

Mongolia

**The Air Quality Department of Capital City
(AQDCC)**

**Capacity Development Project
for
Air Pollution Control in Ulaanbaatar
City
Mongolia**

**Final Report
-Appendices 3-**

March 2013

Japan International Cooperation Agency

SUURI-KEIKAKU CO., LTD

Contents

Appendix2.4-1	Lecture Materials on Air Pollution Control	3-1
Appendix2.4-2	Training Handout for Boiler Efficiency Measurement (for Power Plant).....	3-37
Appendix2.4-3	Training Handout for Boiler Efficiency Measurement (for HOB).....	3-53
Appendix2.4-4	Lecture Handout for Boiler Performance Management.....	3-71
Appendix2.4-5	Training Handout on Boiler Operating	3-83
Appendix2.4-6	Training Handout for Operating HOB	3-105
Appendix2.4-7	Screen Excerpt of Operating HOB.....	3-117
Appendix2.4-8	Briefing Paper of Training Material for HOB Operator	3-139
Appendix2.4-9	Application Form about the Conversion of Firing System of Ulaanbaatar Power Plant 3 for Grant Aid General and Fisheries.....	3-153
Appendix2.4-10	Coal and Ash Component Analysis Data for Heat Balance Calculation.....	3-161
Appendix2.4-11	Lecture Materials on Energy Conservation.....	3-167
Appendix2.4-12	A Sample of Detailed Energy Audit Plan (for APU)	3-181
Appendix2.4-13	Report for Detailed Energy Audit	3-189
Appendix2.4-14	Minutes of Discussion on Air Pollution Control Diagnosis and Energy Audit	3-315
Appendix2.5-1	Presentation Handout for 1 st Year of Training Course in Japan (Boiler Registration System)3-351	
Appendix2.5-2	Presentation Handout for 2 nd Year of Training Course in Japan (Part in Making Environmental Administration for Air Pollution Control Planning).....	3-367
Appendix2.5-3	Presentation Handout for 3 rd Year of Training Course in Japan (Investigation of Draft Air Pollution Control Measures)	3-375
Appendix2.5-4	Presentation Handout on Symposium on 13 th , June, 2012.....	3-381
Appendix2.5-5	News Letter	3-393
Appendix2.5-6	Presentation Handout on Summarizing Seminar	3-401
Appendix2.5-7	Presentation Handout on MCA's Seminar	3-435

Appendix 2.4-1 Lecture Materials on Air Pollution Control

1.Нүүрсний тухай ерөнхий мэдлэг

2010. 9

1

Нүүрсний нүүрсжилтийн хэмжээний ангилал

Өндөр ← Нүүрсжилт → Бага

Нүүрсний ангилал	Антрацит (Сайн чанарын чулуун нүүрс)	Битумтай тослог нүүрс	Битум багатай тослог нүүрс	Хүрэн нүүрс (Lignite)
Дулаан үүсгэх хэмжээ (kcal/kg)*	> 8,400	8,100 ~ 8,400	7,300 ~ 8,100	5,500 ~ 7,300
Чийгшил (%)	↓ Dry Basis < 10	< 15	15 ~ 30	30 ~ 60

Нүүрсний нүүрсжилтийн хэмжээний ангилал

Өндөр ← Нүүрсжилт → Бага

Нүүрсний ангилал	Антрацит (Сайн чанарын чулуун нүүрс)	Битумтай тослог нүүрс	Битум багатай тослог нүүрс	Хүрэн нүүрс (Lignite)
Нүүрс төрөгчийн агуулах хувь (%)	93 ~ 95	80 ~ 90	70 ~ 80	70
Шаталтын харьцаа (Хатуулаг нүүрс төрөгчийн уурширмай)	> 4	1 ~ 4	1 ~ 4	< 1

3

Зохиулалтаар нь нүүрсний ангилал

Нүүрсний ангилал	Антрациттай нүүрс	Кокс үйлдвэрлэх зориулалттай	Кокс үйлдвэрлэхээс бусад
Нүүрс	Антрациттай нүүрс	Битумтай тослог нүүрс	• Битумтай тослог нүүрс • Бусад нүүрс
Зориулалт	• Хайлуулах зориулалт	• Төмөр гангийн зориулалттай кокс	• Цахилгаан үүсгүүр • Цемент, зуух

4

Нүүрсний шинжилгээ (I)

Бүх чийг	Бүх чийг, доторх хатуулагийн чийг
Дулаан үүсгүүрийн хэмжээ	Дээд дулаан үүсгүүрийн хэмжээ, доод дулаан үүсгүүрийн хэмжээ
HGI	Нунтаг байдлаар
Үйлдвэрийн шинжилгээ	Чийг, үнслэг, ууршигтгай (VM), нүүрс төрөгчийн хатуулаг(FC)
Элементийн шинжилгээ	Нүүрс төрөгч(C), устөрөгч(H), Азот(N), Хүхэр(S), Хүчилтөрөгч(O)
Үнсний найрлага	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O, -
Өчүүхэн жижиг элемент	Hg, Se, As, B

5

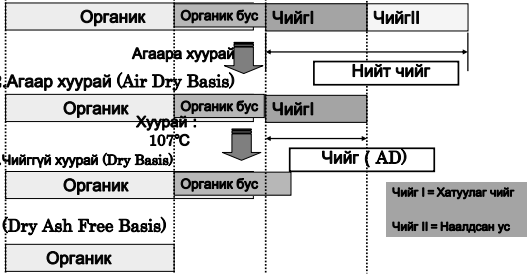
Нүүрсний шинжилгээ (II)

Онцлог	Нүүрсний чанар
Шаталтын чанар	Дулаан үүсгэх хэмжээ, түлшний харьцуулалт (FC/VM)
NOx Ялгаруулалт	N-агуулагдаж буй хэмжээ
SOx Ялгаруулалт	Хүхэр агуулагдаж буй хэмжээ
Тоосны ялгаруулалт	Үнс агуулагдаж буй хэмжээ
Шаарагийн онцлог	Үнсний агуулагдсан чийгшил
Нунтаг бутархай шинж	HGI
Тээвэрлэлтийн онцлог	Чийг, бутархайн тархалт
Байгалийн шатамхай чанар	O/C, VM, Түлшний харьцуулалт (FC/VM)

6

Нүүрсний шинжилгээ (стандарт)

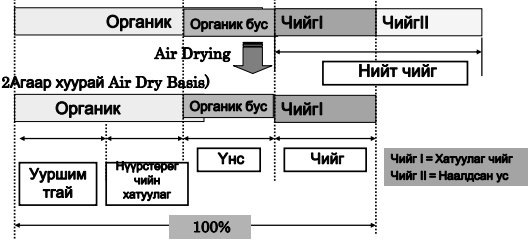
1. Дөнгөж авсан үед (As Received Basis)



7

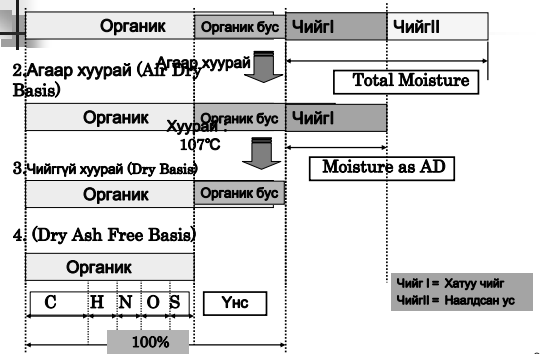
Нүүрсний шинжилгээ (Агаар хуурай : AD Basis)

1. Дөнгөж авсан үед (As Received Basis)



8

Нүүрс шинжилгээ (DB Basis)



9

Нүүрсний шинжилгээ (Дулаан үүсгэх хэмжээ-I)

2. Агаар хуурай (Air Dry Basis)



Хамгийн их дулаан үүсгэх хэмжээ (HHV)----Дээж дотор чийгний өтгөрөлтийн далд дулааныг агуулдаг

3. DB (Dry Basis)



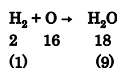
Хамгийн доод дулаан үүсгэх хэмжээ (LHV)---- HHV - (чийгний өтгөрөлтийн далд дулаан)

10

Нүүрсний шинжилгээ (Дулаан үүсгэх хэмжээ-II)

$$LHV = HHV - 600 (9 H + W) \text{ kcal/kg}$$

Усны өтгөрөлтийн далд дулаан → Чийг агуулах хэмжээ(kg)
Устөрөгч агуулах хэмжээ ADbasis(kg)



Хамгийн их дулаан үүсгэх хэмжээ (HHV)бол элементийн шинжилгээний дүнгээс ч тооцоолж болдог.

