коагулянтын гидролизийн явцад усан дах шүлт (энэ үед HCO_3^-) устаж, усны рН буурдаг. Хаягдал усны төрөл болон коагулянтын төрлөөс хамааран коагуляцийн оновчтой рН-ийн хязгаар байдаг тул хүчил эсвэл шүлтийг хослуулан хэрэглэх замаар рН-ийг тохируулж болно. Ердийн органик бус коагулянтуудыг Хүснэгт 4-1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 4-1-1 Органик бус коагулянтуудын төрөл ба шинж чанар

Төрөл	Нэр	Химийн томъёо	Тохиромжтой pH	Тайлбар
Хөнгөн цагаан дээр суурилсан	Хөнгөн цагааны сульфат	Al ₂ (SO ₄) ₃ · nH ₂ O	6～8	Хамгийн түгээмэл
	Натрийн алюминат	NaAlO ₂		Хөнгөн цагааны сульфаттай хамт ашиглах үед коагуляцийн үр дүн өндөр
	Поли хөнгөн цагаан хлорид (РАС)	Aln(OH)mCl ₃ n-m Полимер		Өнгө, бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг арилгахад үр дүнтэй шингэний pH-ийг өөрчлөхгүй байх давуу талтай
Төмөр дээр суурилсан	Төмрийн сульфат (II)	FeSO ₄ · 7H ₂ O	8～11	Хэрэв муу нөхцөлд хэрэглэвэл төмрийг цэвэрлэсэн усанд үлдээж, өнгө үүсгэж болно.
	Төмрийн хлорид (III)	FeCl ₃ · 6H ₂ O	4～11	
	Төмрийн сульфат (III)	Fe ₂ (SO ₄) ₃ · nH ₂ O		
	Полисиликат төмөр (PSI)	(SiO ₂) _n · (Fe ₂ O ₃)	4～8	

Органик бус коагулянтуудын үүсгэсэн флокуудын механик бат бөх чанар тийм ч өндөр биш тул флокуын хэмжээ, тунах хурдын тохиромжтой хязгаар байдаг. Хэрэв урт гинжин бүтэцтэй молекул бүхий усанд уусдаг полимер хэрэглэвэл флокуын барьцалдах хүч бэхжиж, том диаметртэй эгэл хэсэг нь том хэмжээтэй, тунах хурд өндөртэй флокууд үүсдэг. Эдгээрийг полимер флокулянт гэж нэрлэдэг бөгөөд түүний янз бүрийн төрлийг боловсруулан хаягдал ус цэвэрлэхэд өргөнөөр ашигладаг.

Полимер флокулянт нь коллоид эгэл хэсгүүдийг хамгийн бага хэмжээгээр ашиглаж, том хэмжээтэй флоку үүсгэдэг онцлогтой. Полимер флокулянтуудыг усанд уусгах үед үүсгэх цэнэгээр нь катион, анион, ион бус гэж ангилдаг ба молекулын жин, салаажилтаар нь маш олон төрөлд ангилдаг. Органик полимер флокулянтуудыг 4-1-2-р хүснэгтэд үзүүлэв. Флокуляцид тохиромжтой pH нь түүхий ус болон цэвэрлэх бодисуудын шинж чанараас хамаарч өөр өөр байдаг тул зорилгодоо тохирсон pH-ийг ашиглах шаардлагатай. Хаягдал усыг цэвэрлэхдээ олон тооны флокулянтуудаас сонгох цорын ганц арга бол хаягдал усны бодит туршилт юм. Коагуляци ба тунадасжуулах аргыг зөвхөн хаягдал усыг цэвэрлэхээс гадна органик бодисууд, өнгө, тос, фосфат зэрэг тодорхой зүйлүүдийг арилгахад ашигладаг. Ингэхийн тулд зорилго тус бүрт тохирсон флокулянтыг сонгох шаардлагатай боловч энд бид зөвхөн ерөнхий нөхцлийг тайлбарлана.

Хүснэгт 4-1-2. Органик полимерын төрөл

Төрөл	Нэр	Химийн томъёо	Тайлбар
Анион	Натрийн алгинат	$(C_6H_7NaO_6)_n$	Шингээх нөлөөний улмаас полимер нь хоорондоо холбогдох нөлөөтэй. Хэт их хэмжээгээр хэрэглэхээс зайлсхий.
	СМС-натри	$Cellulose-OCH_2 \cdot COONa$	
	Натрийн полиакрилат	$(C_2H_3-COONa)_n$	
	Хэсэгчлэн задарсан полиакриламидын давс	$((C_2H_3-CO-NH_2)_3-C_2H_3-CO-ONa)_n$	
Катион	Усанд уусдаг анилин давирхай	$(-CH_2-NH-(C_6H_4)-)_n$	Дангаар нь ашиглах

	Полиэтиленкарбамид	$(-R-NHCSNH-)n$	тохиолдолд сөрөг цэнэгтэй коллоидууд нь анхдагч флокулянт болж чаддаг.
	Полиэтиленмин	$(-CH_2CH_2NH)n$	
	Поливинилипирдин	$(-CH-CH_2-(C_5NH_5))n$	
Ионын бус	Полиакриламид (РАМ)	$(-CH-CONH_2-CH_2)n$	
	Полиоксиэтилен	$(-CH_2 \cdot CH_2O-)n$	

4.1.2. Шилэн аяганы шинжилгээ (ЖАР тест-Коагуляци ба флокуляцийн туршилт)

Коагуляци ба флокуляцийн туршилт явуулахад ЖАР тест буюу шилэн аяганы шинжилгээг ашигладаг (Зураг 4-1-1).



Зураг 4-1-1. Туршилтын төхөөрөмж (ЖАР тест)

(Эх сурвалж: <https://www.shutterstock.com/image-photo/coagulation-test-jar-wastewater-industry-plant-1019012110>)

Шинжилгээний үе шатууд нь дараах байдалтай байна. Усны чанарын шинжилгээний үзүүлэлтүүд нь хаягдал усны төрөл, цэвэрлэх зориулалтаас хамааран өөр өөр байдаг ч ерөнхийдөө харагдах байдал, усны температур, булингар, өнгө, тунгалаг байдал, рН, умбуур бодис зэрэг орно. Зорилгоос хамааран ХХХ буюу химийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч, БХХ буюу биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч, тосны агууламжийг мөн шинжилж болно.

- ① 500 мл хаягдал усны дээжийг шаардлагатай тооны 500 мл шилэн аяганд цуглуулна.
- ② Шилэн аягыг шинжилгээний төхөөрөмжид байрлуулж хутгагчийг усанд хийнэ.
- ③ Төхөөрөмжийг асааж хугацаа хэмжигчийг ажиллуулна. Хутгагчийг 120-150 удаа/мин эргэлтийн хурдтайгаар ажиллуулахдаа дараах байдлаар химийн бодис нэмнэ.
- ④ Хэмжигч дусаагуур ашиглан цэвэрлэгээнд хэрэглэх химийн бодисын тооцоолсон хэмжээг (жишээ нь, PAC) шилэн аяга болгонд түргэн дусаана.
- ⑤ Химийн бодис нэмснээс хойш 1-5 минут өнгөрсний дараа хутгагчийн эргэлтийн хурдыг 30-60 удаа/мин хүртэл бууруулна. Өөрөөр хэлбэл, эхлээд химийн бодисыг жигд хольж, микрофлок үүсгэхийн тулд хурдан дараа нь флокын өсөлтийг дэмжих зорилгоор удаан холино.
- ⑥ 10-20 минутын турш удаан хутгасны дараа багажийг зогсоож, хутгагчийг авна.

- ⑦ Флокийн төлөв байдал, тунах хурдыг нэн даруй ажиглаж, тэмдэглэнэ. Өндөр тунах хурдтай, тунгалаг устай том флок үүсгэдэг химийн бодисын төрөл, хэмжээ нь энэ дээжийн усыг цэвэрлэхэд тохиромжтой.
- ⑧ Энэ хэт шингэний усны чанарт дүн шинжилгээ хийнэ үү. Цаасан шүүлтүүрээр (5-10μm) шүүсэн ус шинжилж байгаа бол коагуляци хийсний дараа элсэн шүүлтүүрээр шүүсэн үед усны чанарыг тооцоолж болно. (Химийн коагуляцийн аргаар цэвэрлэх боломжгүй бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг тодорхойлох)
- ⑨ Тоног төхөөрөмжийг төлөвлөхдөө хурдан хольсноос хойш хэдэн минутын дараахарагдахуйц бөөгнөрөл үүсэх, удаан холих үед үүссэн флокууд задрах магадлалтай эсэхийг ажиглах нь зүйтэй. *Тайлбар: Коагулянт нэмсний дараа полимерийн гүйцэтгэлийг шалгахын тулд флокулянт нэмж болно. Үүний зэрэгцээ шаардлагатай бол NaOH эсвэл H₂SO₄ зэрэг химийн бодисоор pH-ийг зохих түвшинд тохируулна.

4.1.3. Коагуляцийн төхөөрөмжийн онцлог

Коагуляци нь хаягдал ус цэвэрлэх салбарт хамгийн өргөн хэрэглэгддэг, чухал ялгах процессуудын нэг юм. Хэвийн тунадасжилтын үед ялгах шаардлагатай хөвөгч хатуу бодисын туналтын хурд буюу жижиг хэсгийн хэмжээний хуваарилалт нь зураг төсөл боловсруулах үндэслэл болдог боловч коагуляци, туналтад өртөх хөвөгч хатуу бодис нь хязгаарлагдмал хугацаанд тунадасжуулж, салгах боломжгүй коллоид тархалтын систем юм. Тиймээс түүхий усны жижиг хэсгийн хуваарилалт нь тийм ч том асуудал биш бөгөөд ялгах үр ашиг нь флок үүсгэхийн тулд хэр сайн коагуляци хийж байгаагаас нь хамаардаг. Уг нь "коагуляци" болон "тунадас" эсвэл "хөвөгч" нь тусдаа процесс боловч тэдгээрийг нэг зэрэг гүйцэтгэдэг зарим төхөөрөмж байдаг. Коагуляци, флокуляцийн төхөөрөмж нь дараах үүрэгтэй байх ёстой.

- i) Коагулянт ба флокулянт тунгаар хэрэглэх хэмжээ. Коагулянт ба флокулянт тунгаар хэрэглэх төрөл, хэмжээг цэвэрлэх суспензийн усны чанараар тодорхойлно. Коагулянт ба флокулянт тунг шилэн аяганы шинжилгээгээр тодорхойлно.
- ii) Эгэл хэсгийн концентраци. Флокулянт нэмж гадаргын цахилгаан цэнэгийг нь саармагжуулсан эгэл хэсгүүд хоорондоо бүлэгнэж, флок үүсгэхийн тулд эгэл хэсгүүд нь хоорондоо шүргэлцэх боломжтой байх ёстой. Ингэж шүргэлцсэнээр эгэл хэсгийн концентраци нэмэгдэх магадлал нэмэгддэг. Коагуляцийн хурдыг илэрхийлэх онолын олон томьёо байдаг боловч тэдгээрийг дараах байдлаар нэгтгэн дүгнэж болно:

$$dn/dt = -k \cdot n^2$$

n: Нэгж эзэлхүүн дэх эгэл хэсгийн тоо (эгэл хэсгийн концентраци)

t: Хугацаа

k: Коэффициент.

Энэ томьёонд k нь коагуляцын эхний үе шат ба флок өсөх үе дэх холих нөхцөл, эгэл хэсгийн хэмжээгээр тодорхойлогддог коэффициент юм. Дээрх томьёоноос харахад коагуляцийн хурд нь эгэл хэсгийн концентрацийн квадраттай пропорциональ байна.

- iii) Зохистой холих харьцаа. Флок үүсэх хурд нь холимогийн хүчийг илтгэдэг G үзүүлэлтээс (шингэний дундаж хурдны градиент) хамааралтай байдаг. G утгыг нэгж эзэлхүүнд хамаарах хүчээс хамааруулан дараах байдлаар тодорхойлно: $G = \sqrt{W/\mu}$ (μ - зуурамтгай

чанар). Хэрэв холимог нь хэтэрхий хүчтэй байвал маш их коагуляци болсон флокууд устгахад маш их хүч шаардагдаж, дахин тархдаг тул флокуляцийн урвалын бүрт тохирсон холих оновчтой нөхцөл байдаг.

iv) Тунгаах/хөвөгчийг ялгах, баяжуулах/лаг зайлуулах.

Коагуляцийн урвалаар үүссэн флокуудыг дараагийн процесст туналт/хөвөгчөөр нь ялгаж, зохих концентраци хүртэл баяжуулж, дараа нь савнаас гаргана.

4.2. рН-ийн хяналт ба тохируулга

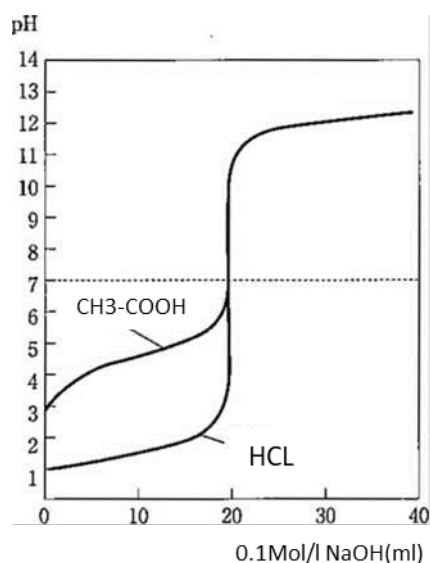
рН нь усны чанарын үндсэн үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд үргэлж тохируулах шаардлагатай. рН-ийг тохируулах нь биологийн үр дүнтэй цэвэрлэгээ, коагуляци, тунгаах цэвэрлэгээний урьдчилсан цэвэрлэгээ болох чухал үйл ажиллагаа юм.

4.2.1. рН

рН ба H_2O -г устөрөгчийн ион ба гидроксидын ионуудыг үүсгэхийн тулд салгах ёстой. $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$. Усан дах устөрөгчийн ионы молийн концентраци $[H^+]$ ба гидроксидын ионы $[OH^-]$ молийн концентрацийн хувьд дараах томъёо үйлчилнэ. $[H^+][OH^-] = K_w$ $25^\circ C$ -г $K_w = 10^{-14} \text{ моль}^2/L^2$ тул логарифмаар дараах томъёо гарна: $\log K_w = \log [H^+] + \log [OH^-] = -14$ Саармагжуулсан үед $\log [H^+] = \log [OH^-] = -7$. $-\log [H^+]$ нь рН-ээр илэрхийлэгдэх ба үүнийг устөрөгчийн ионы концентрацийн индекс гэж нэрлэгддэг. Өрөөний температур ($25^\circ C$) байгаа үед хүчиллэг рН < 7.0 шүтлэг рН > 7.0 байна.

4.2.2. Титрлэлтийн муруй

Саармагжуулалт гэдэг нь хүчил эсвэл шүлт нэмж усыг саармагжуулах үйл явц юм. Хэвтээ тэнхлэгийн дагуу хүчил, шүлтийн хэмжээ, босоо тэнхлэгийн дээжийн уусмалын рН-ийн хэмжээг заасан муруйг титрлэлтийн муруй гэнэ. Титрлэлтийн муруйн жишээг Зураг 4-2-1-д үзүүлэв. Давсны хүчлийн титрлэлтийн муруй нь рН 3-аас 11-ийн мужид огцом нэмэгдэж, бага хэмжээний саармагжуулагч бодис (NaOH) нэмснээр рН мэдэгдэхүйц өөрчлөгддөг. Нөгөө талаас цууны хүчлийн титрлэлтийн муруй нь рН 3-6 хооронд аажмаар өөрчлөгдөж байгааг харуулж байна. Энэ нь цууны хүчлийн уусмал нь буферийн нөлөөтэй байдагтай холбоотой юм.



Зураг 4-2-1. Титрлэлтийн муруй

4.2.3. Саармагжуулах бодис

Саармагжуулах бодисыг сонгохдоо урвалын хурд, титрлэлтийн муруй, урвалын бүтээгдэхүүний туналт ба усгүйжилт зэргийг харгалзан хамгийн хэмнэлттэйг нь сонгоно. Түгээмэл хэрэглэгддэг саармагжуулах химийн бодисын шинж чанарыг Хүснэгт 4-2-1-д үзүүлэв.

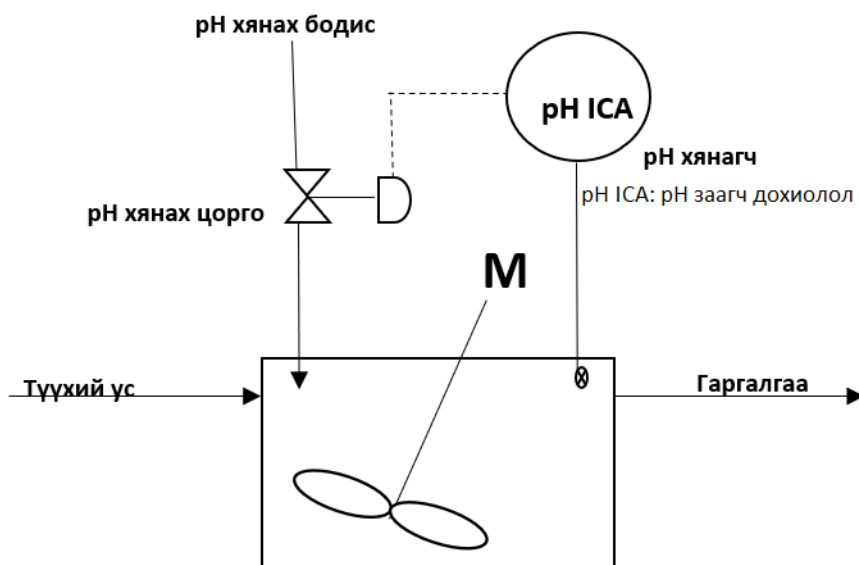
Хүснэгт 4-2-1. Хаягдал ус цэвэрлэгээнд ашигладаг шүлт хүчил

Төрөл	Нэр	Химийн томъёо	Тайлбар
Шүлт	Натрийн гидроксид (идэмхий натри)	NaOH	Уусах чанар ба урвалд орох чадвар өндөр
	Натрийн карбонат (содын үнс)	Na ₂ CO ₃	
	Кальцийн гидроксид (унтраасан шохой)	Ca(OH)	Нунтаг бөгөөд усанд уусах чанар муу учраас хутгагч бүхий тун хэмжиг багаж хэрэглэх шаардлагатай. Урвалд орох чанар муу
	Кальцийн карбонат (шохойн чулуу)	CaCO ₃	Урвалд орох чанар тийм өндөр биш
Хүчил	Хүхрийн хүчил	H ₂ SO ₄	Урвалд орох чанар өндөр. Болгоомжтой харьц
	Давсны хүчил	HCL	Урвалд орох хурд өндөр. Болгоомжтой харьц. Ялангуяа манангаас урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ ав.
	Нүүрстөрөгчийн давхар исэл	CO ₂	pH тийм ихээр унадагагүй учир харьцахад аюулгүй.