$$HHV = 81[C\%] + 342.50 ([H\%] - [O\%]/8) + 22.50 [S\%] \text{ kcal/kg}$$

11

Монгол нүүрсний шинжилгээний жишээ

Багануурын нүүрс

Хамгийн их дулаан үүсгэх хэмжээ (kcal/kg)	Нийт чийг (%)	Ажлын шинжилгээ(%)				Түлшний харьцаа	Элементийн шинжилгээ (%)				
		Чийг	Үнс лэг	Уурш имтгай	Нүүр стөрөгчийн хатуулаг		C	H	N	O	S
6428	21.74	11.01	10.69	40.22	38.08	0.95	61.02	4.88	0.84	22.2	0.42

Дулаан үүсгэх хэмжээ: Чийггүй хуурай
Нийт чийглэг: Хүлээж авах
Ажлын шинжилгээ: Агаар хуурай
Элементийн шинжилгээ: Агаар хуурай

Түлшний харьцуулалт
=Нүүрстөрөгчийн хатуулаг/ууршигтгай

12

Түлшний хувьд нүүрс

Давуу тал

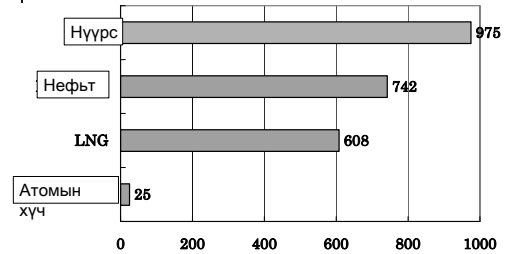
- Нүүрс хямд үнэтэй, нийлүүлэлт төвөггүй.
- Нефьт, LNG зэрэгтэй харьцуулвал үнийн хэлбэлзэл маш тогтвортой байна.

Сул тал

- Нүүрс нь нэгж дулаан үүсгэх хэмжээ тутамд CO₂-н ялгаруулалт ихтэй – нефьттэй харьцуулахад 20%-иар өндөр. LNG-тэй харьцуулбал 80%-иар өндөр.
- SOX, NOX-ийн ялгаруулах хэмжээ ихтэй.
- Үнс ялгаруулдаг

13

1kWhЦахилгаан үүсгэх үед CO₂-ийг ялгаруулах хэмжээ (Япон)



1kWh цахилгаан гаргах үед CO₂-ийн ялгарах хэмжээ (g-CO₂/kWh)

(Source : Agency for Natural Resources and Energy 「Japanese Energy 2009」)

14

1.1 Нүүрс түлдэг зуухны шаарга гарах

1. Нүүрсний үнсний найрлага
2. Үнсний хайлах хэм
3. Зуухны шаараглагдамтгай чанар

(Дулааны ачаалал, шатаалтын аргачлал гэх мэт)

15

Нүүрсний үнсний найрлага

Дэгдэмхий үнсний химийн найрлага
(Индонезийн давирхайн агууламж ихтэй нүүрс)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	SO ₃
42 ~ 52 %	25 ~ 35 %	5 ~ 11 %	3 ~ 8 %	1 ~ 4 %	3 ~ 5 %	0.5 ~ 2 %	1 ~ 4 %

1. Үнсний найрлага бол үнсийг шилний хэлбэрт оруулж, X торны туяралтын дифракцийг шаарддаг

2. Үнсний найрлага нь шаараглах болон шүүрэмтэй чанарыг үнэлхийн тулд маш чухал байдаг.

16

Үнсний хайлах цэг

1. Үнсний хайлах цэг бол ерөнхийдөө 1,000 ~ 1,500°C

2. Үнсний хайлах цэг бол, үнсний найрлага ба хийн төлөв байдал (хүчиллэг төлөв үү? ангижрагч төлөв) -аас тогтдог

42 ~ 52 %	25 ~ 35 %	5 ~ 11 %	3 ~ 8 %	1 ~ 4 %	3 ~ 5 %	0.5 ~ 2 %	1 ~ 4 %
-----------	-----------	----------	---------	---------	---------	-----------	---------

1. Шүлтлэг найрлага = SiO₂, Al₂O₃, TiO₂

2. Давслаг найрлага = Fe₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O, MgO

17

Үнсний хайлах цэг

2. Үнсний хайлах цэг болон үнсний найрлага

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	SO ₃
42 ~ 52 %	25 ~ 35 %	5 ~ 11 %	3 ~ 8 %	1 ~ 4 %	3 ~ 5 %	0.5 ~ 2 %	1 ~ 4 %

1. Хүчиллэг найрлага = SiO₂, Al₂O₃, TiO₂

→ Их хайлах цэг

2. Давслаг найрлага = Fe₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O, MgO

→ Бага хайлах цэг

3. Давслаг найрлага/Хүчиллэг найрлага]=B/A ratio

→ B/A –ийн харьцаа нь 1-д ойр бол хайлах цэг бага

18

Үнсний хайлах цэг

2. Үнсний хайлах цэг бол хийн төлөвөөс шалтгаалдаг

Ангжрамтгай төлөв(CO, CO₂, H₂--)-ийн тухайд бол хүчиллэг төлөвөөс 50 ~ 100 °C хайлах цэг нь бага болдог.

19

Зууханд үүсэх нүүрсний шаарагламтгай чанар

индекс	Тооцоолох аргачлал	Шаараглах, шүүрэх чанар			
		Бага	Дунд	Өндөр	Ширүүн
Үнсний хайлах цэг	Sphere (softening) temperature under reducing conditions	> 1350 °C		< 1350 °C	
Base-Acid харьцаа	[Fe ₂ O ₃ + CaO + MgO + Na ₂ O + K ₂ O] [SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + TiO ₂]	< 0.5	0.5 to 0.7	0.7 to 1.0	> 1.0
Шаараглах үзүүлэлт	Base x Sulphur in coal (d %)	< 0.6	0.6 to 2.0	2.0 to 2.6	> 2.6

20

Шаараглах чанарыг сайжруулах

1. Шаараглах асуудал бол тогоонд наалдах үнснээс болж үүсдэг

→ Шаараглах асуудлын шийдвэрлэлт

Шаараглах үзүүлэлтээр дүгнэх (Нүүрс сонголт, холимог нүүрс)

2 * Нүүрсний үнсний найрлагын шинжилгээ

3. Дэгдэмхий үнсстэй тогооны ёроолын шинжилгээ

4. Наалдсан үнсний шинжилгээ

5. Тогоон доторх температурыг буулгах

* Хүрэн нүүрс нь их хэмжээний CaO, Fe₂O₃-г агуулдаг учраас шаараг амархан үүсдэг

21

Нүүрсний шаталтаас CO₂-ийн тооцоолох аргачлал

22

CO₂ Ялгаруулах үндсэн нэгж

1. Нүүрс (kgCO₂/ kgcoal)

Нүүрсний найрлага

C	H	O	N	S	Чийг	Үнслэг	Нийлбэр
%	%	%	%	%	%	%	%
67.1	5.1	11.0	1.1	0.6	10.0	5.1	100

$$\text{CO}_2 \text{ ялгаруулах үндсэн нэгж} = \text{C (kg/kgcoal)} * 44/12 \\ = 0.671 * 44/12 = 2.46 \text{ kgCO}_2/ \text{kgcoal}$$

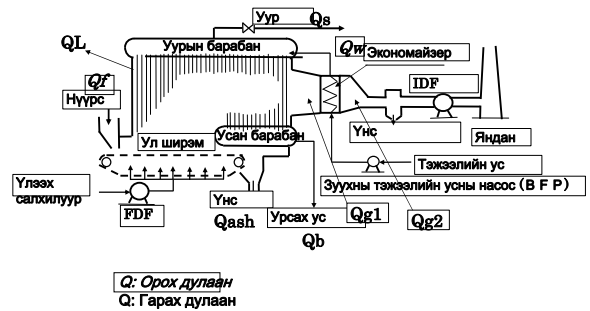
23

2. Зуухны бүтээмжийн товч дүгнэлт

2010. 9

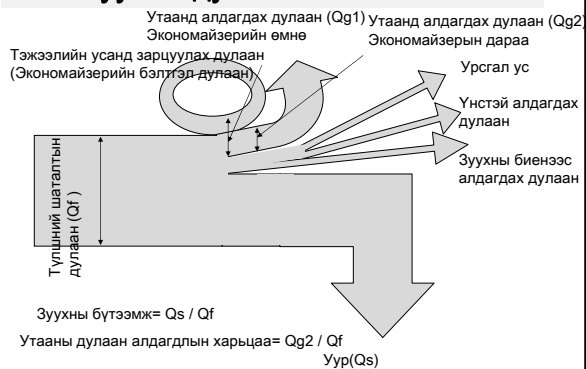
1

Зуухны дулааны баланс(1)



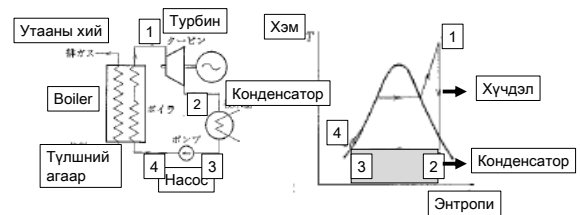
2

Зуухны дулааны баланс(2)



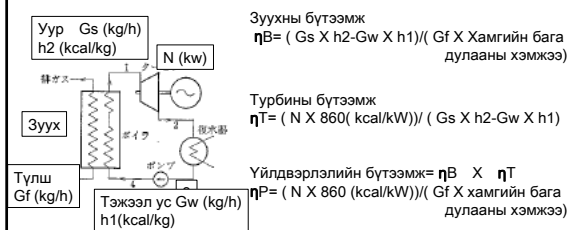
3

Цахилгаан үүсгүүрийн давтамж(1) Давтамжийн зэрэглэл



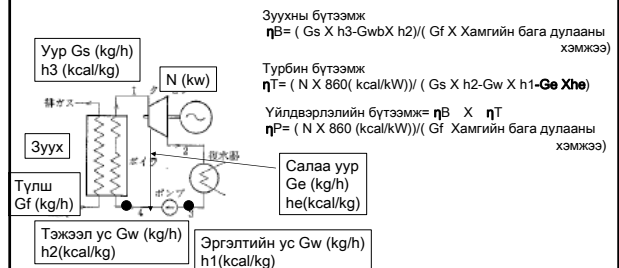
4

Цахилгаан үүсгүүрийн бүтээмж (Хамгийн бага дулаан үүсгэх стандарт хэмжээ)



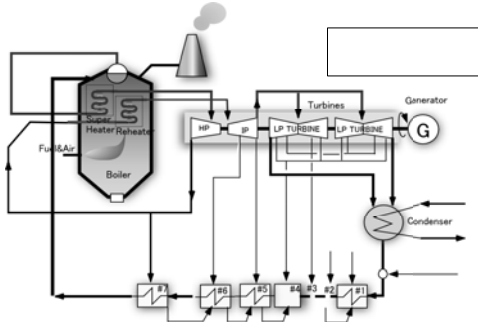
5

Цахилгаан үүсгүүрийн бүтээмж (Салаа давтамж)



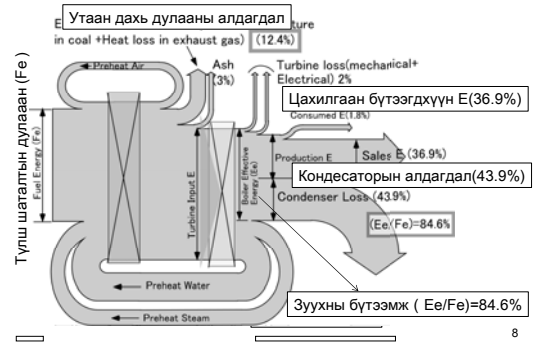
6

Цахилгаан станцын дулааны балансын загвар (1)



7

Цахилгаан станцын дулааны балансын загвар (2)



8

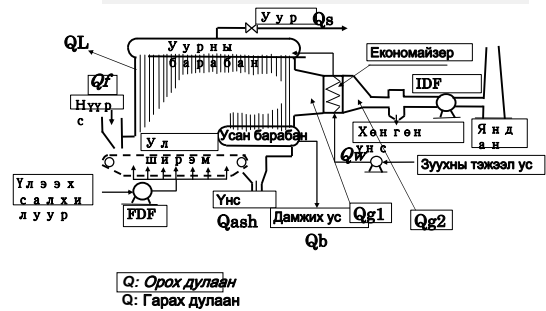
3. Зуухны бүтээмжийн дүн шинжилгээний үндсэн мэдлэг

2010. 9

JICA

1

Зуухны дулааны баланс(1)



2

Зуухны дулааны баланс(2)

- (1) Суурь температур: Агаарын температур
- (2) Нүүрсний дулаан гаргах чадвар:
Хамгийн дулаан гаргах чадвар
(Net calorific value)

3

1.Орох дулаан (1) Түлшний шаталтын дулаан (Qf)

$$Q_f = F \times HL \quad (\text{kJ/h})$$

F: Түлш хэрэглээний хэмжээ (kg/h)
HL: Түлшний дулаан гаргах чадвар
(Хамгийн бага дулаан гаргах чадвар)
(kJ/kg)

HL: Утааны хийн дотор H2O-ийн өтгөрөлийн далд дулаан агуулаагүй

Hh (Хамгийн их дулаан гаргах чадвар) : Утааны хийн дотор H2O-ийн өтгөрөлийн далд дулаан агуулсан

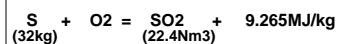
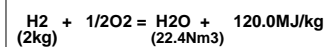
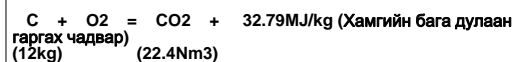
4

Хамгийн бага дулаан гаргах хэмжээ

$$HL = 32.79C + 120.0H - 17.87O + 9.265S - 2.443W$$

HL : Хамгийн бага дулаан гаргах чадвар (MJ/kg)
C: Нүүрсгөрөгчийн агуулагдах харьцаа (wt%)
H: Устөрөгчийн агуулагдах харьцаа (wt%)
O: Хүчилтөрөгчийн агуулагдах харьцаа (wt%)
S: Хүрлийн агуулагдах харьцаа (wt%)
W: Чийгний агуулагдах харьцаа (wt%)

Шаталтын хандлага



5

Нүүрсний найрлага (Жишээ)

C	H	O	N	S	Чийглэг	Үнслэг	Нийт
%	%	%	%	%	%	%	%
67.1	5.1	11.0	1.1	0.6	10.0	5.1	100.0

Зуухны бүтээмжийг тооцоолох үед чийглэг, үнслэгийг агуулсан элементийг хэрэглэх шаардлага байдаг.

6

(2) Тэжээл усанд тусах дулаан (Qw)

$$Q_w = V w \times (h_w - h_{wa}) \quad (\text{kJ/h})$$

V w : Экономайзерын өмнөх тэжээл усны урсгал хэмжээ (kg/h)

h w : Тэжээл усны дулаан агуулалт харьцаа (kJ/kg)

h wa : Агаарын температурт бий болох дулаан агуулалтын харьцаа (kJ/kg)

* h w, h wa бол ханасан уурын хүснэгтнээс олж авах.

* Шахагдсан усны тухайд хэт халсан уурын хүснэгтээс дундажаар олж авах.

7

Ханасан уурын хүснэгт (Хэвийн температурт)

Темп Даралт (Бодит даралт) Дулаан агуулалтын харьцаа
Ус Уур Уур үүсэлт далд дулаан

Temp t °C	Pressure P _r MPa	Specific volume v ^r	m ³ /kg v ^r	Specific enthalpy h ^r kJ/kg	h ^r	h ^r	r = h ^r - h ^r
0.00	0.6108410	0.00100022	205.205	-0.042	2501.6	2501.6	
0.01	0.5112	0.00100022	205.163	0.001	2501.6	2501.6	
2	0.7025	0.00100009	179.303	8.387	2505.2	2496.8	8.4
4	0.8129	0.00100003	157.272	19.305	2508.9	2492.1	16.8
6	0.9346	0.00100004	137.779	28.208	2512.6	2487.4	25.2
8	1.0720	0.00100012	120.966	35.015	2516.2	2482.6	33.6
10	1.2279	0.00100025	106.450	41.394	2519.9	2477.9	42.0
12	1.4014	0.00100044	93.854	46.377	2523.6	2473.2	50.4
14	1.5973	0.00100069	82.897	50.704	2527.2	2468.5	58.8
16	1.8168	0.00100100	73.242	54.227	2530.8	2463.9	67.2
18	2.0594	0.00100133	65.287	57.048	2534.5	2459.5	75.6
20	2.3356	0.00100172	58.753	59.365	2538.2	2455.3	84.0
22	2.6422	0.00100216	53.354	61.285	2541.8	2451.6	92.4
24	2.9811	0.00100266	48.920	62.820	2545.5	2448.2	100.8
26	3.3527	0.00100315	45.343	64.047	2549.1	2445.0	109.2
28	3.7789	0.00100371	42.426	65.026	2552.7	2442.0	117.6
30	4.2415	0.00100431	39.929	65.704	2556.4	2439.7	126.0
32	4.7414	0.00100491	37.794	66.141	2560.0	2438.0	134.4

Оновчит даралт = Кээжийн даралт + Агаарын даралт (0.101MPa)

8

2. Гарах дулаан (1) Уур (Qs)

$$Q_s = V s \times (h_s - h_{wa})$$

Qs: Уурын дулаан (kJ)

Vs: Уурын урсгал дулаан (kg/h)

(НОВ: Зуухаар дамжих халуун усны урсгал хэмжээ)

hs: Уурын дулаан агуулалтын харьцаа (kJ/kg)

(НОВ: Зуухнаас гарах амны халуун усны дулаан агуулалтын харьцаа)

hwa: Агаарын температурт дах усны дулаан агуулах харьцаа (kJ/kg)

*hs бол зуухны гарах талын уурын температур эсвэл уурын даралтаас ханасан уурын хүснэгтнээс нягтлах.