4.2.4. pH тохируулах төхөөрөмж

Саармагжуулах урвалын төхөөрөмжийн гол хэсэг нь хутгагч бүхий урвалын сав юм. Саармагжуулах савны хэмжээ нь хаягдал усны төрөл, саармагжуулах химийн бодисын төрлөөс

хамаарч өөр өөр байдаг боловч кальцийн гидроксид, хүхрийн хүчил, давсны хүчил, натрийн гидроксид эсвэл натрийн карбонатыг ашиглах үед хадгалах хугацаа 5- 30 минут хангалттай байдаг. рН-ийн автомат хяналтын аргын энгийн жишээг Зураг 4-2-2-т үзүүлэв. Энэ арга нь урвалын хурд хурд, хаягдал усны буферийн индекс өндөр, урсгалын хэлбэлзэл бага байх үед хангалттай нарийвчлалтай байдаг.



Зураг 4-2-2. рН-ийн хяналтын үндсэн арга

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

4.3. Тунгаалт

Коагуляцын тунгаах бүх төхөөрөмж нь 4-1 (3)-д тодорхойлсон i)-iv) дөрвөн элементээс бүрдэнэ.

4.3.1. Хэрэглээний хамрах хүрээ

Коагуляци ба тунгаалтын аргын хувьд анхны хөвөгч хатуу бодисын ширхэгийн хэмжээтэй бараг хамааралгүй бөгөөд хатуу хөвөгч бодисын коагуляцаар үүссэн лавсын тунах хурдаар ялгах үр ашгийг тодорхойлдог. Тиймээс коагуляци ба ялгалтыг коллоид дисперсийн системд ашигладаг. Химийн бодисын хэрэгцээ, өнгө, эмульс, хүнд металл болон ердийн аргаар ялгах боломжгүй бусад бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг коллоид төлөвт тархсан тохиолдолд коагуляцийн аргаар үр ашигтайгаар ялгах боломжтой.

4.3.2. Тунгаалтын загвар

- i) Туналтын хурд ба гадаргуугийн талбайн ачаалал

Тунгаагуур нь хаягдал усанд агуулагдах хөвөгч хатуу бодисыг ялгаж тунгалаг ус гаргаж авдаг. Эгэл хэсгийн хувийн жин ба диаметр их байх тусам салгах үр ашиг өндөр болно. Иймд тунгаагуурыг ашиглахдаа зайлуулах эгэл хэсгүүдийн тунгаах хурдыг харгалзан үзэх шаардлагатай бөгөөд хэрэв ширхэгийн хэмжээ бага бол тэдгээрийн

хэмжээг нэмэгдүүлэхийн тулд эгэл хэсгүүдийг бөөгнөрүүлэхийн тулд тохирох коагулянт буюу полимер ашиглах шаардлагатай. Тунгаагуур нь тунгаах, буфержуулах, лаг зайлуулах гэсэн гурван үүрэгтэй бөгөөд эдгээрээс хамгийн чухал нь тунгаах функц юм. Тунгаах функц нь дотогш орж ирж буй хөвөгч хатуу бодисыг тунгаах замаар хэр үр дүнтэй арилгаж байгааг харуулдаг бөгөөд тунгаагуурын зайлуулах хурдыг тооцох үндсэн үзүүлэлт нь гадаргуугийн талбайн ачаалал юм. Гадаргуугийн талбайн ачааллыг дотогш урсгалын хурд ба тунгаах талбайг ашиглан тооцно.

$$V_0 = Q/A$$

V_0 : Гадаргуугийн ачаалал($m^3/m^2/ц$) A : Доторх урсгалын хурд($m^3/ц$) A : тунгаах талбай (m^2)

Хүснэгт 4-3-1-д усны гадаргуугийн ачааллын ердийн жишээг үзүүлэв. Эдгээр үзүүлэлтүүд нь тохиромжтой химийн бодис, коагуляцийн урвал хийгдсэн үеийн үзүүлэлтүүд юм..

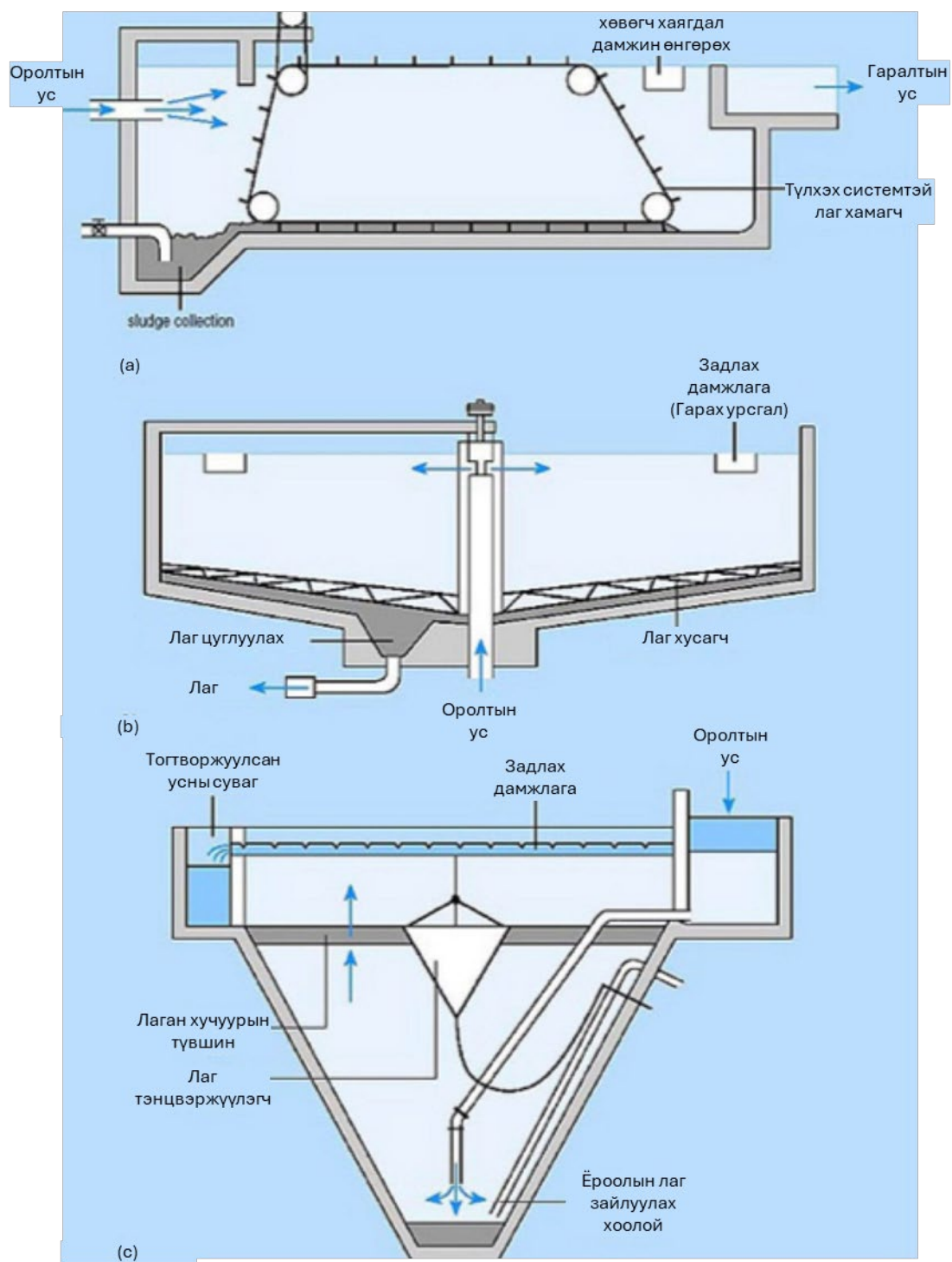
Хүснэгт 4-3-1 Гадаргуун усны ачааллын түгээмэл жишээ

Түүхий усны төрөл	Усны гадаргуугийн ачаалал ($m^3/m^2/ц$)	Урсгал дах хөвөгч хатуу бодис(mg/l)	Цэвэрлэгдсэн хөвөгч хатуу бодис (mg/l)
Гол, нуурын ус	1.0-2.0	30-500	<10
Хүнд металл	0.7-0.8	100-1000	<20
Цахилгаан станцын хаягдал ус	0.8-1.0	100-10000	<20
Тослог хаягдал ус	0.5-0.7	50-100	<20

ii) Тунгаагуурын төрөл

Тунгаагуурыг тунасан лагийн шинж чанар, усны эзэлхүүнээс хамааруулан сонгоно.

Хэд хэдэн төрлийн тунгаагуурын загварууд байдаг. Тэгш өнцөгт тунгаагуурыг ихэвчлэн том хэмжээний цэвэрлэх байгууламжуудад харна. Учир нь урьдчилан таамаглах боломжтой бөгөөд булингар, өнгө, замагт тэсвэртэй байдаг. Эдгээр нь зардал багатай, засвар үйлчилгээ бага шаарддаг, богино холболтын асуудал багатай байдаг. Дугуй ба дөрвөлжин тунгаагуурыг орон зай хязгаарлагдмал газарт ашигладаг. Тэдгээрийг заримдаа тунгалагжуулагч гэж нэрлэдэг бөгөөд булангууд дээр нь богино холболт үүсдэг. Дугуй хэлбэрийн төрөлд нь дээш урсгалтай тунгалагжуулагч эсвэл хатуу бодисын тунгалагжуулагчийг багтаж болно. Эдгээр төрлийн тунгаагуурт бүлэгнэлт, флокуляци, туналтын үйл явц бүгд нэг сав эсвэл тунгаагуурт явагддаг.



(Эх сурвалж: Интернет)

Зураг 4-3-1. Ердийн тунгаагуурууд:

(a) тэгш өнцөгт хэвтээ урсгалтай сав

(b) дугуй хэлбэртэй, радиаль урсгалтай сав

(c) юүлүүр ёроолтой, дээшээ урсдаг сав

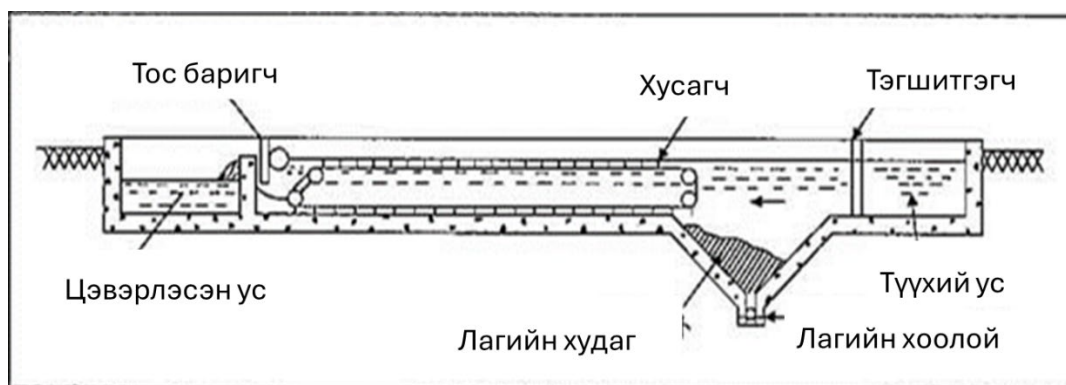
4.4. Флотацийн аргаар ялгах

Хэрэв усан дах хөвөгч хатуу бодисын нягт нь усныхаас бага байвал энэ нь гадаргуу дээр хөвөх тул түүнийг хөвүүлэх буюу флотацийн аргаар салгаж болно. Хөвөлт нь туналтын эсрэг зүйл боловч хоёулаа таталцлыг ашигладаг тул гравитацийн төрлийн флотацийн тусгаарлалт гэж нэрлэдэг. Хаягдал ус цэвэрлэх салбарт тос нь уснаас бага нягттай бодисын ердийн жишээ юм. Хэдийгээр хөвөгч хатуу бодисын нягт нь усныхаас их байсан ч устай нягтын ялгаа маш бага байвал тунгаах хурд бага байх болно. Энэ тохиолдолд усанд агаарын бөмбөлөг үүсч хөвөгч хатуу бодистой хүрэлцэх юм бол нягт нь багасч, эргэн тойрны устай нягтын зөрүү үүсч, нягтын урсгалыг үүсгэж, флотацийн тусгаарлалтыг бий болгоно. Энэ үед хөвөгч хөөс (хөвөгч үлдэгдэл) нь агаартай байдаг тул тунгаах лагийг бодвол ус багатай байдаг. Энэ шинж чанарыг ашиглан флотацийн аргаар ялгах аргыг мөн лагийг өтгөрүүлэх гэх мэт зорилгоор ашигладаг. Усанд жижиг агаарын бөмбөлөг үүсгэх өргөн хэрэглэгддэг арга бол даралттай агаарыг усанд уусгаж, дараа нь атмосферийн даралтад гаргах тул үүнийг даралтат флотацийн ялгаралт гэж нэрлэдэг (даралтат флотацийн арга). Флотацийн үед ч гэсэн нарийн коллоид бодисыг ялгахын тулд урьдчилсан боловсруулалтын үе шат болгон коагуляцийн процесс шаардлагатай.

4.4.1. Тос ус ялгах төхөөрөмж

Энгийн жишээ бол API тос ялгах төхөөрөмж юм. Энэ бол байгалийн жамаар хөвөх чөлөөт тосыг хусдаг төхөөрөмж юм. Рейнольдсын үзүүлэлт бага байх үед Стоксын хуулийг ихэвчлэн усан дах тосны нарийн дуслын хөвөх хурдыг тооцоход ашигладаг. $ut = g(\rho - \rho_0)d^2/18\mu$ ut : Тосны дуслын өгсөх хурд (см/с) ρ , ρ_0 : Ус ба тосны нягт (гр/см³) d : Тосны дуслын диаметр (см) g : Таталцлын хурдатгал (см/с²) μ : Усны зуурамтгай чанар (гр • см-1 • с-1) API-ийн стандартад ялгах тосны дуслын диаметр нь 0.015 см байна. Тосны дуслын нягт 0.9гр/см³, $d = 0.015$ см гэж үзвэл $ut = 980 \cdot (1.0 - 0.9) \cdot 0.015^2 / (18 \cdot 0.01) = 0.12$ см/с байна.

Зураг 4-4-1 дээр API тос тусгаарлагчийн хөндлөн огтлолын бүтцийг харуулав. API гарын авлагын дагуу төхөөрөмжийн хэмжээ $W = 1.8 - 6.1$ м, гүн $H = 1.9 - 2.4$ м байна. $H/W = 0.3 - 0.5$. W ба H нь дараах нөхцлийг хангах ёстой. Үүнд: савны хэвтээ урсгалын дундаж хурд $v = 0.9$ м/мин. Зайлуулах тосны дуслын диаметр, нягтыг тодорхойлсны дараа ut -ийн дээш хөдлөх хурдыг дээрх тооцооны жишээний адил, савны урт L -ийг дараах томъёогоор тооцоолж болно. $L = V H f / ut$ f нь дизайны тохируулах коэффициент бөгөөд дараах байдлаар тодорхойлогддог $f = f_s f_t$ f_s : Богино холбооны коэффициент f_t : Хуйлралтын коэффициент f -д Хүснэгт 4-4-1-ийн утгыг ашигласан ба f_s -ийн хувьд туршилтын 1.2 гэсэн утгыг ашигласан болно.



Зураг 4-4-1. API тосны тусгаарлагч

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

Хүснэгт 4-4-1 Турбулентийн коэффициент

V(ut)	Фут(ft)
20	1.45
15	1.37
10	1.27
6	1.14
3	1.07

4.4.2. Ууссан агаарын флотаци (DAF) ялгалт

Агаарыг даралтын дор усанд уусгаж, дараа нь атмосферийн даралтад хүргэхэд маш нарийн бөмбөлгүүд үүсдэг. Эдгээр бөмбөлөгүүд нь шингэн ба хатуу биетүүдийн хоорондох завсар хэсэгт үүсдэг. Усан дах хөвөгч хатуу бодис ба агаарын бөмбөлгүүдийн хоорондох наалдамхай хүч нь материал, ус, агаарын хоорондох залгаа хэсгийн таталцлын хүчнээс хамаарч өөр өөр байдаг ба хөвөгч хатуу бодис ба агаарын бөмбөлгүүдийн хоорондох наалдамхай хүч нь усны гадаргуу дээр илүү их байдаг. Хөвөгч хатуу бодис нь гидрофиль гэхээсээ илүү гидрофобик шинж чанартай (усанд амархан нордог). Гэхдээ даралтат флотацийн аргын хувьд салгах үр ашгийг салгах хөвөгч хатуу бодисын гадаргуугийн таталцлыг тооцохгүйгээр туршилтаар хэмждэг бөгөөд энэ нь практик зорилгоор ашиглахад хангалттай юм. Агаарыг усанд уусгахад Генригийн онолыг ашигладаг болохыг дараах тэгшитгэлд үзүүлэв.

$p = H \cdot P$: ууссан хийн хэсэгчилсэн даралт (Па) x : шингэн дэх ууссан хийн молийн концентраци H : Генригийн тогтмол (Па/молийн концентраци) T : Усны температур өндөр байх тусам H -ийн утга их болно. Хэрэв температур тогтмол байвал, H мөн тогтмол тул x -г мг/л болгон хувиргаж, c -ээр илэрхийлбэл $c = k \cdot p$: тогтмол (мг) гэж гарна. $c = L \cdot (1 - P/P^*)$ Даралтын өөрчлөлтөөс үүссэн

бөмбөлгүүдийн хэмжээг даралт ба атмосферийн даралтын дор уусах чадварын зөрүүгээр тооцоолж болно.