*Хэт халсан уурын үед темп болон даралтнаас хэт халсан уурын хүснэгтнээс нягтлах (Цахилгаан үүсгүүрийн зуух)

*НОВ-ний хувьд зуухны гарах талд халуун усны темп-аас ханасан уурын хүснэгтнээс нягтлагна.

9

(2) Цацруулгын дулаан алдагдал (QL)

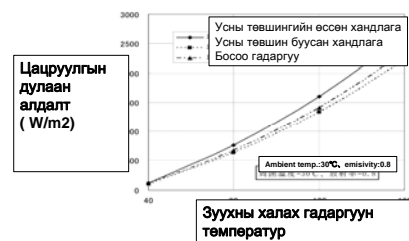
QL = (цацруулгын дулаан дамжуулалт) + (конвекцийн дулаан дамжуулалт)

Бодит байдал дээр доорхи графикийг хэрэглэвэл зуухны гадаргууны дулаанаас цацралтын дулааныг хэмжээг нягтлаж болдог.

$$Q_L = q_L \times A \times 3600 / 1000 \quad (\text{kJ/h})$$

qL : 1m² тутмын дулаан алдалт (W/m²)

A : Зуухны гадаргууны талбай (m²)



10

(3) Үнстэй алдагдах дулаан (Qash)

$$Q_{ash} = G_{ash} \times c_{ash} \times (T_{ash} - T_a) \quad (\text{kJ/h})$$

Gash : Үнс үүсэх хэмжээ (kg/h)

cash : Үнсний дулааны харьцаа (kJ/kg·°C) (=1.25kJ/kg·°C)

Tash : Үнс ялгарах температур (°C)

Ta : Агаарын температур (°C)

11

(4) Үнсэн доторх шатаагүй нүүрстөрөгчийн алдагдал (Qc)

$$Q_c = G_{ash} \times c \times 100 \times 32790 \quad (\text{kJ/h})$$

Gash : Үнс үүсэх хэмжээ (kg/h)

(c) : Үнсэн доторх шатаагүй нүүрстөрөгчийн агууламж(wt%)

32790: Нүүрстөрөгчийн шаталтын дулаан(kJ/kg)

12

(5) Дамжих усны дулаан алдагдал (Q_w)

$$Q_b = V_b \times (h_b - h_{wa}) \quad (\text{ k J / h })$$

V_b : Дамжих усны урсгал хэмжээ (kg / h)

h_b : Дамжих усны дулаан агууламжийн

харьцаа (kJ/kg)

* h_b бол дамжих усны температураар ханасан уурын хүснэгтнээс хягтлах.

13

(6) Утааны хийн дулаан алдагдал (Q_g)

$$Q_g = V_g \times c_{pg} \times (T_g - T_a) \quad (\text{ k J / h })$$

V_g : Утааны хийн урсгал хэмжээ ($\text{ Nm}^3/\text{h}$)

c_{pg} : Утааны хийн дулааны харьцаа ($\text{ k J/Nm}^3\text{C}$)

T_g : Утааны хийн температур ($^\circ\text{C}$)

Утааны хийн урсгал хэмжээний тооцоололт (V_g)

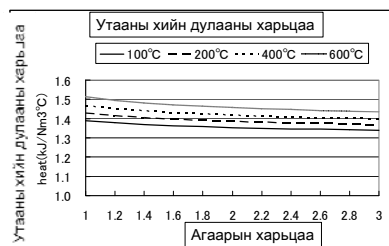
1. Түлшний онолын агаарын хэмжээг тооцоолох (A_0)
2. Утааны хийн доторх хүчилтөрөгчийн агууламжаар бодит байдал дах утааны хийн урсгал хэмжээг тооцоолно.

14

Утааны хийн дулааны харьцаа (c_{pg})

Утааны хийн найрлага ($\text{ N}_2, \text{ O}_2, \text{ CO}_2, \text{ H}_2\text{O}$)-наас тооцоолж болдог.

Бодиттойгоор доорх зурагны дундажийг ашиглаж болно.



15

Утааны хийн урсгал хэмжээ (V_g)

(1) Агаарын онолын хэмжээ (A_0)

A_0 бол түлшний бүрэн шаталтанд шаардлагатай хамгийн бага агаарын хэмжээ

$$A_0 = 8.89 \text{ C} + 26.7 (\text{ H} - \text{O} / 8) + 3.33 \text{ S} \quad (\text{ Nm}^3/\text{kg})$$

(2) Утааны хийн онолын хэмжээ (wet) (G_0)

G_0 бол агаарын онолын хэмжээ (A_0)-гээр шатсан үеийн Утааны хийн хэмжээ

$$G_0 = (1 - 0.21)A_0 + 1.867\text{C} + 11.2\text{H} + 0.7\text{S} + 1.244\text{W} + 0.8\text{N} \quad (\text{ Nm}^3/\text{kg})$$

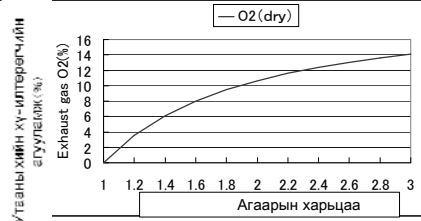
16

(3) Агаарын харьцаа (m)

$m = (\text{ бодит агаарын хэмжээ}) / (\text{ агаарын онолын хэмжээ } (A_0))$

(бодит агаарын хэмжээ) = $m \times A_0$

Агаарын харьцаа ~ Утааны хийн хүчилтөрөгчийн агууламжийн хамаарал



17

(4) Утааны хийн онолын хэмжээ (dry) (G_0')

G_0' бол агаарын онолын хэмжээгээр шатсан үед дэх утааны хийн хэмжээ юм. Гэвч G_0' бол утааны хийн доторх чийгийг хамаараагүй.

Ерөнхийдөө, утааны хийн хүчилтөрөгчийн агууламжийг хэмжих үед утааны хий доторх чийгийг байхгүй болгож байж хэмжилт хийдэг. (Жирконийн аргын хүчилтөрөгчийн агууламж хэмжигчийг тооцдоггүй)

Утааны хийн хүчилтөрөгчийн агуулжаар агаарын харьцааг тооцоолох үедээ утааны хийн хэмжээ болгож G_0' -г хэрэглэдэг.

$$G_0' = G_0 - (11.2\text{H} + 1.244\text{W}) \quad (\text{ Nm}^3/\text{kg})$$

18

(5) Утааны хийн урсгал хэмжээ (G)

$$G = G_0 + (m - 1) A_0 \quad (\text{Nm}^3/\text{kg})$$

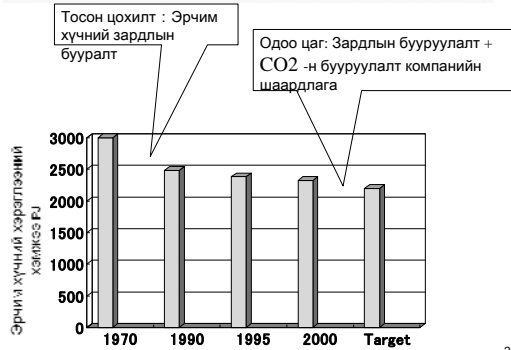
(6) Утааны хийн урсгал хэмжээ (Vg)

$$Vg = G \times F \quad (\text{Nm}^3/\text{h})$$

F: Нүүрсний хэрэглээний хэмжээ (kg/h)

Зуухны эрчим хүч хэмнэлтийн бодит жишээ

Япон ган төмөрлөгийн үйлдвэрийн эрчим хүчний хэрэглээний хэмжээ (Хамрагдсан: Япон ган төмөрлөгийн нийгэмлэг)

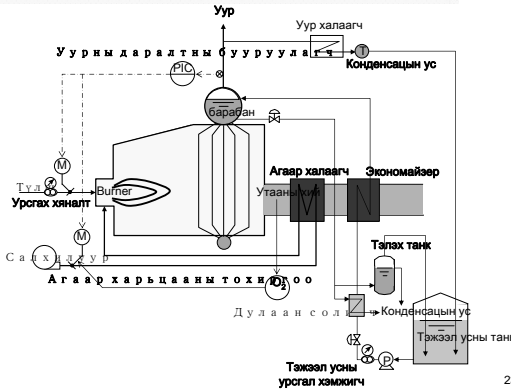


Японы түлшний хэрэглээ



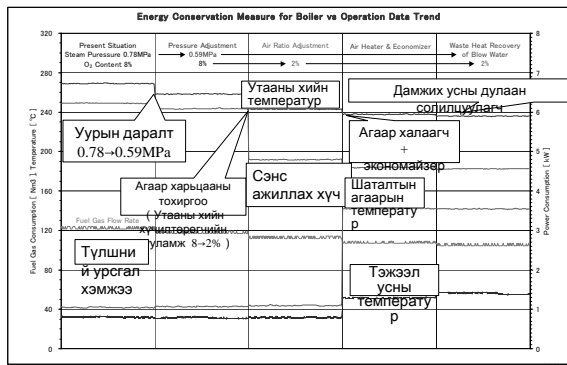
* Эрчим хүч хэмнэлтийн төв : Газрын тос солих (1997)
** Цахилгаан үүсгүүрийн зориулалтын түлшийг хасах: 230GL

Зуухны эрчим хүч хэмнэлтийн технологи



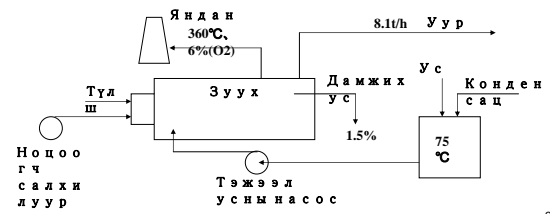
Зуухны эрчим хүч хэмнэлтийн технологи				
Технологи	Төхөөрөмж	Арга хэмжээнд шаардлагатай зардалын хэмжээ	Үр дүн	
1 Хэрэглээний зардалын хяналт	Түлш Тэжээлийн ус	Урсгал хэмжигч Урсгал хэмжигч	Дунд Дунд	Дунд Дунд
2 Усны чанарын хяналт		pH метр	Бага	Бага
3 Уурын даралт бууруулалт			Бага	Бага
4 Агаарын харьцаа хамгийн тохиромжит		O2 метр	Бага	Бага
5 Дулаан хадгалалтыг сайжруулах	Уурын хоолой Зуухны халах гадарга	Дулаан хадгалагч Дулаан хадгалагч	Бага Бага	Бага Бага
6 Дамжих усыг ашигласан дулааны эргэлт	Өндөр даралт Тэлэх уур Нам даралт Тэжээл усны нөөц дулаан	Тэлэх танк Дамжих хоолой Дулаан солилцуулагч	Дунд	Бага
7 Утааны хийн дулаан эргэлт	Агаар халаагч Тэжээл усны нөөц дулаан	Агаар халаагч Экономайзер	Их	Их
8 Конденсацийн эргэлт		Дамжих хоолой	Их	Их

Туршилтын зуухны ажиллагааны бүртгэл



Зуухны агаарын харьцааны тохиргоо

Зуухны хүчин чадал	10t/h
Уурын даралт	16kg/cm ²
Түлш	C-хүнд тос
Загвар	Цилиндр хэлбэрт зуухны төрөл
Экономайзер	байхгүй
Ноцоогч салхилуурын хүчин чадал	30kW
Конденсацийн эргэлтийн хувь	70%



Дулааны баланс		Дулааны хэмжээ (kW)	Эзлэх хувь(%)
Орох дулаан	Түлш шаталт	6819	89.2
	Түлшний бодит дулаан	38	0.5
	Агаарын бодит дулаан	65	0.9
	Тэжээл усны бодит дулаан	723	9.5
	Нийт дүн	7645	100.0
Гарах дулаан	Уур	6322	82.7
	Дамжих ус	28	0.4
	Утааны хий	1333	17.4
	Цацруулалтын алдагдал	18	0.2
	Нийт дүн	7702	100.7
Тодорхой бус дулаан	-57	-0.7	
Зуухны бүтээмж	82.1 %		
Түлшний зарцуулалт	633 L/h		

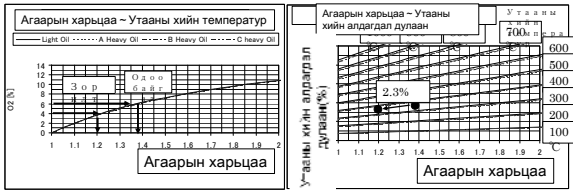
Японы эрчим хүч хэмнэлтийн хуульд буй зуухны агаарын харьцаа, утааны хийн температурын стандарт

Ангилал	Төхөөрөмжийн загвар(т)	Агаарын харьцаа			Утааны хийн температур (°C)		
		Хатуу түлш	Шингэн түлш	Хийн түлш	Хатуу түлш	Хийн түлш	
Стандарт	Цахилгаан үүсгүүрийн	75-100	1.05-1.2	1.05-1.1	-	145-110	
	Бусад	5t/h хуртлах	50-100	1.2-1.3	1.2-1.3	250	220
		5-10t/h	50-100	1.2-1.3	1.2-1.3	220	200
		10-30t/h	50-100	1.3-1.45	1.15-1.3	200	170
		30t/h дээш	50-100	1.3-1.45	1.1-1.2	200	170
Зорилт	Цахилгаан үүсгүүрийн	75-100	1.05-1.1	1.05-1.1	-	135-110	
	Бусад	5t/h хуртлах	50-100	1.15-1.3	1.15-1.25	200	180
		5-10t/h	50-100	1.15-1.3	1.15-1.25	180	160
		10-30t/h	50-100	1.2-1.3	1.15-1.25	180	140
		30t/h дээш	50-100	1.2-1.3	1.1-1.15	180	140

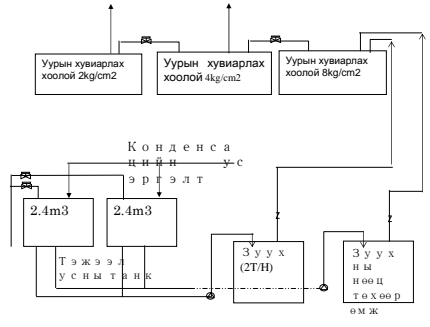
Эрчим хүч хэмнэлтийн бодлого

Агаарын харьцааны тохиргоо (1.38→1.2)

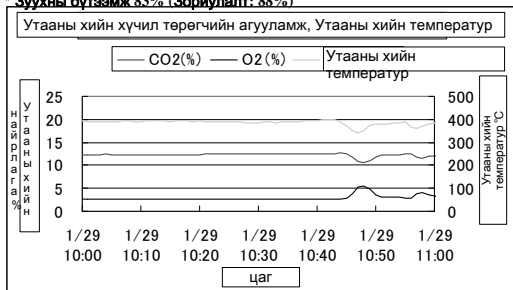
Үр дүн



Зуухны дулаан дамжуулах хоолойн бохирдол



- Утааны хийн хүчилтөрөгчийн агууламж 3% орчим бага байна.
- Утааны хийн температур нь 400°C орчим нэлээд өндөр (Зориулалт: 280°C).
- Зуухны дулаан дамжуулах хоолойн бохирдлоос болж бүтээмж нь доошилсон байна.
- * Зуухны бүтээмж 83% (Зориулалт: 88%)



31

Эрчим хүч хэмнэлтийн бодлого

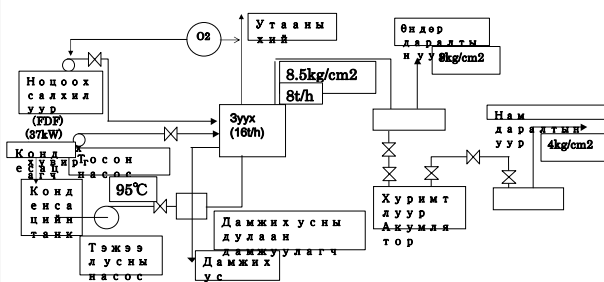
Зуухны тогооны трубаг цэвэрлэх

Үр дүн

Түлшний хэмнэлтийн үр дүн: 33kL/year
 Мөнгөн үр дүн: 957000ейн/жил
 (Газрын тосны үнэ: 29 ейн/л)

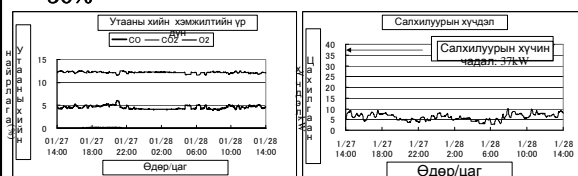
32

Зуухны ноцоох салхилуурын эргэх хувиргагчийн хяналтын үр дүн



33

Зуухны дундаж ачаалал: 50%



Үр дүн

(1) Өндөр зуухны бүтээмж: 91% дээш

(2) Салхилуурын хүчдэл: Эргэх хувиргагчийн хяналтаас хамаарах салхилуурын хүчдэл бол мотор хүчин чадлын 20%-г зарцуулж байна.