4.4.2.1. Хэрэглээ

Ерөнхийдөө DAF аргаар цэвэрлэсэн усны тунгалаг байдал нь коагуляцийн тунгаалтаас арай доогуур байдаг. Учир нь DAF нь коагуляцын тунгаагуурын төхөөрөмжтэй хангалттай удаан хугацаанд барих зориулалттай хийгдээгүй бөгөөд даралт бууруулах хавхлагаас өмнө коагуляцид орсон флокууд дамжин өнгөрөх үед ихэвчлэн устдаг. Гэхдээ DAF-ийн гол давуу тал нь зөвхөн 15-30 минут хадгалах хугацаа шаарддаг бол коагуляцын тунгаалтын хувьд 1-2 цаг барих шаардлагатай байдаг. Одоогийн байдлаар DAF-ийн цэвэрлэсэн усны тодорхой хэсгийн даралтыг нэмэгдүүлж, коагуляци хийхээс өмнө түүхий устай хольж, флотацийн сав руу илгээх нь түгээмэл байдаг. Гэхдээ энэ арга нь илүү том флотацийн сав шаарддаг.

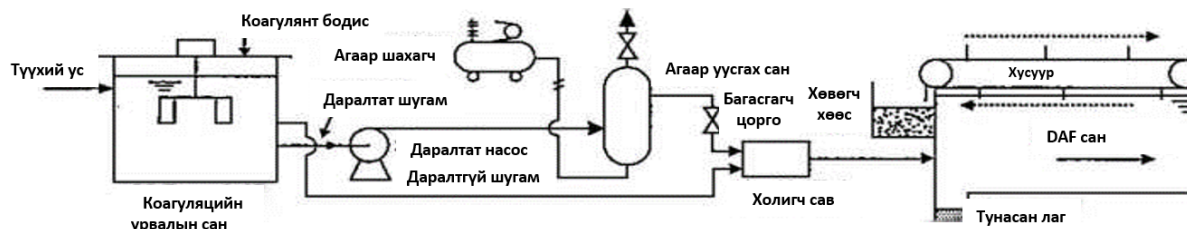
Энэ тохиолдолд хөвүүлэн ялгахад шаардагдах агаар ба хатуу бодисын харьцаа тогтмол байх бөгөөд хэрэв даралттай усны хэмжээг багасгахыг хүсвэл даралтыг нэмэгдүүлж, мөн ууссан агаарын хэмжээг нэмэгдүүлэх шаардлагатай. Тиймээс даралтат усны эзэлхүүн ба даралтын хамгийн хэмнэлттэй хослолыг шахуургын даралт, усны даралт, флотацийн савны хэмжээг харгалзан тодорхойлно. Энэ аргын хувьд даралтын насос, даралт бууруулах хавхлагаар дамжин өнгөрөх ус нь тархсан бодис агуулаагүй цэвэр ус бөгөөд энэ нь ашиглалтын давуу тал юм. Тодорхой хаягдал усыг цэвэрлэхэд коагуляцийн тунгаалтын арга болон DAF аргыг хоёуланг нь хэрэглэх боломжтой бол лаборатори эсвэл туршилтын үйлдвэрт хангалттай туршилт хийж, барилгын болон ашиглалтын зардлыг харьцуулсны дараа аль аргыг ашиглахаа шийдэх хэрэгтэй. Хоёр аргын ерөнхий давуу талууд нь дараах байдалтай байна.

- ① Флотацийн хурд нь тунгаах хурдаас хурдан байдаг (Зай хэмнэх)
- ② Шаардлагатай хүч нь DAF-д илүү өндөр байдаг (Үйл ажиллагааны зардал өндөр)
- ③ Цэвэрлэсэн усны булингар нь коагуляцийн тунгаах аргаас арай бага байна
- ④ Даралтат флотацийн аргын хувьд лагийн чийгийн агууламж бага байна
- ⑤ Даралтат флотацийн арга нь түүхий усны температурын хэлбэлзэлд илүү тогтвортой байдаг

4.4.2.2. DAF төхөөрөмж ба дизайн

DAF-ийн жишээг Зураг 4-4-2-т үзүүлэв. Коагулянттай хольсон түүхий усыг агаар уусгах сав руу шахах бөгөөд 1-2 минутын турш даралтаар шахсан агаартай хольж агаарыг уусгана. Агаар уусгах сав нь зөвхөн агаарыг бүрэн уусгаад зогсохгүй илүүдэл агаарыг ялгадаг тул дээд хэсгийг нь агааржуулалтын хавхлагаар тоноглогсон байдаг. Илүүдэл агаар хөвүүлэн ялгах сав руу оруулвал том бөмбөлөг хэлбэрээр дээшилж, савыг доголдуулж, конвекц үүсгэж, ялгах үр ашгийг бууруулдаг. Уусах савны хэвийн даралт нь 0.3-0.5 МПа (хэмжсэн даралт) байна. Уусгах саванд байгаа ууссан агаартай ус нь даралт бууруулах хавхлагаар дамжин хөвүүлэн ялгах сав руу ордог. Флотацийн ялгах савны бүтэц нь дотогш урсаж буй агаараар ханасан усны хурдны энергийг багасгах, савны доторх доголдлыг багасгах, хөвж буй хог хаягдлыг тасралтгүй цуглуулж, савнаас гадагшлуулах шүүлтүүртэй байхаар хийгдсэн. DAF нь дугуй эсвэл тэгш өнцөгт хэлбэртэй. Хөвдөггүй, харин тунадаг хатуу бодисыг зайлуулахын тулд савны ёроолд ердийн тунгаах төхөөрөмжтэй төстэй лаг

хусуур суурилуулж болно. Цэвэрлэсэн усыг савны ёроолд суурилуулсан цуглуулгын хэсгээс жигд цуглуулдаг.



Зураг 4-4-2 DAF төхөөрөмжийн урсгал

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

Төхөөрөмжийн үзүүлэлтүүд

① Хөвөх хурд (м³/м²/цаг)

DAF-д орох усны хэмжээг (м³/цаг) хөвөх талбай (м²)-д хуваах замаар олж авсан утга. Энэ нь DAF-д шаардагдах талбайг (м²) тодорхойлдог үзүүлэлт юм. Ихэвчлэн 5-7м³/ц байдаг.

$$U = (Q_0 + Q_r) / M$$

U: хөвөх хурд (м³/м²/ц=м/ц), Q₀: оролтын ус (м³/цаг),

M: хөвөх талбай(м²), Q_r: даралтат ус (эргэлтийн ус) (м³/ц)

② Даралт

Агаарыг даралттай усанд уусгах үеийн даралт: Ихэвчлэн 0.3-0.5 Мпа байна

③ Даралттай усны хэмжээ

Даралттай усны хэмжээг ихэвчлэн түүхий усны хэмжээний хувиар илэрхийлдэг бөгөөд түүхий усны хөвөгч хатуу бодисын агууламжаас хамаарч өөр өөр байдаг. Ихэвчлэн 30-100% байдаг.

④ Агаар ба хатуу бодисын харьцаа (A/S)

Энэ нь орж ирж буй хөвөгч хатуу бодис ба түүний хөвөхөд шаардагдах агаарын жингийн харьцааг харуулна. Энэ нь даралтат усны хэмжээг тооцоолох суурь болно. Агаар уусгах үр ашиг нь онолын уусалтын дүнгийн 60-70% орчим байдаг бол A/S харьцаа нь ерөнхийдөө 0.06-0.07 байна. Хүснэгт 4-4-2-т хаягдал усны төрөл, хөвөх хурд, A/S утгыг жишээ болгон харуулав..

Хүснэгт 4-4-2. Флотацийн хурд ба A/S

Түүхий усны төрөл	Хөвөгч хурд (м/ц)	A/S утга
Цаасны хаягдал ус	6-7	0.06-0.07
Хүнд металлын хаягдал ус	4-5	0.09-0.1
Газрын тосны хаягдал ус	5-6	0.03-0.06
Бусад	5-7	0.05-0.06

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх менежерийн лавлах, 2022)

4.5. Шүүлтүүр (элсэн шүүлтүүр)

Элсэн шүүлтүүр нь таталцлын аргаар (тунгаалт эсвэл DAF) зайлуулах боломжгүй хөвөгч хатуу бодисын үлдэгдлийг арилгах замаар цэвэр ус гаргах арга юм. Ихэнхдээ элсийг шүүлтүүр болгон ашигладаг боловч заримдаа антрацит, анарыг бас ашигладаг тул мөхлөгт шүүлтүүр эсвэл гүн шүүлтүүр гэж нэрлэдэг. Элсний удаан шүүлтүүр (LV: 4-5м/хон) болон элсний хурдан шүүлтүүр (LV: 120-150м/хон)-ийг голчлон усан хангамжийн байгууламжид булингар арилгахад ашигладаг байсан боловч элсний хурдан шүүлтүүрийг (цаашид элсний шүүлтүүр гэх) хаягдал ус цэвэрлэх чиглэлээр эцсийн процесс болгон ашигладаг болсон. Хаягдал ус цэвэрлэх зориулалттай элсний шүүлтүүрийг ихэвчлэн усан хангамжийн байгууламжаас илүү хурдан шүүхээр загварчилдаг. Элсэн шүүлтүүр нь хөвөгч хатуу бодисыг шүүлтүүрийн давхарга доторх шүүлтүүрийн хэрэгслийн хоорондох завсарт барьж, хадгалдаг боловч барьж болох бодисуудын хэмжээ нь шүүлтүүрийн энэ завсрын хэмжээнээс хамаагүй бага байдаг. Үүнээс гадна шүүлт үргэлжлэх тусам шүүлтүүрийн дифференциал даралт нэмэгддэг. Шүүлтийн дифференциал даралт эсвэл шүүлтийн булингар нь тогтоосон утгад хүрэхэд шүүлт тасалдаж, шүүлтүүрийн давхарга руу буцаж урсдаг. Цикл бүрт их хэмжээний шүүгдсэн бодис ялгаруулдаг, бага хэмжээний угаах ус шаарддаг элсний шүүлтүүрийг ашиглах нь зүйтэй.

※Шүүлтүүрийн дифференциал даралт: Шүүлтүүрийн оролт ба гаралтын даралтын зөрүү. Шүүлт үргэлжилж байгаа үед шүүлтүүрийн давхарга бөглөрч, оролтын даралтыг нэмэгдүүлнэ.

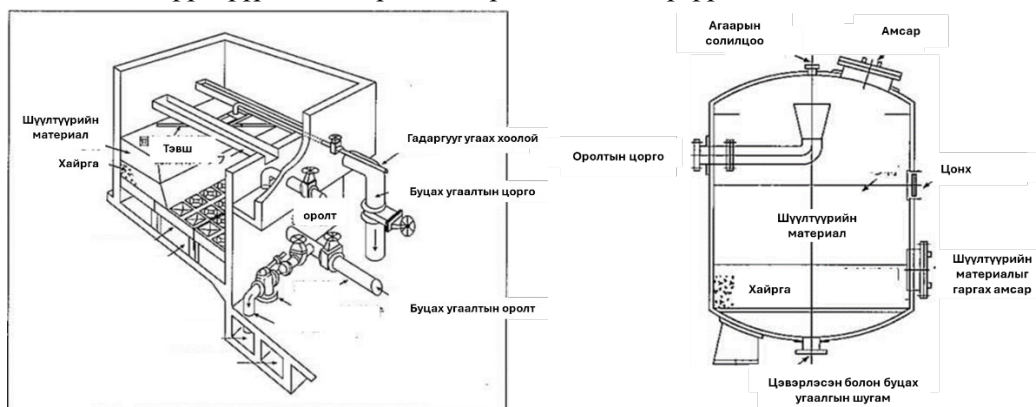
4.5.1. Элсэн шүүлтүүрийн төрөл

Төрөл бүрийн шүүлтүүрүүд байдаг боловч хаягдал усыг цэвэрлэхэд ихэвчлэн хүндийн хүч эсвэл даралт хэрэглэдэг.

Зураг 4-5-1-д таталцлын элсэн шүүлтүүрийн бүтцийн жишээг үзүүлэв. Энэ шүүлтүүрт усыг таталцлын хүчээр дээрээс доош шүүнэ. Шүүлтүүрийн дээд хэсэг онгорхой тул шүүлтүүрийн дотор талыг ажиглах боломжтой, засвар үйлчилгээ хийхэд хялбар байдаг ч LV нь удаан байдаг тул маш их зай эзэлдэг.

Зураг 4-5-2 нь даралтат элсэн шүүлтүүрийн жишээг харуулж байна. Энэ нь битүүмжилсэн бүтэцтэй бөгөөд усыг насосны даралтаар шүүдэг. Таталцлын төрөлд шүүлтүүрийн даралтыг нэмэгдүүлэхийн тулд толгой хэсгийг нэмэгдүүлэх шаардлагатай тул бүтэц нь өндөр, эзлэх зай нь том байна. Даралтат төрөлд насосны даралтыг нэмэгдүүлэх замаар үүнийг гүйцэтгэдэг. Даралтат төрөлд дотоод даралтыг ашигладаг тул сунгалт даах өндөр чадвартай зэс хавтанг ихэвчлэн материал болгон ашигладаг бөгөөд цилиндр хэлбэрийг ихэвчлэн ашигладаг. Даралт өгөх аргаас бусад нь хоёулаа ижил шүүлтүүрийн механизмтай байдаг. Шүүлт үргэлжлэх шүүлтүүрийн давхаргын завсар бөглөрч, шүүлтийн даралтын зөрүү ихсэх тул шүүлтүүрийн давхаргын ёроолоос даралттай усыг дээшээ урсгаж шүүлтүүрийн давхаргыг угаана. Үүнийг буцах урсгалтай цэвэрлэгээ (буцах угаалт) гэж нэрлэдэг. Энэ үед шүүлтүүрийн орчинд тархсан бодисын наалдац хүчтэй байвал агаар цэвэрлэх нь үр дүнтэй байдаг. Шүүлтүүрийн хамгийн чухал хэсэг нь шүүлтүүрийн хэрэгсэл бөгөөд ихэвчлэн элс, антрацитыг ашигладаг. Шүүлтүүрийн давхаргын зузаан нь ерөнхийдөө 500-700 мм байна. Шүүлтүүр нь бохир зайлуулах системээс мултарч гарахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд шүүлтүүрийн давхарга ба ус зайлуулах системийн хооронд хальтрахаас сэргийлэх хайрганы

давхаргыг байрлуулна. Ихэвчлэн нарийн ширхэгтэй хайргыг шигшээд, хэдэн давхаргаар нь дээд талд байрлуулдаг бол, том ширхэгтэй хайргыг шигшээд, ёроолд нь давхарга болгож тавьдаг. Хүснэгт 4-5-1-д шүүлтүүрийн материалын орцын жишээг үзүүлэв.



Зураг 4-5-1. Таталцлын шүүлтүүр Зураг 4-5-2. Даралтат шүүлтүүр

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

Хүснэгт 4-5-1. Шүүлтүүрийн материалын найрлага

Шүүлтүүрийн төрөл	Элс		Антрацит	
	Диаметр (мм)	Давхаргын зузаан (мм)	Диаметр (мм)	Давхаргын зузаан (мм)
Нэг давхаргат шүүлтүүр	0.3-0.6	600-1300	—	—
Хоёр давхаргат шүүлтүүр	0.45-1.2	400	0.3-0.6	400
Дээш урсгалын шүүлтүүр	1.0-1.4	1500-1700	—	—

(Ашигласан материал: Ёшимүра: Ус цэвэрлэгээний загварчлал, 2011)

4.6. Лагийг усгүйжүүлэх

Хаягдал ус цэвэрлэх нь хаягдал усанд уусдаг буюу хөвдөг бодисуудыг ялган баяжуулах технологи учраас лаг зайлшгүй үүсдэг. Энэ лагийг эцэст нь устгахын тулд зориулалтын дагуу усгүйжүүлэх, хатаах зэрэг аргаар цэвэрлэх шаардлагатай. Ерөнхийдөө тунгаалтын ялгаралтаас үүссэн лагийн хатуу концентраци нь ихэвчлэн 2% ба түүнээс бага байдаг бөгөөд үүнийг хатуу хэлбэрээр нь боловсруулах боломжгүй байдаг. Иймээс эхлээд усгүйжүүлэх шаардлагатай бөгөөд нэгж эзэлхүүн дэх усгүйжүүлсэн усны зардлын хувьд тунгаалт хамгийн хямд, дараа нь механик усгүйжүүлэлт (шүүлтүүр, центрифуг гэх мэт), дулааны усгүйжүүлэлт (ууршилт, хатаах) хамгийн үнэтэй нь юм.

4.6.1. Лагийн төрөл ба шинж чанар

Хүснэгт 4-6-1-д лагийн төрөл, тэдгээрийн шинж чанар, санал болгож буй усгүйжүүлэх төхөөрөмжийг харуулав. Усгүйжүүлэх төхөөрөмжийг сонгохдоо лагийн төрөл, шинж чанар, лагийн

хэмжээ, усгүйжүүлсний дараах шаварны чийгшил, төхөөрөмжид үзүүлэх нөлөөлөл, CAPEX, OPEX гэх мэтийг харгалзан хамгийн тохиромжтой загварыг сонгох шаардлагатай.

Хүснэгт 4-6-1. Лагийн төрөл, усгүйжүүлэх төхөөрөмжийн үзүүлэлтүүд

Төрөл	Шинж чанар	Шинж чанар	Санал болгож буй усгүйжүүлэх төхөөрөмж
Шохойн чулуу, нүүрсний хаягдал усны лаг гэх мэт.	Энэ нь нарийн талст ба амархан бөөгнөрдөг. Өөрөө хатуурдаг.	Урьдчилан цэвэрлэлгүйгээр усгүйжүүлэх боломжтой. Лагийг хоолойгоор тээвэрлэх үед бөглөрөх эрсдэлтэй учраас болгоомжтой байх ёстой.	Даралтат шүүлтүүр Центрфуг Туузан пресс
Металлын оксидын нунтаг хаягдал усны лаг гэх мэт.	Нарийн тоосонцор, амархан өтгөрнө. Лаг нь өндөр хувийн жинтэй ба хараа хяналтгүй орхивол хатуурна.	Урьдчилан цэвэрлэлгүйгээр усгүйжүүлэх боломжтой орно, Тос холилдвол усгүйжүүлэлтэд муугаар нөлөөлнө	Даралтат шүүлтүүр Центрфуг
Хүнд металлтай хаягдал усны лаг	Лаг нь бөөгнөрсөн байдалд байна. Өтгөрүүлэхэд хэцүү. Флок дотор ус ихтэй.	Флокулянт химийн бодис ашиглан урьдчилан цэвэрлэх шаардлагатай	Даралтат шүүлтүүр Центрфуг Туузан пресс
Тос агуулсан, бүлэгнүүлсэн лаг	Тос коагулянтын бөөгнөрөл дотор хуримтлагддаг. Хувийн жин багатай тул тунгах болон өтгөрүүлэхэд хэцүү.	Флокулянт химийн бодис ашиглан урьдчилан цэвэрлэх шаардлагатай. Усгүйжүүлсэн, ялгасан усанд тос холилдох магадлалтай дахин боловсруулах шаардлагатай	Даралтат шүүлтүүр Центрфуг Туузан пресс
Ахуйн хаягдал усны идэвхит лаг	Бөөгнөрсөн ба хи хэмжээний ус агуулсан учраас цуглуулахад хэцүү	Флокулянт химийн бодисоор урьдчилан цэвэрлэх шаардлагатай. Усгүйжүүлсний дараа ч гэсэн лагийн усны агууламж өндөр хэвээр байна.	Туузан пресс Центрфуг Олон диск Шураган
Хүнсний гаралтай идэвхит лаг	Энэ нь бөөгнөрөл ихтэй бөгөөд дотоодын болон хольцтой ус маш ихээр агуулдаг		

(Ашигласан материал: Ёшимүра: Ус цэвэрлэгээний загварчлал, 2011 он)

Зураг 4-6-1-д усгүйжүүлэх төхөөрөмжийн төрлийг харууллаа.



Зураг 4-6-1. Усгүйжүүлэх төхөөрөмжийн төрлүүд

Хүснэгт 4-6-2-т усгүйжүүлэх төхөөрөмж бүрийн төрөл ба онцлогийг харуулав.

Хүснэгт 4-6-2. Усгүйжүүлэх төхөөрөмжийн төрөл ба онцлог

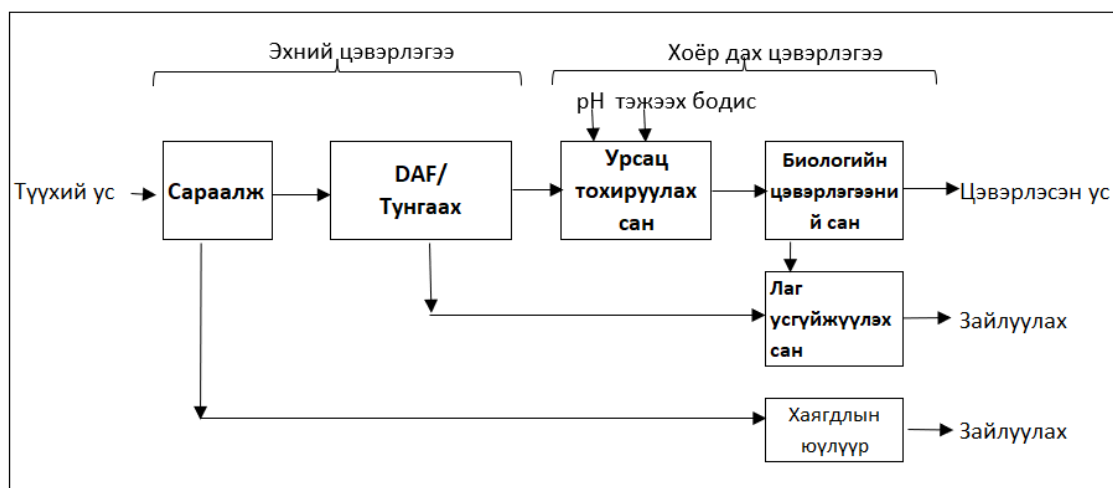
Төрөл зүйл	Юүлүүр	Шүүлтүүрийн даавуу нь хөдөлгөөнтэй Вакуум төрлийн	Даралтат пресс	Туузан пресс	Олон диск	Шурган
Усгүйжүүлэх зарчим	Төвөөс зугтах	Вакуум шүүлтүүр	Усгүйжүүлэх даралтаар шүүх, шахах	Таталцлын хүчээр усгүйжүүлэх, прессээр шахах, усгүйжүүлэх	Таталцлын хүчээр усгүйжүүлэх Дээд болон доод түвшинд байрлуулсан диск ашиглан усгүйжүүлэх	Гаднах хоолой ба ир хооронд шахах аргаар усгүйжүүлэх
Наалдсан шаврын чийгийн агууламж	75-90	75-85	55-65	70-85	78-85	65-85
Химийн бодис	Полимер коагулянт	Болсон шохойн коагулянт	Болсон шохойн коагулянт	Полимер коагулянт	Полимер коагулянт	Полимер коагулянт
Ялгасан лагийн усны төлөв байдал (SS мг/л)	100-500	<100	<100	<100	<100	<100
Асуудалтай тохиолдлууд	Түүхий лагийн концентраци өөрчлөлтөөс шалтгаалан гүйцэтгэл тогтворгүй байна	Түүхий лагийн концентрацийн өөрчлөлтөөс шалтгаалан гүйцэтгэл тогтворгүй байна. Шүүлтүүрийн даавуу бөглөрсний улмаас	Шүүлтүүрийн даавуу бөглөрсний улмаас гүйцэтгэл буурна	Түүхий лагийн концентраци өөрчлөгдсөний улмаас гүйцэтгэл тогтворгүй байна. Шүүлтүүрийн даавуу бөглөрсний улмаас	Түүхий лагийн төрөл зүйлээс хамаарч дискний элэгдэл үүсч болно	Түүхий лагийн төрөл зүйлээс хамаарч шурганд элэгдэл үүсч болно

		гүйцэтгэл буурна		гүйцэтгэл буурна		
Суурилуулах зай талбай	бага	дунд	том	дунд	бага	бага
Эрчим хүчний хэрэглээ	их	дунд	дунд	бага	бага	Бага
Хөрөнгийн зарцуулалт	бага	бага	бага (гар) Үнэтэй (автомат)	дунд	дунд	дунд
Химийн бодисын зардал	өндөр	бага	бага	өндөр	өндөр	өндөр

5. Биологийн цэвэрлэгээ

5.1. Ерөнхий зүйл

5.1.1. Хаягдал ус цэвэрлэгээний технологи ба биологийн цэвэрлэгээний технологи



Зураг 5-1-1 Биологийн цэвэрлэгээний үйл явц

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

5.1.2. Биотагийн шинж чанар

Ерөнхийдөө биотаг нь бактери, мөөгөнцөр, замаг, нэг эстэн, бичил олон эст амьтад зэргээс бүрдсэн холимог өсгөвөрийн систем юм.

Бичил организмын хүнсний гинжин хэлхээний улмаас хаягдал усыг цэвэрлэхтэй зэрэгцэн усны чанарын өөрчлөлт, үүсч буй биологийн зүйлүүдийн үүсэх дараалал харилцан хамааралтай байдаг. Ялангуяа ганц эст амьтан нь зөвхөн бактери идэгч амьтдын үүрэг гүйцэтгэдэг төдийгүй цэвэрлэсэн усны чанарын үзүүлэлт болдог.

5.2. Идэвхит лагаар хийх цэвэрлэгээ

Идэвхит лагаар хийх цэвэрлэгээний процессыг хаягдал ус цэвэрлэхэд ашиглан, удаан хугацааны туршид хөгжүүлж, олон системийг боловсруулан сайжруулж ирсэн байна. Одоогийн байдлаар энэ нь үйлдвэрийн органик хаягдал усыг цэвэрлэхэд хамгийн өргөн хэрэглэгддэг технологи юм.

Агааржуулалтын сан(САН)-гийн хүчилтөрөгчийн хангамжийг сайжруулахын тулд гүнзгий агааржуулалтын сан, холимог агааржуулалтын сан гэх мэт агааржуулах төхөөрөмжүүд болон БХХ-ийн ачаалах болон барих хугацаа, тасралтгүй болон хэсэгчилсэн цэвэрлэгээ гэх мэтийн техникийн шийдлүүдийг хөгжүүлжээ.

Түүнчлэн зөвхөн БХХ төдийгүй азот, фосфорыг зайлуулах идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх технологийг боловсруулсан бөгөөд азотыг зайлуулах зориулалттай нитритжуулсан шингэнийг дахин боловсруулах нитрификации-денитрификацийн процесс нь тогтвортой бөгөөд эдийн засгийн үр ашигтай байдгаараа азотыг зайлуулах үндсэн технологи болж хөгжсөн. Фосфорыг зайлуулахын тулд агааргүй (anaerobic) болон агаартай (aerobic) идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх болон азот, фосфорыг нэгэн зэрэг зайлуулдаг хүчилтөрөгчгүй болон аэробик идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх аргуудыг боловсруулсан байдаг. Идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх процесс нь бичил биетүүдийг (идэвхит лаг) хатуу ба шингэнээр нь ялгах реактор болон тунгаах савнаас бүрдэнэ. Иймээс идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх процессын зайлшгүй нөхцөл бол бичил биетүүд хатуу ба шингэнийг ялгах үйл явцыг хөнгөвчлөхийн тулд бөөгнөрөл, лавс үүсгэх явдал байсан.

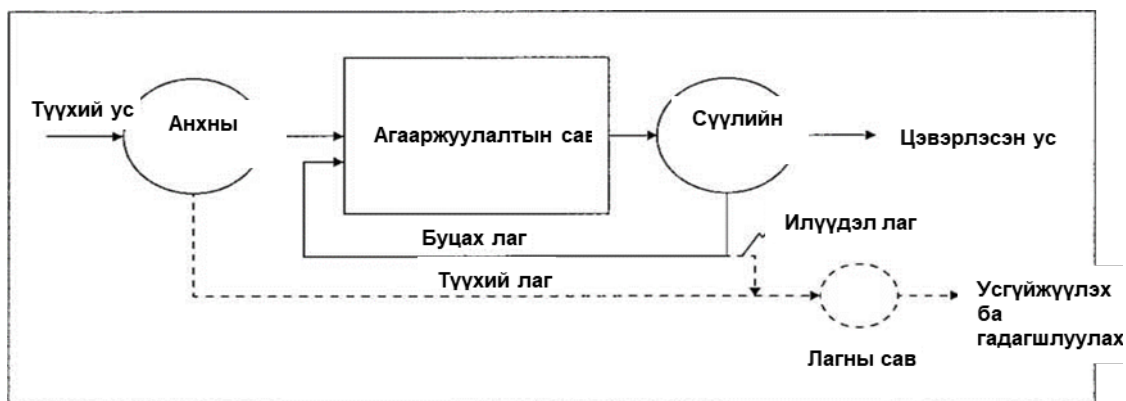
Сүүлийн жилүүдэд тунгаах савны оронд MF/UF мембран ашиглан хатуу болон шингэнийг ялгадаг мембранаар ялгах идэвхит лагийн процессыг хувийн хаягдал ус цэвэрлэх байгууламжид ашиглаж байна.

5.2.1. Процессын явц

Идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх үндсэн процессыг хаягдал ус цэвэрлэхэд өргөн хэрэглэгддэг идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх уламжлалт аргаар (CAS) урсгалын жишээ болгон Зураг 5-2-1-д үзүүлэв.

Хөрс шороо, том ширхэгтэй хатуу биетүүд, өөх тос зэрэг (анхдагч боловсруулалт) -ийг зайлуулж, усны хэмжээ, чанарыг дундажлаж, pH-ийг тохируулж, шаардлагатай бол тэжээх бодис нэмсний дараа хаягдал усыг агааржуулалтын сав руу хүргэснээр эдгээр нь агааржуулах ба холих үйл явцаар дамжуулан идэвхит лагтай урвалд ордог. Ингэснээр хаягдал усны органик бодисыг идэвхит лагийн тусламжтай исэлдүүлдэг. Идэвхит лагийн холимогийг дараагийн тунгаагуурт хүндийн хүчний тусламжтайгаар тунгаах аргаар идэвхит лаг болон цэвэрлэсэн ус болгон ялгаж, цэвэрлэсэн усыг халдваргүйжүүлээд дараа нь гадагшлуулна. Идэвхжүүлсэн лагийн нэг хэсэг нь агааржуулалтын сав руу буцаж, зарим хэсгийг нь усгүйжүүлж илүүдэл лаг болгон гадагшлуулдаг. Идэвхит лагийг боловсруулснаар уусдаг БХХ-ийг ойролцоогоор 10 мг/л ба түүнээс бага болгож, хатуу бодисыг оролцуулан БХХ-ийг ойролцоогоор 20 мг/л ба түүнээс бага болгож бууруулна.

Ийнхүү түүхий усний БХХ 100 мг/л байх үед 80 орчим хувь, түүхий ус 200 мг/л бол 90 орчим хувьтай тэнцэх ус зайлуулах боломжтой болно.



Зураг 5-2-1. Идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх уламжлалт (CAS) технологийн схем

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

5.2.2. Ашиглалтын үндсэн нөхцлүүд

i) БХХ-ийн ачаалал

Биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч (БХХ)-ийн ачааллыг хаягдал усан дах органик бодисын хэмжээг идэвхжүүлсэн лагтай харьцуулсан харьцаан дээр үндэслэн тооцдог бөгөөд лаг идэвхжүүлэх процесс дах агааржуулалтын савны эзэлхүүн болон бусад ашиглалтын менежментийг тодорхойлоход онцгой чухал хүчин зүйл болдог. Лагийн холимог дах умбуур бодис (Mixed Liquor Suspended Solids) идэвхижүүлсэн лагийн концентраци, БХХ-ийг органик бодисын концентрацийг тооцоход ашигладаг. БХХ-ийн ачааллыг илэрхийлэх хоёр арга байдаг. Энэ нь эзэлхүүний ачаалал ба лагийн ачаалал юм. БХХ-ийн эзэлхүүний ачааллыг дараах томъёоны дагуу хоногт нэг м3 агааржуулалтын сангийн эзэлхүүн тутамд урсдаг БХХ-ийн кг-ын хэмжээгээр илэрхийлнэ.

$$L_v = (C_f \cdot Q) / V$$

L_v : БХХ-ийн эзэлхүүний ачаалал (кгБХХ /м3/хон)

C_f : Орж буй хаягдал усны БХХ-ийн агууламж (кгБХХ/м3)

A : Орж буй хаягдал усны хэмжээ (м3/хон)

V : Агааржуулалтын сангийн эзэлхүүн (м3)

БХХ-ийн лагийн ачааллыг дараах томъёоны дагуу хоногт 1 кг лагийн холимог дах умбуур бодисоор урсаж буй БХХ-ийн кг-ын хэмжээгээр илэрхийлнэ.

$$L_s = (C_f \cdot Q) / (VS)$$

L_s : БХХ-ийн лагийн ачаалал (БХХкг /MLSSкг/хон)

S : Лагийн холимог дах умбуур бодисын концентраци (кг/м3)

Тиймээс L_v ба L_s хоорондын хамаарал нь $L_v = L_s \cdot S$ байна.

Ерөнхийдөө, 90% ба түүнээс дээш хэмжээний БХХ-ийг зайлуулахын тулд, үйлдвэрийн хаягдал усны хувьд 0.5-аас 1-ийн эзэлхүүний ачаалал, 0.2-0.4 хүртэлх лагийн ачааллыг ашигладаг. Органик буюу лагийн холимог дах дэгдэмхий умбуур бодис MLVSS гэдэг нэр

томъёо нь лагийн холимог дах умбуур бодис буюу MLSS-ээс ялгаатай гэдгийг анхаарна уу. Энэ нь лагийн холимог дах умбуур бодисоос биомасстай илүү ойр буюу түүн дотор агуулагдах дах органик бодисын хэмжээг хэлнэ.

ii) Лагийн эзэлхүүний үзүүлэлт

Идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх үед идэвхжүүлсэн лагийг тунгаагуур дах цэвэрлэсэн уснаас үр ашигтайгаар ялгах нь туйлын чухал бөгөөд идэвхит лагийн тунгаах шинж чанарыг ойлгох, зохицуулахад лагийн эзэлхүүний индексийг (SVI) үзүүлэлт болгон ашигладаг. SVI нь агааржуулалтын саванд байгаа лагийн холимогийг 1 литрийн багтаамжтай хэмжих цилиндрт хийж 30 минутын турш тунгаах үед 1 гр идэвхит лагийн эзлэх эзэлхүүн бөгөөд үүнийг дараах томъёогоор илэрхийлнэ.

$$SVI = SV_{30} / S$$

SVI: Лагийн эзэлхүүний индекс (мл/гр)

SV₃₀: Тунгааснаас хойш 30 минутын дараах лагийн хэмжээ (мл/л)

S: MLSS-ЛХУБ (лагийн холимог дах умбуур бодис) концентраци (гр/л)

Ердийн идэвхжүүлсэн лаг нь 50-150-ийн SVI-тай байдаг ба 200-аас дээш байвал тунгаагуурын лаг нь усны гадаргууд ойртож, лаг цэвэрлэсэн ус руу урсах эрсдэлтэй (лаг хөөрөлт гэж нэрлэдэг). Лаг хөөрөх янз бүрийн шалтгаанууд байдаг ч энэ нь ихэвчлэн *Sphaerotilus natans* (бактери) болон *Geotrichum candidum* (мяндаслаг мөөгөнцөр) зэрэг мяндаслаг бичил биетүүд, ялангуяа их хэмжээний нүүрсусны субстрат (органик биет) агуулсан хаягдал усанд хэвийн бус байдлаар үржсэнээс болдог).

iii) Эргэлтийн лагийн хэмжээ

Агааржуулалтын сан дах MLSS концентрацийг хадгалахын тулд лагийг буцаах шаардлагатай. MLSS-ийн концентраци ба буцаах доор харуулав.

$$S = S_r - R / (1 + R)$$

S: MLSS концентраци (мг/л)

S_r: Эргэлтийн лагийн SS концентраци (мг/л)

R: Эргэлтийн лагийн хэмжээ (эргэлтийн лагийн хэмжээ/орж буй хаягдал усны хэмжээ)

Эргэлтийн лагийн хэмжээ нь мөн лагийн эзэлхүүний индекстэй холбоотой. Үүнд дараах томъёог ашиглана.

$$S \leq (10^6 / SVI) \cdot (R / (1 + R))$$

iv) Лаг үүсэх эзэлхүүн (гадагшлуулах эзэлхүүн)

Агааржуулалтын сан дах MLSS-ийн концентрацийг тогтмол байлгахын тулд зайлуулсан БХХ-ийн нэгж тутамд үүсэх лагийн хэмжээг тогтооц, үүссэн лагийг системээс илүүдэл лаг болгон зайлуулах шаардлагатай. Үүссэн лагийн хэмжээг дараах томъёогоор тооцоолж болно. $\Delta S = aL_r - bS_a$ ΔS : Үүссэн лагийн хэмжээ (кг/хон) L_r: зайлуулсан БХХ (кг/хон) S_a: Агааржуулалтын сан дах лагийн хэмжээ (кг) a: БХХ-ийг лаг болгон хувиргах хурд b: Эндогенийн замаар лаг өөрөө исэлдэх хурд (1/хон) Ерөнхийдөө a = 0.5-0.8, b = 0.01-0.07. Томъёонд aL_r нь лаг болгон хувиргасан БХХ(L_r)-ийн хэмжээг (өсөлт), bS_a нь агааржуулалтын сан дах (S_a) лагийн хэмжээнээс бичил биетний эндогенийн замаар