34

Алдагдлыг илрүүлэх нь

1. Төхөөрөмжийн хийцийн үзүүлэлтийг ойлгох
 Төхөөрөмжийн үзүүлэлтийг ойлгохгүй бол төхөөрөмж нь асуудалтай байна уу өөр шалтгаантай байна уу гэдэгт зөв дүгнэлт хийж чадахгүй.

- Хуучин тоног төхөөрөмжийн хувьд үзүүлэлт нь тодорхой бус байх нь олон байдаг. Тийм үед ашиггүй алдагдлын шалтгааныг нягталж үзэх шаардлагатай болдог.

*2. Ажиллагааны горим тодорхой болгож авах.

(1) Ажиллагааны горимын үзлэгийн үр дүнгийн ашиглалт
 Ажиллагааны горимыг үзүүлэлттэй харьцуулалт хийж тохирсон эсхийг дүгнэж чадна.

*Утааны дулаан эргэлтийн төхөөрөмжийн чадамж зэрэг

**Үзлэгийн үр дүн нь ашиглагдаж чадахгүй байх

тохиолдол их.

(2) Ажлын талбар дээрх ажиллагааны горимын шинжилгээгээр олж илрүүлсэн ашиглагдах боломжтой дулааныг хаячихаагүй эсхийг.

35

Ханасан уурын таблиц (Температур хэвийн нөхцөл)

Хэм °C	Үнэмлэхүй		Харьцангуй багтаамж			Энтальпи I/kg		比エントロピ s° kJ/kgK	
	даралт		v'	v''	h'	h''	r=h''-h'	s'	s''
0.00	0.6108×10 ⁻³	0.00100022	206.305	-0.042	2501.6	2501.6	-0.00015	9.15773	
0.01	0.6112	0.00100022	206.163	0.001	2501.6	2501.6	0.0000	9.15746	
2	0.7055	0.00100009	179.923	8.387	2505.2	2496.8	0.03059	9.10467	
4	0.8129	0.00100003	157.272	16.803	2508.9	2492.1	0.06106	9.05253	
6	0.9345	0.00100004	137.779	25.208	2512.6	2487.4	0.09128	9.00145	
8	1.0720	0.00100012	120.966	33.605	2516.2	2482.6	0.12126	8.95125	
10	1.2270	0.00100025	106.430	41.994	2519.9	2477.9	0.15099	8.90196	
12	1.4014	0.00100044	93.8354	50.377	2523.6	2473.2	0.18049	8.85355	
14	1.5973	0.00100069	82.8997	58.754	2527.2	2468.5	0.20976	8.80602	
16	1.8168	0.00100099	73.3842	67.127	2530.9	2463.8	0.23882	8.75933	
18	2.0624	0.00100133	65.9873	75.496	2534.5	2459.0	0.26766	8.71346	
20	2.3366	0.00100172	57.8383	83.862	2538.2	2454.3	0.29630	8.66840	
22	2.6422	0.00100216	51.4923	92.225	2541.8	2449.6	0.32473	8.62413	
24	2.9821	0.00100264	45.9260	100.587	2545.5	2444.9	0.35296	8.58062	
26	3.3597	0.00100316	41.0343	108.947	2549.1	2440.2	0.38100	8.53787	
28	3.7782	0.00100371	36.7276	117.305	2552.7	2435.4	0.40885	8.49586	
30	4.2415	0.00100431	32.9289	125.664	2556.4	2430.7	0.43651	8.45456	
32	4.7534	0.00100494	29.5724	134.021	2560.0	2425.9	0.46399	8.41396	
34	5.3180	0.00100561	26.6013	142.379	2563.6	2421.2	0.49128	8.37405	
36	5.9400	0.00100631	23.9671	150.736	2567.2	2416.4	0.51840	8.33430	
38	6.6240	0.00100704	21.6275	159.094	2570.8	2411.7	0.54535	8.29621	
40	7.3750	0.00100781	19.5461	167.452	2574.4	2406.9	0.57212	8.25826	
42	8.1985	0.00100861	17.6915	175.811	2577.9	2402.1	0.59873	8.22093	
44	9.1001	0.00100944	16.0365	184.171	2581.5	2397.3	0.62517	8.18421	
46	10.086	0.00101030	14.5572	192.531	2585.1	2392.5	0.65144	8.14809	
48	11.162	0.00101119	13.2329	200.893	2588.6	2387.7	0.67756	8.11255	
50	12.335	0.00101211	12.0457	209.256	2592.2	2382.9	0.70351	8.07757	
55	15.741	0.00101454	9.57837	239.168	2601.0	2370.8	0.76772	7.99255	
60	19.920	0.00101714	7.67853	251.091	2609.7	2358.6	0.83099	7.91081	
65	25.009	0.00101991	6.20228	272.025	2618.4	2346.3	0.89334	7.83217	
70	31.162	0.00102285	5.04627	292.972	2626.9	2334.0	0.95482	7.75647	
75	38.549	0.00102594	4.13410	313.936	2635.4	2321.5	1.01544	7.68353	
80	47.360	0.00102919	3.40909	334.916	2643.8	2308.8	1.07525	7.61322	
85	57.803	0.00103259	2.82861	355.917	2652.0	2296.1	1.13427	7.54537	
90	70.109	0.00103615	2.36130	376.939	2660.1	2283.2	1.19253	7.47987	
95	84.526	0.00103985	1.98222	397.988	2668.1	2270.2	1.25005	7.41658	
100	101.325	0.00104371	1.67300	419.064	2676.0	2256.9	1.30687	7.35538	
110	143.27	0.00105187	1.20994	461.315	2691.3	2230.0	1.41849	7.23880	
120	198.54	0.00106063	0.891524	503.719	2706.0	2202.2	1.52759	7.12928	
130	270.13	0.00107002	0.668136	546.305	2719.9	2173.6	1.63436	7.02606	
140	361.38	0.00108006	0.508493	589.104	2733.1	2144.0	1.73899	6.92844	
150	476.00	0.00109078	0.392447	632.149	2745.4	2113.2	1.84164	6.83578	
160	618.06	0.00110223	0.306756	675.474	2756.7	2081.3	1.94247	6.74749	
170	792.02	0.00111446	0.242553	719.116	2767.1	2047.9	2.04164	6.66303	
180	1.0027×10 ⁶	0.00112752	0.193800	763.116	2776.3	2013.1	2.13929	6.58189	
190	1.2551	0.00114151	0.156316	807.517	2784.3	1976.7	2.23558	6.50361	
200	1.5549	0.00115650	0.127160	852.371	2790.9	1938.6	2.33066	6.42776	
210	1.9077	0.00117260	0.104239	897.734	2796.2	1898.5	2.42467	6.35393	
220	2.3198	0.00118996	0.0860378	943.673	2799.9	1856.2	2.51779	6.28172	
230	2.7976	0.00120872	0.0714498	990.265	2802.0	1811.7	2.61017	6.21074	
240	3.3478	0.00122908	0.0596544	1037.60	2802.2	1764.6	2.70200	6.14059	
250	3.9776	0.00125129	0.0500374	1085.78	2800.4	1714.7	2.79348	6.07083	
260	4.6943	0.00127563	0.0421338	1134.94	2796.4	1661.5	2.88485	6.00097	
270	5.5058	0.00130250	0.0355680	1185.23	2789.9	1604.6	2.97635	5.93045	
280	6.4202	0.00133239	0.0301260	1236.84	2780.4	1543.6	3.06830	5.85863	
290	7.4461	0.00136595	0.0255351	1290.01	2767.6	1477.6	3.16108	5.78473	
300	8.5927	0.00140406	0.0216487	1345.05	2751.0	1406.0	3.25517	5.70312	
310	9.8700	0.00144797	0.0183339	1402.39	2730.0	1327.6	3.35119	5.62776	
320	11.289	0.00149950	0.0154798	1462.60	2703.7	1241.1	3.45000	5.54233	
330	12.863	0.00156147	0.0129894	1526.52	2670.2	1143.6	3.55283	5.44901	
340	14.603	0.00163872	0.0107804	1595.47	2626.2	1030.7	3.66162	5.34274	
350	16.535	0.00174112	0.0087991	1671.94	2567.7	895.7	3.78004	5.21766	
360	18.675	0.0018959	0.0069398	1764.2	2485.4	721.3	3.92102	5.06003	
370	21.054	0.0022136	0.0049728	1890.2	2342.8	452.6	4.11080	4.81439	
374.15	22.120	0.0031700	0.0031700	2107.4	2107.4	0.0	4.44286	4.44286	

Үнэмлэхүй
даралт

MPa	Хэм t_s °C	Харьцангуй багтаамж		Энтальпи kJ/kg			比エントロピー kJ/kgK	
		v'	v''	h'	h''	$r=h''-h'$	s'	s''
2×10^{-3}	17.513	0.00100124	67.0061	73.457	2533.6	2460.2	0.26065	8.72456
4	28.963	0.00100400	34.8022	121.412	2554.5	2433.1	0.42246	8.47548
6	36.18	0.00100637	23.7410	151.502	2567.5	2416.0	0.52088	8.33124
8	41.53	0.00100842	18.1046	173.865	2577.1	2403.2	0.59255	8.22956
10	45.83	0.00101023	14.6746	191.832	2584.8	2392.9	0.64925	8.15108
12	49.45	0.00101186	12.3619	206.938	2591.2	2384.3	0.69634	8.08721
14	52.57	0.00101334	10.6942	220.022	2596.7	2376.7	0.73669	8.03338
16	55.34	0.00101471	9.43314	231.595	2601.6	2370.0	0.77207	7.98687
18	57.83	0.00101599	8.44521	241.994	2605.9	2363.9	0.80360	7.94595
20	60.09	0.00101719	7.64977	251.453	2609.9	2358.4	0.83207	7.90943
30	69.12	0.00102232	5.22930	289.302	2625.4	2336.1	0.94411	7.76953
40	75.89	0.00102651	3.99342	317.650	2636.9	2319.2	1.02610	7.67089
50	81.35	0.00103009	3.24022	340.564	2646.0	2305.4	1.09121	7.59472
60	85.95	0.00103326	2.73175	359.925	2653.6	2293.6	1.14544	7.53270
70	89.96	0.00103612	2.36473	376.768	2660.1	2283.3	1.19205	7.48040
80	93.51	0.00103874	2.08696	391.722	2665.8	2274.0	1.23301	7.43519
90	96.71	0.00104116	1.86919	405.207	2670.9	2265.6	1.26960	7.39538
100×10^{-3}	99.63	0.00104342	1.69373	417.510	2675.4	2257.9	1.30271	7.35932
101.325	100.00	0.00104371	1.67300	419.064	2676.0	2256.9	1.30687	7.35538
110	102.32	0.00104554	1.54924	428.843	2679.6	2250.8	1.33297	7.32769
120	104.81	0.00104755	1.42813	439.362	2683.4	2244.1	1.36087	7.29839
140	109.32	0.00105129	1.23633	458.417	2690.3	2231.9	1.41093	7.24655
160	113.32	0.00105471	1.09111	475.375	2696.2	2220.9	1.45498	7.20169
180	116.93	0.00105788	0.977227	490.696	2701.5	2210.8	1.49439	7.16217
200	120.23	0.00106048	0.885441	504.700	2706.3	2201.6	1.53008	7.12683
300	133.54	0.00107350	0.605562	561.429	2724.7	2163.2	1.67164	6.99090
400	143.62	0.00108387	0.462224	604.670	2737.6	2133.0	1.77640	6.89433
500	151.84	0.00109284	0.374676	640.115	2747.5	2107.4	1.86036	6.81919
600	158.84	0.00110086	0.315474	670.422	2755.5	2085.0	1.93083	6.75754
700	164.96	0.00110819	0.272681	697.061	2762.0	2064.9	1.99181	6.70518
800	170.41	0.00111498	0.240257	720.935	2767.5	2046.5	2.04572	6.65960
900	175.36	0.00112135	0.214812	742.644	2772.1	2029.5	2.09414	6.61917
1.0×10^6	179.88	0.00112737	0.194293	762.605	2776.2	2013.6	2.13817	6.58281
1.1	184.04	0.00113309	0.177384	781.124	2779.7	1998.5	2.17861	6.54973
1.2	187.96	0.00113858	0.163200	798.430	2782.7	1984.3	2.21606	6.51936
1.3	191.61	0.00114385	0.151127	814.700	2785.4	1970.7	2.25095	6.49126
1.4	195.04	0.00114893	0.140721	830.073	2787.8	1957.7	2.28366	6.46509
1.5	198.29	0.00115386	0.131656	844.663	2789.9	1945.2	2.31447	6.44059
1.6	201.37	0.00115864	0.123686	858.561	2791.7	1933.2	2.34361	6.41753
1.8	207.11	0.00116783	0.110317	884.573	2794.8	1910.3	2.39762	6.37507
2.0	212.37	0.00117661	0.0995361	908.588	2797.2	1888.6	2.44686	6.33665
3.0	233.84	0.00121634	0.0666261	1008.35	2802.3	1793.9	2.64550	6.18372
4.0	250.33	0.00125206	0.0497493	1087.40	2800.3	1712.9	2.79652	6.06851
5.0	263.91	0.00128582	0.0394285	1154.47	2794.2	1639.7	2.92060	5.97349
6.0	275.55	0.00131868	0.0324378	1213.69	2785.0	1571.3	3.02730	5.89079
8.0	294.97	0.00138424	0.0235253	1317.10	2759.9	1442.8	3.20762	5.74710
10.0	310.96	0.00145256	0.0180413	1408.04	2727.7	1319.7	3.36055	5.61980
12.0	324.65	0.00152676	0.0142830	1491.77	2689.2	1197.4	3.49718	5.50022
14.0	336.64	0.00161063	0.0114950	1571.64	2642.4	1070.7	3.62424	5.38026
16.0	347.33	0.00171031	0.0093075	1650.54	2584.9	934.3	3.74710	5.25314
18.0	356.96	0.0018399	0.0074977	1734.8	2513.9	779.1	3.87654	5.11277
20.0	365.70	0.0020370	0.0058765	1826.5	2418.3	591.9	4.01487	4.94120
22.0	373.69	0.0026709	0.0037265	2011.0	2195.4	184.4	4.29451	4.57957
22.556	374.15	0.0031700	0.0031700	2107.4	2107.4	0.0	4.44286	4.44286

Хэт халсан уурын таблиц (1)