өөрөө исэлдэж багассан S-ийн хэмжээг заана. Тиймээс энэ хоёрын ялгаа нь үүссэн лагийн (ΔS) хэмжээ юм.

v) Гидравлик аргаар барих хугацаа (HRT)

Гидравлик аргаар барих хугацаа (HRT):

HRT барих хугацаа гэдэг нь цэвэрлэх байгууламжид орж байгаа ус хадгалагдах дундаж хугацааг хэлэх бөгөөд дараах томъёогоор илэрхийлнэ:

$$HRT = V/Q$$

HRT: Барих хугацаа (ц)

V: Багтаамж (м³)

Q: Орох усны эзэлхүүн (м³/ц).

vi) Хатуу бодисыг барих хугацаа (SRT)

Хатуу бодисыг барих хугацаа (SRT) нь идэвхит лагийн хатуу биетүүд системд үлдэх дундаж хоногийн тоог заах ба дараах томъёогоор илэрхийлнэ.

$$SRT = (S_a + S_x) / (S_s + S_e)$$

SRT: Хатуу бодисыг барих хугацаа (хон)

S_a: Агааржуулалтын сан дах лагийн хэмжээ (кг)

S_x: Эцсийн тунгаагуур ба буцах лагийн хоолой дах лагийн хэмжээ (кг)

S_s: Илүүдэл лагийн хэмжээ (кг/хон)

S_e: Цэвэрлэсэн усан дах SS-ийн хэмжээ (кг/хон)

Ерөнхийдөө SRT нь 5-10 хоног байна. Дээрх томъёонд S_x нь S_a-аас бага эсвэл урвалд хамааралгүй бол S_x = 0 гэж тооцно..

vii) Агааржуулалтын сангийн хүчилтөрөгчийн хэрэгцээ

Агааржуулалтын сан дах идэвхжүүлсэн лаганд шаардагдах хүчилтөрөгчийн хэмжээг дараах томъёогоор харуулав.

$$X = a' \cdot L_r + b' \cdot S_a$$

X: Шаардлагатай хүчилтөрөгчийн хэмжээ (кг/хон)

L_r: Зайлуулсан БХХ-ийн хэмжээ (кг/хон)

S_a: Агааржуулалтын сан дах лагийн хэмжээ (кг)

a': Зайлуулсан БХХ-өөс энерги гаргаж авахад зарцуулсан хүчилтөрөгчийн хувь

b': Лагийн эндогенд зарцуулсан хүчилтөрөгчийн хувь (1/хон)

Ерөнхийдөө a'=0.35-0.55, b'=0.05-0.24. Идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийхэд агааржуулалт нь хоёр зорилготой: 1) БХХ-ийн исэлдэлт, организмын амьсгалахад шаардлагатай хүчилтөрөгчөөр хангах, 2) лаг холилдсон шингэнийг агааржуулалтын санд холих.

viii) pH

Бичил биетний өсөлтөд температур нөлөөлдөг. Иймд усны температур бага байгаа үед цэвэрлэх үйл явц муу ажиллахаас сэргийлэхийн тулд зохих температурт урвалын хурдыг үндэслэн БХХ-ийн лагийн ачааллыг тохируулах шаардлагатай. Тохируулга хийх томъёоны жишээг доор үзүүлэв.

$$K_t = K_{20^{\circ}\text{C}} \cdot 1.065^{(t-20)}$$

K_t: Усны температур t°C (БХХкг/MLSSкг/ц) үед БХХ-ийг зайлуулах тогтмол хурд

K20°C: Усны температур 20°C (БХХкг/ MLSS кг/ц) үед БХХ-ийг зайлуулах тогтмол хурд

ix) Ууссан хүчилтөрөгч (DO)

Идэвхжүүлсэн лагийн аэробийн нөхцөлд байх хамгийн бага ууссан хүчилтөрөгчийн хэмжээ 0.2-0.5 мг/л байна. Иймээс агааржуулалтын санд 1 мг/л ба түүнээс дээш ууссан хүчилтөрөгч байх нь ерөнхийдөө асуудал болохгүй. Гэхдээ агааржуулалтын сангийн ууссан хүчилтөрөгчийн хэлбэлзэл, хэмжилтийн нарийвчлалын алдаа байдаг тул ууссан хүчилтөрөгчийн хэмжээг 1 мг/л ба түүнээс дээш түвшинд байлгадаг.

х) Тэжээх бодисын баланс

Хаягдал ус дах БХХ-ийг цэвэрлэхэд шаардагдах тэжээх бодисын массын харьцаа нь БХХ:N:P = 100:5:1 ба үүнд азот, фосфор шаардлагатай. Түүхий усанд N, P гэх мэт нь хангалтгүй байгаа үед тэдгээрийг химийн бодис хэлбэрээр нэмэх ёстой.

5.3. Биологийн азотжуулалт (нитрификация) ба азотгүйжүүлэлт (денитрификац)

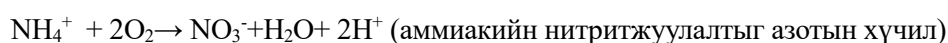
Хаягдал уснаас азотыг зайлуулах хамгийн түгээмэл технологи бол бичил биетийг ашигладаг биологийн азотжуулалт юм. Биологийн нитрификацийн денитрификацийн янз бүрийн аргууд байдаг боловч идэвхит лагаар цэвэрлэх процессын өөрчлөгдсөн хувилбар болох азот болон БХХ-ийг нэгэн зэрэг зайлуулдаг эргэлтийн нитритжуулалтын денитрификацийн аргыг хамгийн оновчтой, хэмнэлттэй гэж хүлээн зөвшөөрдөг.

5.3.1. Зарчим

Нитритжуулалт-денитрификацийн процесс нь бичил биетийн нөлөөгөөр аммиакийн азотыг нитрит эсвэл нитрат азот болгон исэлдүүлэх, нитрит, нитратын азотыг азот болгон бууруулж, агааргүй нөхцөлд зайлуулах денитрификацийн процессоос бүрдэнэ. Нитритжуулалтын процесст оролцдог бичил биетүүд нь аммиакийн азот, нитрит азотыг исэлдүүлэн эрчим хүч авч, нүүрстөрөгчийн органик бус нэгдлүүдийг (CO₂, CO гэх мэт) ашиглан өсдөг автотроф бактери юм. Аммиакийн азотыг исэлдүүлэхэд оролцдог бактерийг *Nitrosomonas* sp., нитрит азотыг исэлдүүлэхэд оролцдог бактерийг *Nitrobacter* sp гэнэ.

Денитрификацид оролцдог бичил биетүүд нь органик бодис ургах шаардлагатай гетеротроф бактери боловч тэдгээр нь агаартай нөхцөлд агаараар глюкозоос эрчим хүч гаргадаг, нитрат эсвэл нитритийг агааргүй нөхцөлд электрон хүлээн авагч болгон нитратаас эрчим хүч гаргадаг факультатив анаэроб бактери бөгөөд үүнд *Pseudomonas denitrifikans* ба *Ps. Stutzeri* зэрэг олно бактери багтана. Дээрх агуулгыг дараах байдлаар урвалын тэгшитгэлийн багц хэлбэрээр илэрхийлж болно.

① Нитритжуулалтын процесс

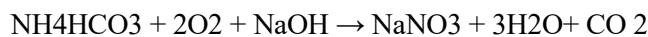


② Денитрификацийн процесс



Тиймээс $\text{NH}_4\text{-N}$ -ийг $\text{NO}_3\text{-N}$ болгон исэлдүүлэхэд нэг кг $\text{NH}_4\text{-N}$ -д 4.6 кг O_2 шаардагдана. Үүнээс гадна, $\text{NH}_4\text{-N}$ -ийг $\text{NO}_2\text{-N}$ болгон исэлдүүлэх үед H^+ үүсдэг тул цэвэрлэх саванд рН буурахаас сэргийлэхийн тулд шүлт нэмэх шаардлагатай.

Тухайлбал, тодорхой хаягдал усыг нитритжуулах үед цэвэрлэх савны рН-ийг 7.0-д байлгавал саармагжуулахад шаардагдах NaOH -ийн хэмжээ $\text{NH}_4\text{-N}$ -ийн кг тутамд 2.86 кг байх ба дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ.



Нөгөө талаас, $\text{NO}_2\text{-N}$ ба $\text{NO}_3\text{-N}$ -ийг азот болгон бууруулахад устөрөгчийн донор шаардлагатай болж, OH^- үүсдэг бөгөөд энэ нь нитритжуулалтын эсрэгээр цэвэрлэх савны рН-ийг нэмэгдүүлдэг.

Денитрификаци хийхэд шаардлагатай устөрөгчийн донор нь ихэвчлэн метанол, ацетат эсвэл хаягдал усны БХХ-ийн бүрэлдэхүүн хэсэг юм.

5.3.2. Процесс

Биологийн нитритжуулалтын ба денитрификаци нь ерөнхийдөө нэг фаз бүхий систем бөгөөд холимог системд БХХ-ийг исэлдүүлэлт, нитритжуулалт, денитрификаци гүйцэтгэдэг. Эргэлтийн нитритжуулалт ба денитрификацийн аргын урсгалыг 5-3-1-р зурагт үзүүлэв.

Денитрификацийн сав руу урсаж буй хаягдал ус нь буцах лаг болон нитритжуулалтын савнаас эргэлдэж буй нитритжуулалтын шингэнтэй холилдоно. Денитрификацийн саванд хаягдал ус нь исэлгүй байдалд холилдож, ариутгах шингэн дэх нитрит, нитратыг азотын хий болгон хувиргаж, хаягдал усны БХХ-ийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг ашиглан денитрификацийг гүйцэтгэдэг. Нитритжуулалтын саванд үлдсэн БХХ-ийг зайлуулж, аммиакийг нитрит, нитрат болгон исэлдүүлдэг. Нитритжуулалтын шингэний ихэнх хэсэг нь денитрификацийн сав руу буцаж, үлдсэн хэсэг нь хоёрдогч денитрификацийн сав руу урсдаг. Денитрификацийн сав дахь азотыг зайлуулах хурдыг энэ эргэлтийн харьцаагаар тодорхойлдог боловч ихэвчлэн нитритжуулалтын савны гаралтын урсгалын 50-70% орчим нь эргэлтэнд ордог. Хоёр дахь денитрификацийн сав нь үлдсэн нитрит, нитратыг зайлуулахад ашиглагддаг. Эндээс денитрификацийг ихэвчлэн метанол зэрэг устөрөгчийн донор нэмж үр ашгийг нэмэгдүүлэх замаар гүйцэтгэдэг.

Эцсийн агааржуулалтын сав нь үлдэгдэл органик бодисыг зайлуулж, тунгаагуур дахь хатуу шингэн ялгах чадварыг сайжруулахад ашиглагддаг.



Зураг 5-3-1. Нитритжуулалт ба денитрификацийн арга

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

6. Ашиглалт болон засвар үйлчилгээ

6.1. Физик химийн цэвэрлэгээ бүхий байгууламж

6.1.1. Түүхий ус орох хэсэг (Түүхий усны сан гэх мэт.)

Ихэвчлэн байгууламжийн түүхий ус орох хэсэг нь газар доогуур эсвэл усан доогуур байрладаг бөгөөд энэ хэсэгт цэвэрлэгдээгүй ус нийлбэл зэврэлт үүсэх эрсдэлтэй. Тиймээс энэ хэсэгт засвар үйлчилгээ, үзлэг шалгалт тогтмол хийж сэлбэгийг цаг тухайд нь солих, тос тосолгоог байнга хийх гэх мэт нь маш чухал.

Түүхий усны сантай холбоотой үүсдэг гол асуудлууд бол лаг хуримтлагдах болон хөвөгч бохирдол үүсч бий болох юм. Үүнээс болж сангийн багтаамж буурч, усны хэмжээ, чанарыг тэнцвэржүүлэхэд хүндрэл учирч, эвгүй үнэр, хүхэрт устөрөгчийн хий үүсэхэд хүрдэг. Агааржуулалтын хутгагч төхөөрөмж суурилуулах нь үр дүнтэй бөгөөд сангийн тэнцвэртэй байдлыг сайжруулж, ялзрах болон лаг хуримтлагдахаас сэргийлдэг. Түүхий усны сан дах хаягдал ус агааргүй болсноор хүхэрт устөрөгч үүсч, хавтан эсвэл ханан дээр өтгөрөх усны дусалд уусдаг ба хүхэр исэлдүүлэгч бактерийн нөлөөгөөр цааш исэлдэж хүхрийн хүчил болж байгууламжийн гадаргууг ихээр зэврүүлдэг. Иймд хавтан, ханыг усаар угаах, агааржуулалтыг сайжруулах зэрэг арга хэмжээ авахыг зөвлөж байна. Ажлын шаардлагаар хадгалах саван дотор орохдоо агааржуулалт хангалттай эсэхийг магадлан хүчилтөрөгчийн дутагдал болон хүхэрт устөрөгчид хордохоос сэргийлэх арга хэмжээ авах, хорт хийг хэмжих, шаардлагатай тохиолдолд тусламж үзүүлэх хүн хажуудаа заавал байлгах гэх мэтийг анхаарах хэрэгтэй.

6.1.2. Саармагжуулалт, pH тохируулга

pH тохируулгын сангийн хутгагч ажиллаж байгаа үед, мөн pH-н түвшин хэмжигч хамгийн оновчтой түвшинд байх үед санд саармагжуулагч химийн бодисыг шахуургаар юмуу цоргоор нэмдэг. Стандарт уусмалаар pH хэмжигчийг үе үе тохируулах, электродын дотоод уусмал (ихэвчлэн KCl уусмал) дүүргэх, электродыг цэвэрлэх нь засвар үйлчилгээний зайлшгүй үе шатууд юм. pH хэмжигчийг 2 долоо хоног тутам тохируулахыг зөвлөдөг. Тохиргоо алдагдагдахаас сэргийлэхийн тулд тохируулсан зөөврийн pH хэмжигчээр шалгаж байхыг зөвлөдөг. Өөх тос болон умбуур бодис нь pH хэмжигчийн электродын үйл ажиллагааг гажуудуулж, алдаа гаргахад хүргэдэг. Зарим хэмжигчийн электрод нь хэт авианы долгион бүхий цэвэрлэгээний төхөөрөмжөөр тоноглогдсон байдаг ч харж шалгах, цэвэрлэх гэх мэтийг зайлшгүй анхаарах шаардлагатай.

Электродын дотоод уусмалыг байнга дүүргэж байх нь мөн чухал байдаг. Хэрвээ дотоод уусмалын хэрэглээ их өндөр байвал электродыг солих, шингэн дамжуулах холболтыг шалгах нь зүйтэй.

Саармагжуулах химийн бодисыг шингэрүүлсэн байдаг бөгөөд хэт өтгөрүүлсэн бол pH тохируулгыг хянахад хүндрэлтэй болдог тул саармагжуулах химийн бодис болон шахуургын савны багтаамжинд тохируулан боломжит түвшинд хүртэл шингэрүүлж хэрэглэнэ. Кальцийн гидроксидын суспензийг (шохой эсвэл сүү) хэрэглэх үед урвал удаан үргэлжилдэг тул саармагжуулах сав хангалттай том байх ёстой.

Саармагжуулалт нь биологийн цэвэрлэгээний урьдчилсан цэвэрлэгээ тул pH нь биологийн цэвэрлэгээний үр дүн мэт хэмжээнд хүрч магадгүй бөгөөд энэ үед саармагжуулсан химийн бодисыг агааржуулах сан руу шууд шахаж болно.

6.1.3. Коагуляци (бүлэгнүүлэх) болон тунгаах төхөөрөмж

Коагуляци болон тунгаах төхөөрөмжийг хэрэглэхэд онцгой анхаарах зүйл бол коагуляцийн нөхцлийг хамгийн оновчтой байлгах явдал юм. Эдгээр нөхцлийг бүрдүүлэх найдвартай арга нь шилэн аяганы туршилт буюу jar test хийж рН утга болон хир их бүлэгнүүлэгч бодис хийхийг тогтоодог. Туршилтын явцад нэмэх коагулянтийн хэмжээ болон рН утгыг өөрчилсөнөөр шаардлага хангахуйц цэвэрлэгдсэн ус гаргаж авах нөхцлийг олж болдог.

Коагуляцыг нэмэгдүүлэх үүднээс полимер ашиглан коагулянт флок(лавс)-уудын тунах хурдыг тохируулах, полимерийн төрөл, нэмэх хэмжээ зэрэг оновчтой байлгах нөхцлийг олох боломжтой. Шилэн аяганы туршилтыг хаягдал ус дээр өөр өөр өдөр, цаг хугацаанд хийж, булингаршил, нэмэх коагулянтын хэмжээ зэрэг усны чанарын үзүүлэлтүүдийн хоорондын хамаарлыг ойлгож чадвал дараагийн ажиллагаа маш хялбар болно. Хөнгөн цагааны сульфат эсвэл поли хөнгөн цагаан хлорид (РАС) нь ихэвчлэн коагулянт болгон ашиглагддаг ба төмрийн хлорид (III) болон төмрийн сульфат (III) зэрэг төмөрт суурилсан коагулянтуудыг бас ашигладаг. Шингэн коагулянтуудын хөлдөх температур нэлээд бага боловч хүйтэн бүс нутагт өвлийн улиралд температурыг хөлдөх цэгээс доош буулгахгүй байхыг анхаарах хэрэгтэй. Умбуур бодис нь маш өндөр үед их хэмжээний органик бус коагулянт шаардлагатай байдаг тул үүссэн лагийг багасгахын тулд харьцангуй бага молекул жинтэй полимер ашиглаж болно.

Тунгаагуурын зохистой үйл ажиллагаа болон коагуляцаас үүсэх лавсыг салгах, ялгах нь маш чухал юм. Богино эргэлтийн урсгал нь тунгаагуур дах лавсыг зайлуулахад үр ашгийг нь ихээхэн бууруулдаг. Оролтын хэсэгт бөглөрсөн умбуур бодисыг зайлуулах, халих сувгийн налууг тохируулах, хог хаягдал хуримтлагдах, замаг үүсэхээс сэргийлж шүүрдэх замаар оролт, гаралтын жигд урсгалыг хангах нь чухал юм.

Тунгаагуурт хуримтлагдсан лавс нь лаг хэлбэрээр гадагшилдаг боловч лагийг зохих давтамжтайгаар гаргаж авах нь түүний концентрацийг хадгалж, хэт их хуримтлагдахаас сэргийлнэ. Лаг цуглуулах тармуурыг арчлахдаа бууруулагчийг үе үе тослохоо бүү мартаарай. Нэмж дурдахад цахилгаан тасарсаны дараа лаг цуглуулах тармуурыг дахин эхлүүлэх үед, ялангуяа амархан нягтруулсан лагтай ажиллах үед хэт ачааллаас зайлсхийх нь маш чухал юм. Эргэлтээр хязгаарлагч гэх мэт хамгаалалтыг хэрэглэх талаар авч үзэх хэрэгтэй.

Тунгаагуурын үр ашгийг нэмэгдүүлэхийн тулд налуу хавтан суурилуулсан төхөөрөмжид лаг нь хавтан дээр хуримтлагдаж, бөглөрөх нь элбэг байдаг тул зохих ёсоор угааж байх ёстой. Мөн хэт их лаг хуримтлагдсанаас хавтан нурахаас сэргийлнэ

6.1.4. Хөвүүлэн ялгах төхөөрөмж

Хөвүүлэн ялгах төхөөрөмж 2 төрөл байдаг: уснаас бага нягттай бодисыг ялгах уламжлалт хөвүүлэх систем болон уснаас их нягттай (уснаас хүнд) бодисыг агааржуулан хөвүүлэх ууссан агаарын флотаци буюу DAF систем.

Уламжлалт хөвүүлэх систем нь ихэвчлэн тосыг уснаас салган ялгаж цэвэрлэгээ хийх бөгөөд тосны дуслуудыг дээш ялгаж хөвүүлэх хавтан маягийн төхөөрөмжийг ашигладаг ба эдгээр хавтангууд тунгаах төхөөрөмжийн налуу хавтантай ижил үйл ажиллагаатай. Энэ ялгах хавтанг хаягдал усны хөвөгч бодисууд бохирдуулан, бөглөдөг тул байнга цэвэрлэж байх хэрэгтэй.

Хөвөгч тос нь усны гадаргууд хальс маягийн давхарга үүсгэх бөгөөд үүнийг тос цуглуулах хоолойгоор дамжуулан сан руу зайлуулна. Ялгасан тосны давхаргыг зузаан байлгаснаар зайлуулахад үр дүнтэй тул устай аль болох холихгүйгээр байлгах шаардлагатай. Гэсэн хэдий ч хэт их тос хуримтлагдах нь цэвэрлэсэн ус руу тос орох магадлалыг нэмэгдүүлнэ.

DAF систем нь усыг агааржуулснаар даралттай ус бий болгоно. Тус системийг ашиглах тохиолдолд дараах зүйлсийг анхаарах шаардлагатай:

- ① Даралт өгөх насосын даралт болон урсац
- ② Агааржуулсан даралттай усны урсац
- ③ Агаар уусгах сав дах илүүдэл агаарыг зохих ёсоор гадагшлуулах замаар хийн шингэний интерфейсийг зохих хязгаарт байлгана
- ④ Даралтат усаар үлээлгэх нөхцөл, нарийн агаарын бөмбөлөг үүсэх нөхцөл
- ⑤ Агаарын бөмбөлгүүдийн лавстай наалдсан байдал, хөвөгч хөөсний тогтвортой байдал
- ⑥ Хөвөгч бодисыг хусах байдал болон цэвэрлэсэн ус бий болох явц DAF системийн ёроолд хусуур байхгүй бол байнга цэвэрлэх шаардлагатай. Хөвөгчийн хусуур нь гинжтэй бол зэврэлтээс хамгаалж байнга тослох хэрэгтэй.

6.1.5. Элсэн шүүлтүүр

Хаягдал ус цэвэрлэх ажиллагаанд ахисан түвшний цэвэрлэгээ эсвэл дахин ашиглах зорилгоор шүүлтүүрийн системийг хэрэглэдэг. Шүүлтүүрт шүүгдэх умбуур бодис нь ихэнхдээ коагуляци болон тунгааруураар цэвэрлэсэн органик бус лавс болон биологийн цэвэрлэгээний дараах бичил биет лавс юм.

Түүхий усны концентраци өндөр бол шүүлтүүр амархан бөглөрдөг бөгөөд их хэмжээний усаар угаах шаардлагатай болдог. Ингэснээр гарч буй шүүсэн усны хэмжээ багасах юм. Тиймээс умбуур бодис ихтэй хаягдал усыг урьдчилсан цэвэрлэгээгээр буюу коагуляци болон тунгаагуураар цэвэрлэж умбуур бодисын хэмжээг багасгах нь чухал байдаг.

Шүүлтүүрийн төхөөрөмжид умбуур бодис нь гадаргуугийн шүүлтүүрээр эсвэл шүүлтүүрийн бүх давхаргад баригддаг бөгөөд энэ нь шүүлтүүрийн орчин бие биендээ наалдаж, шаварлаг бөмбөлөг үүсгэдэг. Шаварлаг бөмбөлөг үүсэх нь шүүлтүүрийн давхаргыг эргүүлж, холиход хүргэдэг тул шүүх боломжгүй болгоно. Шаварлаг бөмбөлөг үүсэхээс урьдчилан сэргийлэхийн тулд сайтар угаах шаардлагатай, ялангуяа илүүдэл полимер үлдэгдэл нь тэдгээрийн үүсэхэд хувь нэмэр оруулдаг.

Тоног төхөөрөмжид шүүсэн бодис хуримтлагдах тул шүүлтүүрийг ус, агаараар цэвэрлэж, хуримтлагдсан хатуу бодисыг арилгахын тулд буцаан угаах шаардлагатай.

Тоног төхөөрөмж нь даралтын алдагдлын хэмжээнээс үл хамааран цэвэрлэгээг үе үе хийх, ажлын нөхцөл, бохирдлын түвшингээс хамааран цэвэрлэгээний давтамжийг тохируулах боломжтой байхаар хийгдсэн байх ёстой. Ашиглалтын явцад шүүлтүүрийн хүчин чадлыг сэргээхийн тулд хангалттай цэвэрлэгээ хийснээр усны чанарыг тогтвортой байлгах боломжтой.

6.2. Биологийн цэвэрлэгээ (CAS)

Идэвхит лагаар хийх цэвэрлэгээний системд дараах шаардлагуудыг хангах ёстой:

1. Агааржуулалтын санд байгаа бичил биетүүд хаягдал ус дах органик бодисыг авч, лавс үүсгэдэг.
2. Идэвхит лагийг тунгаагуурт тунгааж, ялгаж болно.
 - i) Орж ирэх усны менежмент

Агааржуулалтын санд байх усны рН тохиргоог аль болох нейтраль байхаар тохируулна. Цэвэрлэх усан дах органик бодисын хэмжээ их байх тусам бичил биетүүдэд хортой тул хадгалах савнаас бага хэмжээгээр оруулж, бүрэн холих аргыг ашиглан агааржуулалтын санд жигд, хурдан холихыг зөвлөдөг. Бичил биетийн тэжээл буюу азот, фосфор хангалтгүй байвал БХХ:Азот:Фосфор=100:5:1 харьцаагаар нэмнэ.

ii) Агааржуулалтын санг хүчилтөрөгчөөр хангах

Агааржуулалтын сан дах ууссан хүчилтөрөгчийн концентраци нь орж ирж буй ачааллаас хамаарч өөрчлөгддөг тул тодорхой хэмжээний хэлбэлзлийг урьдчилан тооцоолж, бичил биетний идэвхийг ойролцоогоор 1 мг/л ба түүнээс дээш байлгахын тулд агааржуулалтын хэмжээг тохируулна. Ууссан хүчилтөрөгч нь түүхий ус орох хэсэгт бага, агааржуулах сангийн гаралтын хэсэгт хамгийн их байдаг. Агааржуулалтын санд ууссан хүчилтөрөгчийг хэмжигч суурилуулах нь тохиромжтой. Мэдрэгчийн байршил чухал бөгөөд агааржуулалтын сангийн төвөөс эхлэн цэвэрлэсэн ус гарах хүртэлх зайнд аль болох ус гадагшлах хэсэгт ойрхон байрлуулах нь хамгийн оновчтой байдаг.

Ууссан хүчилтөрөгчийн концентраци буурах үед хүчилтөрөгчийн хангамжийн хомсдол үүсч болзошгүй боловч ууссан хүчилтөрөгчийн концентраци огцом нэмэгдэх үед болгоомжтой байх нь илүү чухал юм. Ууссан хүчилтөрөгчийн концентрацийн огцом өсөхөд хүчилтөрөгчийн хэрэглээ буурах, өөрөөр хэлбэл биологийн идэвхжил буурах ба үүнээс болж рН-ийн тохиргоо хэвийн бус болох, хорт бодис орж ирэх, эргэлтийн лаг зогсох зэрэг болно.

iii) БХХ-Умбуур бодисын ачаалал

Идэвхит лагаар цэвэрлэгээ хийх үед БХХ лагийн ачаалал нь гол хүчин зүйл болдог. Өөрөөр хэлбэл, БХХ (кг БХХ/кг MLSS/хон) нь агааржуулалтын санд хоногт цэвэрлэгээ хийх идэвхит лаг юм. БХХ лагийн ачаалал нь 0.2-0.4 кг БХХ/кг холимог УБ/хон байхыг хамгийн тохиромжтой гэж үздэг. Агааржуулалтын санд БХХ лагийн ачааллыг хэвийн байлгахын тулд ялгарах лагийн хэмжээг тохируулах нь чухал. Мөн, лагийг тунгаагуурт тунгаан ялгаж авах нь чухал байдаг. Хэрэв БХХ лагийн ачаалал нь орж буй ус болон БХХ гэх мэт хүчин зүйлээс шалтгаалан бага байвал азотжуулалтаас болж рН тохиргоо алдагдах, идэвхит лаг өөрөө исэх болон задрах гэх мэт асуудал үүсч хөвөгч амархан бий болох эрсдэлтэй. Ийм тохиолдолд агааржуулалтыг бууруулах тохиргоо шаардагдана.

iv) Азотыг зайлуулах

Азот зайлуулах үйл ажиллагааны үед голлох параметрууд нь SRT буюу лаг барих хугацаа, агааржуулалтын сан дах ууссан хүчилтөрөгчийн концентраци болон азотгүйжүүлэх явцын БХХ-ийн хэмжээ байдаг. Аммиакийн азотыг исэлдүүлдэг (азотжуулдаг) азотжуулагч бактерийн өсөлт удаан бөгөөд лагийг хэт их хэмжээгээр ялгаруулсны улмаас цэвэрлэх системийн үйл ажиллагаа алдагдаж болзошгүй. 20°C хэмтэй усыг зүй зохистой цэвэрлэхийн тулд лаг барих хугацаа нь 7-10 хоног буюу түүнээс ч их байдаг. Агааржуулалтын сан дах ууссан хүчилтөрөгч нь БХХ зайлуулах үеийнхээс их байх шаардлагатай бөгөөд ойролцоогоор 2мг/Л байна. Азотгүйжүүлэлтийн үед БХХ болон азотын нитратын харьцаа ($\text{NO}_3\text{-N}:\text{БХХ} = 1:3$) байдаг.

Хаягдал усан дах БХХ-ийг ашиглах үед азотжуулсан эргэлтийн шингэний хэмжээг тохируулах хэрэгтэй. Азотгүйжүүлэлтэнд органик биет нэмбэл ахиухан хэмжээгээр нэмэхийг зөвлөдөг.

7. Бусад

7.1. Урсац хэмжих

7.1.1. Урсацын хэмжээ болон ачаалал

Урсацыг хэмжих нь үйлдвэрийн хаягдал усны менежментийн хувьд нэн чухал асуудал юм. Үйлдвэрийн хаягдал усны бохирдлын найрлагаар зогсохгүй хир их хэмжээний бохирдуулагч бодис зайлуулагдаж байгааг олж мэдэх нь мөн чухал. Ачаалал (кг/ц) гэдэг нь бохирдлын найрлагыг урсацын хэмжээгээр үржүүлэн тооцоолсон тодорхой цаг хугацаан дах масс юм. Урсацыг хэмжих олон арга бий ч хэмжих үйл ажиллагааг аль болох энгийн байлгахыг зорих нь зөв. Японы үйлдвэрлэлийн стандарт (JIS) К 0094-т дараах аргуудыг заасан байдаг.

- ① Сав ашиглан хэмжих
- ② Халиагуур ашиглан хэмжих
- ③ Урсац хэмжих тоолуур суурилуулах

7.1.2. Сав ашиглан хэмжих

Дээжийг тохирох хэмжээтэй саванд хийж, дүүрэх хугацаагаар урсацыг тооцож олно. Ихэвчлэн урсацын хэмжээ бага үед энэ аргыг ашигладаг. Сав нь хувин (хэдэн 10л орчим), тосны сав (20л орчим) болон том сав (поошиг 200л орчим) гэх мэт байж болох бөгөөд тодорхой багтаамжтай ямар ч савыг ашиглан 0.1сек дотор хэмжинэ. Сав нь 10-20 сек хугацаанд дүүрч байх шаардлагатай. Урсацыг ихэвчлэн м3/сек-ээр илрэхийлэх ч бага урсацтай бол м3/мин-аар илэрхийлдэг.

Усны савыг мөн ашиглаж болох бөгөөд сав жижиг бол хоослоод дүүрэх хүртэлх хугацаагаар тооцоолж болно. Хэрэв том хэмжээтэй бол нэмэгдэж буй усны түвшинээр тооцоолон олно. Хэмжих хугацаа нь 5 мин орчим байх ба дор хаяж 1мин-д 1см-ээр усны түвшин өсөх ёстой байдаг.

7.1.3. Халиагуураар хэмжих

Халиагуур нь халиагуур хавтан, тулгуур хавтан болон усан замаас бүрдэнэ. Халиагуурын хавтан нь тодорхой хэлбэр, хэмжээтэй байх бөгөөд усан замд бэхлэгдэн, урсацыг тооцоолохдоо халиагуурын дээрх усны түвшнээс толгойг (м) хэмжинэ. Өнцөгт гурвалжин, тэгш өнцөгт болон өргөн халиагуур гэсэн 3 төрлийг Зураг 7.1.1-д харууллаа.

Толгой гэдэг нь халиагуурын дээрх усны түвшнээс ховилын доод цэг (өнцөгт гурвалжин халиагуур) хүртэлх, эсвэл тэгш өнцөгт халиагуурын доод ирмэг хүртэлх, эсвэл өргөн халиагуурын төв цэг хүртэлх босоо байрлалтай зайг хэлнэ. Халиагуур нь зэвэрдэггүй материалаар хийгдсэн байна.

Усан зам нь Зураг 7.1.2-т харуулсны дагуу орох хэсэг, тэгшлэх төхөөрөмжийн хэсэг болон тэгшлэх хэсгээс бүрдэнэ. Тэгшлэх төхөөрөмжгүй бол тэгшлэх хэсгийн урт нь усан замын өргөнөөс дор хаяж 10 дахин их байх ёстой.

Урсацыг томъёо ашиглан тооцоолно. Өнцөгт гурвалжин халиагуурын хувьд:

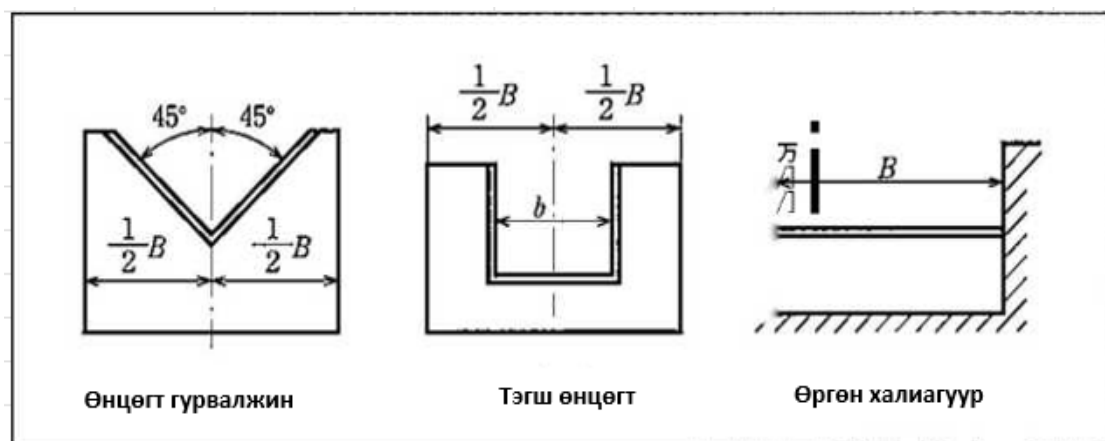
$$Q=Kh^{(5/2)}\times 1/60$$

Q: урсац (м3/сек) h: халиагуурын толгой (м) K: урсацын коэффициент

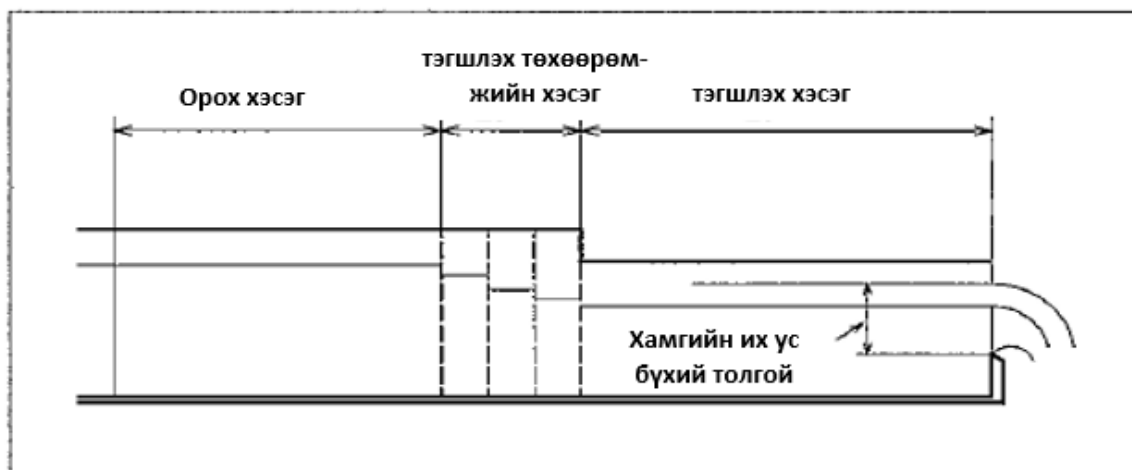
$$K=81.2+0.24/h+(8.4+12/\sqrt{D})(h/B-0.09)^2$$

B: сувгийн өргөн (м) D: сувгийн ёроолоос ховилын доод цэг хүртэлх өндөр (м)

Тэгш өнцөгт халиагуурын хувьд урсацын толгойн хэмжилтээр тооцоолох боловч, бодит байдалд ашиглах савны толгой ба урсацын хурдыг хөрвүүлэх хүснэгт эсвэл хамаарлын диаграммыг бий болгох нь үр дүнтэй.



Зураг 7.1.1 Халиагуурын төрлүүд



Зураг 7.1.2 Хөндлөн усан зам

(Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он)

7.1.4. Урсацыг тоолуураар хэмжих

Урсац хэмжих тоолуур нь сувагт ил суурилуулах болон хоолойд суурилуулах гэсэн төрлүүдтэй бөгөөд тогтмол хэмжилт хийх зориулалттай.

- ① Сувагт ил байрлуулах: халиагуур хэлбэрийн, яндан хэлбэрийн гэх мэт
- ② Хоолойд байрлуулах: цахилгаан соронзон хэлбэрийн, нүхэн, Вентури хоолой, Хөвөгч талбай, Хэт авиа, Вортекс, Импеллер гэх мэт төрлүүд.

7.2. Загварчлалын тооцооллын жишээ

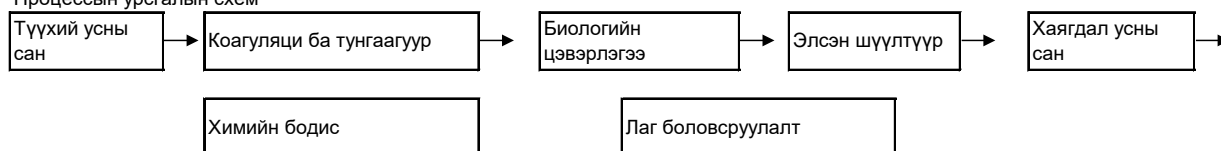
7.2.1. Хаягдал усны болон процессын урсгалыг загварчлах

ҮЗҮҮЛЭЛТ	Х/нэгж	ТҮҮХИЙ УС				Хаягдал ус
		Умбуур бодис (XXX өндөр)-той хаягдал ус	FF&H ₂ SO ₄ -той хаягдал ус	Умбуур бодисгүй хаягдал ус	Давсны уусмалын цэвэр ус	
Хэмжээ	м ³ /хон	103	466	653	288	1,510
pH	—	8	1.5	8	6.5 to 9	6.5 to 9
BXX	мг/л	500	49	150	-	50
XXX _{Cr}	мг/л	1,000	190	200	-	100
Умбуур	мг/л	100		20	-	70
Төмөр	мг/л	-		-	-	10
Fion	мг/л	-		1.42	<1	6
Toc	мг/л	-		8.2	-	5
Cl	мг/л	-		19.3	-	-
TDS	мг/л	-	-	300	-	-

(АЖИЛЛАХ ЦАГ: 24 ц/хон)

(Эх сурвалж: ЖЗБ)

Процессын урсгалын схем



(Эх сурвалж: ЖЗБ)

7.2.2. Түүхий усны сан

7.2.2.1. УМБУУР БОДИС (XXX өндөр) БҮХИЙ ХАЯГДАЛ УСНЫ САН (Т-101)

Урсацын хэмжээ	:	4.3 м ³ /ц	
Барих хугацаа	:	1 ц	
Багтаамж	:	$V = 4.3 \text{ м}^3/\text{ц} \times 1 \text{ ц} = 4.3 \text{ м}^3 \rightarrow 5 \text{ м}^3$	
Хэмжээс	:	$W = 2.0 \text{ м} \times L = 1.0 \text{ м} \times H = 4.7 \text{ м} (4.4 \text{ м}) = 8.8 \text{ м}^3$	
Материал	:	RC / FRP	
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл	
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч (Электрод)	

7.2.2.2. УМБУУР БОДИС (XXX өндөр) БҮХИЙ ХАЯГДАЛ УСНЫ НАСОС (P-101A,B)

Урсацын хэмжээ	:	4.3 м ³ /ц	
Багтаамж	:	$4.3 \text{ м}^3/\text{ц} \times 0.15 \text{ Мра} \times 1.5 \text{ kW}$	
Төрөл	:	Центрфуг	
Материал	:	FC	
Тоо хэмжээ	:	2 иж бүрдэл (1 ашиглах, 1 нөөц, сул зогсох)	
Туслах хэрэгсэл	:	Хэмжих сан, даралт заагч (Бурдон)	

7.2.2.3. HF & H₂SO₄ ХАЯГДАЛ УСНЫ САН (Т-102)

Урсацын хэмжээ	:	19.4	м ³ /ц						
Барих хугацаа	:	1	ц						
Багтаамж	:	$V =$	19.4	м ³ /ц ×	1	ц	$=$	19.4 м ³	→ 20 м ³
Хэмжээс	:	W	2.0	м ×	L	2.5	м ×	H	4.7 м (4.4 м)
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч		(Электрод)					

7.2.2.4. HF & H₂SO₄ ХАЯГДАЛ УСНЫ НАСОС (P-102A,B)

Урсацын хэмжээ	:	19.4	м ³ /ц						
Багтаамж	:	19.4	м ³ /ц ×	0.15	Мра	×	3.7	kW	
Төрөл	:	Центрфуг							
Материал	:	SUS316							
Тоо хэмжээ	:	2	иж бүрдэл	(1 ашиглах,			1 нөөц,	сул зогсох)	
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч		(Диафрагм төрлийн)					

7.2.2.5. УМБУУР БОДИСГҮЙ ХАЯГДАЛ УСНЫ САН (Т-103)

Урсацын хэмжээ	:	27.2	м ³ /ц						
Барих хугацаа	:	1	ц						
Багтаамж	:	$V =$	27.2	м ³ /ц ×	1	ц	$=$	27.2 м ³	→ 27 м ³
Хэмжээс	:	W	2.0	м ×	L	3.9	м ×	H	4.7 м (4.4 м)
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч		(Электрод)					

7.2.2.6. УМБУУР БОДИСГҮЙ ХАЯГДАЛ УСНЫ НАСОС (P-103A,B)

Урсацын хэмжээ	:	27.2	м ³ /ц						
Багтаамж	:	27.2	м ³ /ц ×	0.15	Мра	×	2.2	kW	
Төрөл	:	Центрфуг							
Материал	:	FC							
Тоо хэмжээ	:	2	иж бүрдэл	(1 ашиглах,			1 нөөц,	сул зогсох)	
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч		(Бурдон хоолойтой)					

7.2.2.7. ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН ҮЕД АШИГЛАХ САН (Т-104)

Урсацын хэмжээ	:	50	м ³ /ц						
Барих хугацаа	:	120	мин(2 ц)						
Багтаамж	:	$V =$	50	м ³ /ц ×	2	ц	$=$	100 м ³	→ 100 м ³
Хэмжээс	:	W	2.6	м ×	L	9.6	м ×	H	4.7 м (4.40 м)
Материал	:	RC							
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч		(Электрод)					

7.2.2.8. ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН ҮЕД АШИГЛАХ САНГИЙН ДАМЖУУЛАХ НАСОС (P-104A,B)

Урсацын хэмжээ	:	50	м ³ /ц					
Багтаамж	:	50	м ³ /ц	×	0.10	Мра	×	3.7 kW
Төрөл	:	Центрфуг						
Материал	:	FC						
Тоо хэмжээ	:	2	иж бүрдэл	(1 ашиглах,			1 нөөц,	сул зогсох)
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч (Бурдон)						

7.2.3. Коагуляци, флокуляци болон тунгаах процесс

7.2.3.1. рН ТОХИРУУЛГЫН САН №1 (Т-201)

Урсацын хэмжээ	:	4.3	м ³ /ц	+	19.4	м ³ /ц	=	23.7	м ³ /ц
Урвалын хугацаа	:	15	мин(0.25 ц)						
Багтаамж	:	V =	23.7	м ³ /ц	×	0.25	ц	=	5.925 м ³ → 6 м ³
Хэмжээс	:	W 2.1 м	×	L 2.8 м	×	H 4.7 м	(2.2 м)	=	13 м ³
Материал	:	RC / FRP							
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл							
Химийн бодис/тэжээл	:	H ₂ SO ₄							
Туслах хэрэгсэл	:	Холигч (3.7kW), рН заагч дэлгэц							

7.2.3.2. ХОЛИХ САН №1 (Т-202)

Урсацын хэмжээ	:	23.7	м ³ /ц						
Урвалын хугацаа	:	30	мин(0.5 ц)						
Багтаамж	:	V =	23.7	м ³ /ц	×	0.5	ц	=	11.85 м ³ → 12 м ³
Хэмжээс	:	W 2.1 м	×	L 2.8 м	×	H 4.7 м	(2.15 м)	=	13 м ³
Материал	:	RC / FRC							
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл							
Химийн бодис/тэжээл	:	Ca(OH) ₂							
Туслах хэрэгсэл	:	Холигч (3.7kW), рН заагч дэлгэц							

7.2.3.3. УРВАЛЫН САН №1 (Т-203)

Урсацын хэмжээ	:	23.7	м ³ /ц	+	2.4	м ³ /ц(No.2 лаг)	=	26.1	м ³ /ц
Урвалын хугацаа	:	25	мин(0.5 ц)						
Багтаамж	:	V =	26.1	м ³ /ц	×	0.5	ц	=	13.05 м ³ → 12 м ³
Хэмжээс	:	W 2.1 м	×	L 2.8 м	×	H 4.7 м	(2.1 м)	=	12 м ³
Материал	:	RC / FRP							
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл							
Туслах хэрэгсэл	:	Холигч (3.7kW)							

7.2.3.4. ФЛОКУЛЯЦИЙН САН №1 (Т-204)

Урсацын хэмжээ	:	26.1	м ³ /ц						
Урвалын хугацаа	:	25	мин(0.4 ц)						
Багтаамж	:	V =	26.1	м ³ /ц	×	0.41666667	ц	=	10.88 м ³ → 12 м ³
Хэмжээс	:	W 2.1 м	×	L 2.8 м	×	H 4.7 м	(2.05 м)	=	12 м ³
Материал	:	RC / FRP							
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл							
Туслах хэрэгсэл	:	флокулятор (2.2kW)							

7.2.3.5. ТУНГААХ САН №1 (Т-205)

Урсацын хэмжээ	:	26.1	м ³ /хон						
Усны гадаргуугийн ачаалал	:	22	м ³ /м ² ·хон						
Багтаамж	:	$A = \frac{26.1 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон}}{22 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{хон}} = 28.47 \text{ м}^2$							→ 6.0 мф
									→ 6.0 м□
Материал	:	RC / FRP							
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл							
Туслах хэрэгсэл	:	Тунгалагжуулагч (0.4kW)							

7.2.3.6. pH ТОХИРУУЛГЫН САН №2 (Т-206)

Урсацын хэмжээ	:	26.1	м ³ /ц	—	8.9	м ³ /ц(No.1 лаг)	=	17.2	м ³ /ц
Урвалын хугацаа	:	30	мин(	0.5	ц)				
Багтаамж	:	V	=	17.2	м ³ /ц×	0.5	ц	=	8.6 м ³ → 12 м ³
Хэмжээс	:	W	2.4	м×	L	2.5	м×	H	4.7 м(2.15 м) = 13 м ³
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Химийн бодис/тэжээл	:	CaCl ₂ ,H ₂ SO ₄ ,FeCl ₃							
Туслах хэрэгсэл	:	Холигч (3.7kW), pH заах дэлгэц							

7.2.3.7. ХОЛИГЧ САН №2 (Т-207)

Урсацын хэмжээ	:	17.2	м ³ /ц																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
----------------	---	------	-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7.2.3.8. УРВАЛЫН САН №2 (Т-208)

Урсацын хэмжээ	:	17.2	м³/ц+	8.1	м³/ц (эргэлтийн ус)	=	25.3	м³/ц
Урвалын хугацаа	:	30	мин(	0.5	ц)			
Багтаамж	:	V =	25.3	м³/ц×	0.5	ц	= 12.65 м³	→ 12 м³
Хэмжээс	:	W	2.4 м×	L	2.5 м×	H	4.7 м (	2.05 м) = 12 м³
Материал	:	RC	／	FRP				
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл					
Туслах хэрэгсэл	:	Холигч	(3.7kW)					

7.2.3.9. ФЛОКУЛЯЦИЙН САН №2 (Т-209)

Урсацын хэмжээ	:	25.3	м³/ц							
Урвалын хугацаа	:	30	мин(	0.5	ц)					
Багтаамж	:	V =	25.3	м³/ц×	0.5	ц	=	12.65	м³	→ 12 м³
Хэмжээс	:	W	2.4	м×	L	2.5	м×	H	4.7	м(2.05 м) = 12 м³
Материал	:	RC	/	FRP						
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл							
Туслах хэрэгсэл	:	Флокулятор	(2.2kW)							

7.2.3.10. ТУНГААХ САН №2 (Т-210)

Урсацын хэмжээ	:	25.3	м ³ /ц						
Усны гадаргуугын ачаалал	:	25	м ³ /м ² ·хон						
Багтаамж	:	A	=	$\frac{25.3 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон}}{25 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{хон}}$	=	24.29	м ²	→	5.6 мф
								→	5.4 м□
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Тунгалагжуулагч	(0.4KW)						

7.2.3.11. №1 НАСОСЫН ХУДАГ (Т-211)

Урсацын хэмжээ	:	25.3	м ³ /ц						
Барих хугацаа	:	10	мин(0.17 ц)						
Багтаамж	:	V	=	$\frac{25.3 \text{ м}^3/\text{ц} \times 0.17 \text{ ц}}{1.0 \text{ м} \times 2.0 \text{ м} \times 4.7 \text{ м}}$	=	4.217	м ³	→	4 м ³
Хэмжээс	:	W	1.0	м×	L	2.0	м×	H	4.7 м (3.45 м) = 6.9 м ³
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч	(Хөвөх)						

7.2.3.12. №1 НАСОСЫН ХУДГИЙН НАСОС (Р-211А,В)

Урсацын хэмжээ	:	25.3	м ³ /ц						
Багтаамж	:	25.3	м ³ /ц ×	0.15	Мра	×	2.2	кW	
Төрөл	:	Центрфуг							
Материал	:	FC							
Тоо хэмжээ	:	2	иж бүрдэл	(1 ашиглах,		1 нөөц, сул зогсох)			
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч	(Бурдон хоолойтой)						

7.2.4. Биологийн цэвэрлэгээний процесс

7.2.4.1. БИОЛОГИЙН ЦЭВЭРЛЭГЭЭНИЙ САН (Т-301)

Урсацын хэмжээ	:	25.3	м ³ /ц	+	27.2	м ³ /ц	=	52.5	м ³ /ц
БХХ	:	122	мг/л						
БХХ-ийн ачаалал	:	52.5	м ³ /ц ×	122	мг/л ×	10 ⁻³	=	6.4	кг-БХХ/ц
БХХ/эзлэхүүн Ачаалал	:	1.5	кг-БХХ/м ³ ·хон						
БХХ/ХУБ(MLSS) Ачаалал	:	0.8	кг-БХХ/кг-ХУБ·х о н						
ХУБ	:	5,000	мг/л						
Багтаамж	:	6.4	кг-БХХ/ц ×	24	ц/хон	=	102.5	м ³	①
			$\frac{1.5 \text{ кг} \cdot \text{БХХ} / \text{м}^3}{0.8 \text{ кг-БХХ} / \text{кг-ХУБ} \cdot \text{хон} \times \frac{24 \text{ ц/хон}}{5 \text{ кг/м}^3}}$			=	38.4	м ³	②
						→	120	м ³	
Хэмжээс	:	W	4.1	м×	L	7.4	м×	H	4.7 м (4.4 м) = 133 м ³
Материал	:	RC							
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч	(Электрод)						
Дундын орчны түвчин	:	10	% v/v						
Дундын орчны эзлэхүүн	:	120	м ³	×	0.10	=	12	м ³	
Сараалжийн гадаргуугын ачаалал	:	20	м ³ /м ² · ц						
Сараалжийн хэсэг	:	52.5	м ³ /ц +	20	м ³ /м ² · ц =	2.6	м ²	(1.0 мW ×	2.5 мЛ)

7.2.4.2. ХОЛИХ САН №3 (Т-302)

Урсацын хэмжээ	:	52.5	м ³ /ц						
Урвалын хэмжээ	:	15	мин(0.25 ц)						
Багтаамж	:	$V =$	$52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 0.25 \text{ ц}$	$=$	13.13 м^3	$\rightarrow$	13 м^3		
Хэмжээс	:	W	$2.6 \text{ м} \times L 2.2 \text{ м} \times H 4.7 \text{ м}$	(2.35 м)	$=$	13 м^3			
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Холигч	(3.7kW)						

7.2.4.3. ФЛОКУЛЯЦИЙН САН №3 (Т-303)

Урсацын хэмжээ	:	52.5	м ³ /ц						
Урвалын хэмжээ	:	15	мин(0.25 ц)						
Багтаамж	:	$V =$	$52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 0.25 \text{ ц}$	$=$	13.13 м^3	$\rightarrow$	13 м^3		
Хэмжээс	:	W	$2.6 \text{ м} \times L 2.2 \text{ м} \times H 4.7 \text{ м}$	(2.30 м)	$=$	13 м^3			
Материал	:	RC	/	FRP					
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Флокулятор	(2.2kW)						

7.2.4.4. ТУНГААХ САН №3 (Т-304)

Урсацын хэмжээ	:	52.5	м ³ /хон						
Усны гадаргуугын ачаалал	:	30	м ³ /м ² ·хон						
Багтаамж	:	$A =$	$\frac{52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон}}{30 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{хон}}$	$=$	42 м^2	$\rightarrow$	7.3 м		
							$\rightarrow$	7.0 м	
Материал	:	RC							
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	тунгалагжуулагч	(0.2kW)						

7.2.4.5. №2 НАСОСЫН ХУДАГ (Т-305)

Урсацын хэмжээ	:	52.5	м ³ /ц						
Барих хугацаа	:	10	мин(0.17 ц)						
Багтаамж	:	$V =$	$52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 0.17 \text{ ц}$	$=$	8.75 м^3	$\rightarrow$	4 м^3		
Хэмжээс	:	W	$1.0 \text{ м} \times L 2.0 \text{ м} \times H 4.7 \text{ м}$	(3.45 м)	$=$	6.9 м^3			
Материал	:	RC							
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл						
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч	(Хөвөх)						

7.2.4.6. №2 НАСОСЫН ХУДГИЙН НАСОС (Т-306А,В)

Урсацын хэмжээ	:	52.5	м ³ /ц						
Багтаамж	:	52.5	м ³ /ц $\times$ 0.20	Мра	$\times$	5.5 kW			
Төрөл	:	Центрфуг							
Материал	:	FC							
Тоо хэмжээ	:	2	иж бүрдэл	(1 ашиглах,		1 нөөц, сул зогсох)			
Туслах хэрэгсэл	:	Урсац хэмжигч	(нүхэн), Даралт хэмжигч	(Бурдон)					

7.2.5.1. ЭЛСЭН ШҮҮЛТҮҮР

[illegible]

Шугамын хурд	:	40 м/ц	960 м/хон)
Урсацын хэмжээ	:	3.46 м ² ×	40 м/ц= 138 м ³ /ц
Багтаамж	:	138 м ³ /ц ×	0.20 Мра × kW
Төрөл	:	Центрифуг	
Материал	:	FC	
Тоо хэмжээ	:	2 иж бүрдэл	(1 ашиглах, 1 нөөц, сул зогсох)
Туслах хэрэгсэл	:	Урсац хэмжигч, даралт заагч	

Буцах угаалтын насосын багтаамж	:	138	м ³ /ц						
Угаах хугацаа	:	10	мин(	0.17	ц)				
Багтаамж	:	V =	138.5	м ³ /ц×	0.17	ц	=	23.08	м ³ → 25 м ³
Хэмжээс	:	W	2.7	м×	L	3.2	м×	H	4.7
Материал	:	RC							
Тоо хэмжээ	:	1	иж	бүрдэл					
Туслах хэрэгсэл	:	(түвшин шилжүүлэгч),	pH	дэлгэц					

Урсацын хэмжээ	:	52.5	м ³ /ц	=	52.5	м ³ /ц
Барих хугацаа	:	10	мин(0.17 ц)			
Багтаамж	:	V =	52.5	м ³ /ц ×	0.17	ц = 8.75 м ³ → 10 м ³
Хэмжээс	:	W	1.7	м ×	L	2.7 м × Н 4.7 м (3.65 м) = 17 м ³
Материал	:	RC				
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл			
Туслах хэрэгсэл	:	Түвшин шилжүүлэгч	(Электрод)			

Урсацын хэмжээ	:	52.5	$\text{м}^3/\text{ц}$					
Багтаамж	:	52.5	$\text{м}^3/\text{ц}$	×	0.1	Мра	×	5.5 kW
Хэмжээс	:	Центрфуг						
Материал	:	FC						
Тоо хэмжээ	:	2 иж бүрдэл (1 ашиглах, 1 нөөц, сул зогсох)						
Туслах хэрэгсэл	:	Урсац хэмжигч (Соронзон электрод), Даралт заагч (Бурдон)						

7.2.6.1. Ca(OH)₂ (10%, таталцал 1.15)

[illegible]

Урсацын хэмжээ	:	25.3	м ³ /ц						
pH	:	2.5	→	7					
Тоо хэмжээ (100%)	:	25.3	м ³ /ц × 24	ц/хон × (10 ^{-2.5} +10 ⁻⁷) ×	$\frac{\text{Ca(OH)}_2(74)}{2}$	× 3			
							=	213.1	кг/хон
Тоо хэмжээ (10%)	:	213	кг/хон ×	$\frac{1}{0.1 \times 1.15}$	=	1,853	л/хон		
Сангийн багтаамж	:	10	м ³						
Барих хугацаа	:	10	м ³	÷ 213	л/хон × 10 ³ =	46.9	хон		
Насосны хүчин чадал	:	(	0	/хон + 1,853	л/хон ÷ 1,440	мин/хон =	1.3	л/мин	
							→	0.3	м ³ /мин
		0.3	м ³ /мин × 0.15	МПа × 3.7	kW × 2(1)	иж бүрдэл			

рН ТОХИРУУЛГЫН САН №1

Урсацын хэмжээ	:	25.3	$\text{м}^3/\text{ц}$					
pH	:	8	$\rightarrow$	2.5				
Тоо хэмжээ (100%)	:	25.3	$\text{м}^3/\text{ц} \times 24$	$\text{ц}/\text{хон} \times (10^{-8} + 10^{-2.5}) \times$	$\frac{\text{H}_2\text{SO}_4(98)}{2}$	$\times 3$		
							=	282.3 кг/хон(MAX)
Тоо хэмжээ (20%)	:	282.3	$\text{кг}/\text{хон} \times$	$\frac{1}{0.2 \times 1.15}$	=	1,227	л/хон	
Багтаамж	:	5	м^3					
Барих хугацаа	:	5	$\text{м}^3 \div$	1,227 л/хон	$\times 10^3 =$	4.1	хон	
Насосны хүчин чадал	:	1,227	л/хон $\div$	1,440 мин/хон=	0.9	л/мин		
		0.8	л/мин $\times$	0.15 МПа	$\times 0$	kW $\times 2(1)$	иж бүрдэл	

7.2.6.3. CaCl_2

РН ТОХИРУУЛГЫН САН №2

[illegible]

7.2.6.4. FeCl_3

ХОЛИГЧ САН №1

Урсацын хэмжээ :	25.3	м ³ /ц							
Тэжээх хэмжээ :	150	мг-Fe/л							
Тоо хэмжээ (100%) :	25.3	м ³ /ц×	150	мг/л×	$\frac{\text{FeCl}_3(163)}{\text{Fe}(56)}$	×	24	ц/хон	
							=	265.1	кг/хон
Тоо хэмжээ (37%) :	265.1	кг/хон×	$\frac{1}{0.37 \times 1.38}$	=	519	л/хон			
Танкны багтаамж :	5	м ³							
Барих хугацаа :	5	м ³	÷	519	л/хон	×	10 ³	=	9.6 хон
Насосны хүчин чадал :	519	л/хон	÷	1,440	мин/хон=	0.4	л/мин		
	0.3	л/мин	×	0.15	МПа	×	0 kW	×	2(1) иж бүрдэл

7.2.6.5. РАС (ПАК-нунтаг идэвхжүүлсэн нүүрс)

ХОЛИГЧ САН №3

[illegible]

7.2.6.6. Полимер

i) ФЛОКУЛЯЦИЙН САН №1

[illegible]

[illegible][illegible]

7.2.7.1. Лагийн хэмжээ

① Умбуур бодис SS

$$26.1 \text{ М}^3/\text{Ц} \times 24 \text{ Ц/хон} \times 18.1 \text{ мг/л} \times 10^{-3} = 11.4 \text{ кг-DS/хон}$$

② CaF_2

26.1	м ³ /цх	24	ц/хонх	0.0	мг/лх	$\frac{\text{CaF}_2(78)}{F(19) \times 2}$	$\times 10^{-3}$	=	0.0	кг-DS/хон
------	--------------------	----	--------	-----	-------	---	------------------	---	-----	-----------

③ Полимер

$$26.1 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон} \times 3.0 \text{ мг/л} \times 10^{-3} = 1.9 \text{ кг-DS/хон}$$

(1) Нийт: 13.2 кг-DS/хон

① CaF_2

$$25.3 \text{ мг/ц} \times 24 \text{ ц/хон} \times 337 \text{ мг/л} \times \frac{\text{CaF}_2(78)}{\text{F}(19) \times 2} \times 10^{-3} = 420.0 \text{ кг-DS/хон}$$

② $\text{Fe}(\text{OH})_3$

$$25.3 \quad \text{м}^3/\text{ц} \times 24 \quad \text{ц/хон} \times 150 \quad \text{мг/л} \times \frac{\text{Fe(OH)}_3(107)}{\text{Fe}(56)} \times 10^{-3} = 174.0 \quad \text{кг-DS/хон}$$

③ Полимер

$$25.3 \text{ М}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон} \times 2.0 \text{ мг/л} \times 10^{-3} = 1.2 \text{ кг-DS/хон}$$

(2) Нийт: 595.3 кг-DS/хон

47

① БХХ

$$52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон} \times 122 \text{ мг/л} \times 0.2 \times 10^{-3} = 30.7 \text{ кг-DS/хон}$$

② $\text{Al}(\text{OH})_3$

$$52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон} \times 200 \text{ мг/л} \times \frac{\text{Al}(\text{OH})_3(66)}{\text{Al}_2\text{O}_3(102)} \times 10^{-3} = 148.5 \text{ кг-DS/хон}$$

③ Полимер

$$52.5 \text{ м}^3/\text{ц} \times 24 \text{ ц/хон} \times 2.0 \text{ мг/л} \times 10^{-3} = 2.5 \text{ кг-DS/хон}$$

$$(3) \text{ Нийт: } 181.8 \text{ кг-DS/хон}$$

iv) Нийт лаг

$$\begin{aligned} \text{Нийт лаг} &: 790.3 \text{ кг-DS/хон} \\ \text{Лагийн концентраци} &: 3 \% \\ \text{Лагийн хэмжээ} &: 790.3 \text{ кг-DS/хон} \times \frac{100}{3} \times 10^{-3} = 26.4 \text{ м}^3/\text{хон} \end{aligned}$$

7.2.7.2. №1 ТУНГААГУУРЫН ЛАГИЙН НАСОС (P-205A,B)

$$\begin{aligned} \text{Лагийн хэмжээ} &: 13.2 \text{ кг-DS/хон} \times \frac{100}{3} \div 360 \text{ мин/хон} \times 10^{-3} = 0.0 \text{ м}^3/\text{мин} \\ \text{Багтаамж} &: 0.0 \text{ м}^3/\text{мин} \times 0.15 \text{ МПа} \quad (0.15 \text{ м}^3/\text{ц}) \\ \text{Төрөл} &: \text{Air Operated Diaphragm (агаараар ажилладаг диафрагмын насос)} \\ \text{Материал} &: \text{FC} \quad / \quad \text{SUS} \\ \text{Тоо хэмжээ} &: 2 \text{ иж бүрдэл} \quad (1 \text{ ашиглах, } 1 \text{ нөөц, сул зогсох}) \\ \text{Туслах хэрэгсэл} &: \text{Даралт заагч} \quad (\text{диафрагмтай}) \end{aligned}$$

7.2.7.3. №2 ТУНГААГУУРЫН ЛАГИЙН НАСОС (P-210A,B)

$$\begin{aligned} \text{Лагийн хэмжээ} &: 595.3 \text{ кг-DS/хон} \times \frac{100}{1} \div 1,440 \text{ мин/хон} \times 10^{-3} = 0.05 \text{ м}^3/\text{мин} \\ \text{Багтаамж} &: 0.05 \text{ м}^3/\text{мин} \times 0.15 \text{ Мпа} \times 0.4 \text{ kW} \quad (3 \text{ м}^3/\text{ц}) \\ \text{Төрөл} &: \text{Центрфуг} \\ \text{Материал} &: \text{FC} \quad / \quad \text{SUS} \\ \text{Тоо хэмжээ} &: 2 \text{ иж бүрдэл} \quad (1 \text{ ашиглах, } 1 \text{ нөөц, сул зогсох}) \\ \text{Туслах хэрэгсэл} &: \text{Даралт заагч} \quad (\text{диафрагмтай}) \end{aligned}$$

7.2.7.4. №3 ТУНГААГУУРЫН ЛАГИЙН НАСОС (P-304A,B)

$$\begin{aligned} \text{Лагийн хэмжээ} &: 181.8 \text{ кг-DS/хон} \times \frac{100}{1} \div 60 \text{ мин/хон} \times 10^{-3} = 0.3 \text{ м}^3/\text{мин} \\ \text{Багтаамж} &: 0.3 \text{ м}^3/\text{мин} \times 0.15 \text{ Мпа} \times 8 \text{ kW} \\ \text{Төрөл} &: \text{Центрфуг} \\ \text{Материал} &: \text{FC} \quad / \quad \text{SUS} \\ \text{Тоо хэмжээ} &: 2 \text{ иж бүрдэл} \quad (1 \text{ ашиглах, } 1 \text{ нөөц, сул зогсох}) \\ \text{Туслах хэрэгсэл} &: \text{Даралт заагч} \quad (\text{диафрагмтай}) \end{aligned}$$

7.2.7.5. ЛАГ ХАДГАЛАХ САН (T-501)

$$\begin{aligned} \text{Лагийн хэмжээ} &: 26.4 \text{ м}^3/\text{хон} \\ \text{Багтаамж} &: V = \frac{(4 \text{ mW} \times 6.6 \text{ mL} \times 1.3 \text{ mH}) \times 4}{3} = 46.9 \text{ м}^3 \\ \text{Барих хугацаа} &: 47 \text{ м}^3 \div 26.4 \text{ м}^3/\text{хон} \times 24 \text{ ц/хон} = 42.7 \text{ ц} \\ \text{материал} &: \text{RC/FRP} \\ \text{Тоо хэмжээ} &: 1 \text{ иж бүрдэл} \\ \text{Туслах хэрэгсэл} &: \text{Түвшин шилжүүлэгч (Хөвөгч)} \end{aligned}$$

7.2.7.6. ЛАГИЙН ТЭЖЭЭЛИЙН НАСОС (P-501A,B,C)

Лагийн хэмжээ	:	$\frac{26.35 \text{ м}^3}{20 \text{ мин/с} \times 10 \text{ с}} = 0.1 \text{ м}^3/\text{мин}$
Багтаамж	:	$0.1 \text{ м}^3/\text{мин} \times 0.20 \text{ МПа}$
Төрөл	:	Air Operated Diaphragm (агаараар ажилладаг диафрагмын насос)
Тоо хэмжээ	:	3 иж бүрдэл (2 ашиглах, 1 нөөц, сул зогсох)
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч (диафрагмтай)

7.2.7.7. ЛАГ УСГҮЙЖҮҮЛЭГЧ (D-502A, B)

Лагийн хэмжээ	:	$790.3 \text{ кг-DS/хон} \div 24 \text{ ц/хон} \times 1.1 = 36.2 \text{ кг-DS/ц}$
Лагийн найрлага	:	3 %
Багтаамж	:	$36.2 \text{ кг-DS/ц} \div 2 \text{ иж} = 18.1 \text{ кг-DS/ц} \cdot \text{set}(\frac{0.6 \text{ м}^3/\text{ц}}{5 \text{ м}^3/\text{ц}})$
Тоо хэмжээ	:	2 иж бүрдэл
Лагийн хэмжээ (усгүйжүүлэхээс өмнө)	:	$790.3 \text{ кг-DS/хон} \times \frac{100}{3} \times 10^{-3} = 26.4 \text{ м}^3/\text{хон}$
Лагийн хэмжээ (усгүйжүүлэхээс өмнө)	:	$790.3 \text{ кг-DS/хон} \times \frac{100}{30} \times 10^{-3} = 2.6 \text{ м}^3/\text{хон}$
Эргэлтийн усны хэмжээ	:	$26.4 \text{ м}^3/\text{хон} - 2.6 \text{ м}^3/\text{хон} = 23.71 \text{ м}^3/\text{хон} (1.0 \text{ м}^3/\text{ц})$

7.2.8. Агаар ашиглалт

7.2.8.1. БИОЛОГИЙН ЦЭВЭРЛЭГЭЭНИЙ АГААРЖУУЛАЛТ (B-601A, B)

Төрөл	:	Roots
Урсацын хэмжээ	:	$O_2 = \frac{0.5 \times 6.4 \text{ кг-БХХ/ц} \times 24 \text{ ц/хон} + 0.07 \times 120 \text{ м}^3 \times 5,000 \text{ г-MLSS/м}^3 \times 10^{-3}}{118.9 \text{ кг-O}_2/\text{хон}} = 118.9 \text{ кг-O}_2/\text{хон}$
	:	$\text{Агаар} = \frac{0.277 \div 5 \% \div 1,440 \text{ мин/хон}}{0.277 \div 5 \% \div 1,440 \text{ мин/хон}} = 6.0 \text{ м}^3/\text{мин}$
(Дэлгэц угаах агаар	:	$\text{Агаар} = \frac{1.0 \text{ мW} \times 0.5 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}}{6.0 \text{ м}^3/\text{мин} \times 5,000 \text{ ммАq} \times 11 \text{ kW}} = 0.5 \text{ м}^3/\text{мин}$
Багтаамж	:	$6.0 \text{ м}^3/\text{мин} \times 5,000 \text{ ммАq} \times 11 \text{ kW}$
Тоо хэмжээ	:	2 иж бүрдэл (1 ашиглах, 1 нөөц, сул зогсох)
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч (Бурдон)

7.2.8.2. ХОЛИХ СЭНС (B-602)

Төрөл	:	Дээвэртэй				
Танкны багтаамж	:	①	Умбуур бодис бүхий (XXX өндөр) ХУ танк	:	8.8	м ³
		②	HF&H ₂ SO ₄ ХУ танк	:	22	м ³
		③	Умбуур бодисгүй ХУ танк	:	34	м ³
		④	Яаралтай үеийн ХУ танк	:	100	м ³
		⑤	Лаг хадгалах танк	:	47	м ³
		Нийт			:	212.0 м ³
Урсацын хэмжээ	:	212.0	м ³ ×	0.015	м ³ /м ³ ·мин=	3.2 м ³ /мин
Багтаамж	:	3.2	м ³ /мин ×	5,000	ммАq×	5.5 kW
Тоо хэмжээ	:	1 иж бүрдэл				
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч (Бурдон)				

7.2.8.3. ЭРГЭЛТИЙН УГААЛТЫН СЭНС

Төрөл	:	Дээвэртэй					
LV	:	50	м/ц(	0.83	м/мин)		
Урсацын хэмжээ	:	3.46	м ² х	0.83	м/мин=	2.9	м ³ /мин
Багтаамж	:	3	м ³ /мин х	5,500	ммАqх	5.5	kW
Тоо хэмжээ	:	1	иж бүрдэл				
Туслах хэрэгсэл	:	Даралт заагч		(Бурдон)			

7.2.8.4. КОМПРЕССОР

Төрөл	:	Даралт хяналттай компрессор					
Багтаамж	:	1.5	м ³ /мин х	1	МРах	15	kW
Тоо хэмжээ	:	2	иж бүрдэл	(1 ашиглах,		1 нөөц, сул зогсох)	

Ашигласан материал

1. Ашигласан материал: Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн шинэчилсэн хэвлэл: Усны чанарын хэсэг, Бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх технологи ба хууль тогтоомжийн редакцийн хороо, Японы байгаль орчны менежментийн холбоо, 2024 он.