Үнэмлэхүй
даралт

		Температур													
		t °C													
		60	80	100	120	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
0.01		15.336	15.801	17.195	18.123	19.512	21.825	24.136	26.445	28.754	31.062	33.371	35.679	37.987	40.295
		2611.6	2649.5	2687.5	2725.6	2783.1	2879.6	2977.4	3076.6	3177.3	3279.6	3383.5	3489.1	3596.5	3705.5
		8.2334	8.3439	8.4486	8.5481	8.6888	8.9045	9.1010	9.2820	9.4504	9.6083	9.7572	9.8984	10.0329	10.1616
0.02	0.0010171		8.117	8.585	9.051	9.748	10.907	12.064	13.219	14.374	15.529	16.684	17.838	18.992	20.146
	251.1	2648.0	2686.3	2724.6	2782.3	2879.2	2977.1	3076.4	3177.2	3279.4	3383.4	3489.0	3596.4	3705.4	
	0.8310	8.0206	8.1261	8.2262	8.3676	8.5839	8.7806	8.9618	9.1303	9.2882	9.4372	9.5748	9.7130	9.8416	
0.03	0.0010171		5.401	5.714	6.027	6.493	7.268	8.040	8.811	9.581	10.351	11.121	11.891	12.661	13.430
	251.1	2646.5	2683.3	2723.6	2781.6	2878.7	2976.8	3076.1	3176.9	3279.3	3383.3	3488.9	3596.3	3705.4	
	0.8310	7.8300	7.9363	8.0370	8.1791	8.3960	8.5930	8.7744	8.9430	9.1010	9.2499	9.3912	9.5257	9.6544	
0.04	0.0010171		4.042	4.279	4.515	4.866	5.448	6.028	6.606	7.185	7.762	8.340	8.918	9.495	10.072
	251.1	2644.9	2682.6	2722.6	2780.8	2878.2	2975.5	3075.9	3176.8	3279.1	3383.1	3488.8	3596.2	3705.4	
	0.8310	7.6937	7.8009	7.9023	8.0450	8.2624	8.4598	8.6413	8.8100	8.9680	9.1170	9.2583	9.3929	9.5216	
0.05	0.0010171		0.0010292	3.418	3.607	3.889	4.356	4.821	5.284	5.747	6.209	6.671	7.133	7.595	8.057
	251.1	334.9	2682.6	2721.6	2780.1	2877.7	2976.1	3075.7	3176.5	3279.0	3383.0	3488.7	3596.1	3705.2	
	0.8310	1.0753	7.6953	7.7972	7.9406	8.1587	8.3564	8.5380	8.7068	8.8649	9.0139	9.1552	9.2898	9.4185	
0.06	0.0010171		0.0010292	2.844	3.002	3.238	3.628	4.016	4.402	4.788	5.174	5.559	5.944	6.329	6.714
	251.1	334.9	2681.3	2720.6	2779.4	2877.3	2975.8	3075.4	3176.4	3278.8	3382.9	3488.6	3596.0	3705.1	
	0.8310	1.0752	7.6085	7.7111	7.8551	8.0738	8.2718	8.4536	8.6224	8.7805	8.9296	9.0710	9.2056	9.3343	
0.08	0.0010171		0.0010292	2.126	2.246	2.425	2.718	3.010	3.300	3.590	3.879	4.168	4.457	4.746	5.035
	251.1	334.9	2678.8	2718.6	2777.8	2876.3	2975.2	3075.0	3176.0	3278.5	3382.6	3488.4	3595.8	3705.0	
	0.8310	1.0752	7.4703	7.5742	7.7195	7.9395	8.1381	8.3202	8.4892	8.6475	8.7966	8.9380	9.0727	9.2014	
0.1	0.0010171		0.0010292	1.696	1.793	1.936	2.172	2.406	2.639	2.871	3.102	3.334	3.565	3.797	4.028
	251.2	335.0	2676.2	2716.5	2776.3	2875.4	2974.5	3074.5	3175.6	3278.2	3382.4	3488.1	3595.6	3704.8	
	0.8309	1.0752	7.3618	7.4670	7.6137	7.8349	8.0342	8.2166	8.3858	8.5442	8.6934	8.8348	8.9695	9.0982	
0.15	0.0010171		0.0010291	0.0010437	1.188	1.285	1.444	1.691	1.912	2.167	2.422	2.677	2.932	3.187	3.442
	251.2	335.0	419.1	503.7	2711.2	2772.5	2872.9	2972.9	3073.3	3174.7	3277.5	3381.7	3487.6	3593.1	3704.4
	0.8309	1.0752	1.3068	7.2693	7.4194	7.6439	7.8447	8.0280	8.1976	8.3562	8.5056	8.6472	8.7819	8.9108	
0.2	0.0010171		0.0010291	0.0010437	0.0010606	0.9595	1.080	1.199	1.316	1.433	1.549	1.665	1.781	1.897	2.013
	251.2	335.0	419.1	503.7	2768.5	2870.5	2971.2	3072.1	3173.8	3276.5	3381.0	3487.0	3594.6	3703.9	
	0.8309	1.0752	1.3068	1.5276	7.2794	7.5072	7.7096	7.8937	8.0638	8.2226	8.3722	8.5139	8.6487	8.7776	
0.3	0.0010170		0.0010291	0.0010436	0.0010606	0.6337	0.7164	0.7964	0.8753	0.9535	1.031	1.109	1.187	1.264	1.341
	251.3	335.1	419.2	503.8	2760.4	2865.5	2967.9	3069.7	3171.9	3275.2	3379.8	3486.0	3593.7	3703.2	
	0.8308	1.0751	1.3068	1.5275	7.0771	7.3119	7.5176	7.7034	7.8744	8.0338	8.1838	8.3257	8.4608	8.5898	
0.4	0.0010170		0.0010290	0.0010436	0.0010605	0.4707	0.5343	0.5952	0.6549	0.7139	0.7725	0.8309	0.8892	0.9474	1.005
	251.4	335.2	419.3	503.9	2752.0	2860.4	2964.5	3067.2	3170.0	3273.6	3378.5	3484.9	3591.1	3702.3	
	0.8308	1.0750	1.3066	1.5274	6.9285	7.1708	7.3800	7.5675	7.7395	7.8994	8.0497	8.1919	8.3271	8.4563	
0.5	0.0010169		0.0010290	0.0010435	0.0010605	0.0010908	0.4250	0.4744	0.5225	0.5701	0.6172	0.6640	0.7108	0.7574	0.8039
	251.5	335.3	419.4	503.9	632.2	2855.1	2961.1	3064.8	3168.1	3272.1	3377.2	3483.8	3591.8	3701.5	
	0.8307	1.0750	1.3066	1.5273	1.8416	7.0592	7.2721	7.4614	7.6343	7.7948	7.9454	8.0879	8.2233	8.3526	
0.6	0.0010169		0.0010289	0.0010434	0.0010604	0.0010907	0.3520	0.3939	0.4344	0.4742	0.5136	0.5528	0.5918	0.6308	0.6696
	251.6	335.4	419.4	504.0	632.2	2849.7	2957.6	3052.3	3156.2	3261.2	3370.6	3482.7	3590.9	3700.7	
	0.8307	1.0749	1.3065	1.5272	1.8415	6.9662	7.1829	7.3740	7.5479	7.7090	7.8600	8.0027	8.1383	8.2678	
0.8	0.0010168		0.0010288	0.0010433	0.0010603	0.0010906	0.2680	0.2932	0.3241	0.3543	0.3842	0.4137	0.4432	0.4725	0.5017
	251.7	335.5	419.5	504.1	632.3	2838.6	2950.4	3057.3	3162.4	3267.5	3374.4	3483.0	3591.6	3699.1	
	0.83064	1.0748	1.3063	1.5270	1.8413	6.8148	7.0397	7.2348	7.4107	7.5729	7.7246	7.8678	8.0038	8.1336	
1.0	0.0010167		0.0010287	0.0010432	0.0010602	0.0010904	0.2059	0.2327	0.2580	0.2824	0.3065	0.3303	0.3540	0.3775	0.4010
	251.9	335.7	419.7	504.3	632.5	2826.8	2943.0	3052.1	3158.5	3264.4	3370.8	3478.3	3586.1	3694.4	
	0.8305	1.0746	1.3062	1.5269	1.8411	6.6522	6.9259	7.1251	7.3031	7.4655	7.6190	7.7627	7.8991	8.0292	
1.2	0.0010166		0.0010286	0.0010431	0.0010601	0.0010903	0.1692	0.1924	0.2139	0.2345	0.2547	0.2747	0.2945	0.3142	0.3338
	252.1	335.8	419.9	504.4	632.6	2814.4	2935.4	3046.9	3154.6	3261.3	3368.2	3476.1	3584.2	3692.8	
	0.8304	1.0745	1.3060	1.5267	1.8408	6.5872	6.8505	7.0342	7.2144	7.3790	7.5323	7.6765	7.8132	7.9436	
1.4	0.0010165		0.0010285	0.0010430	0.0010599	0.0010901	0.1429	0.1635	0.1823	0.2002	0.2177	0.2349	0.2520	0.2690	0.2859
	252.2	336.0	420.0	504.6	632.7	2801.4	2927.6	3041.6	3150.7	3258.2	3365.6	3473.9	3583.3	3694.1	
	0.8302	1.0744	1.3058	1.5265	1.8406	6.4941	6.7477	6.9561	7.1386	7.3045	7.4585	7.6032	7.7404	7.8710	
1.6	0.0010164		0.0010284	0.0010429	0.0010598	0.0010900	0.0011564	0.1419	0.1587	0.1745	0.1900	0.2051	0.2202	0.2351	0.2499
	252.4	336.1	420.2	504.7	632.8	852.4	2919.4	3036.2	3146.7	3255.0	3363.0	3471.7	3581.4	3692.5	
	0.8301	1.0742	1.3057	1.5263	1.8404	2.3306	6.6740	6.8873	7.0723	7.2394	7.3942	7.5395	7.6770	7.8080	

Дээд шат : Харьцангуй багтаамж (m³/kg)

Дунд шат : Харьцангуй энтальпи (kJ/kg)

Доод шат : Харьцангуй энтропи (kJ/kg)

Хэт халсан уурын таблиц (2)

Үнэмлэхүй
даралт

		Температур													
		t °C													
		60	80	100	120	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
1.8	0.0010163	0.0010283	0.0010428	0.0010597	0.0010899	0.0011562	0.1250	0.1402	0.1546	0.1684	0.1954	0.2219	0.2481	0.2742	
	252.6 0.8300	336.3 1.0741	420.3 1.3055	504.8 1.5261	633.0 1.8402	852.5 2.3303	2911.0 6.6071	3030.7 6.8257	3142.7 7.0131	3251.9 7.1816	3469.5 7.4830	3690.9 7.7522	3917.7 7.9981	4150.3 8.2256	
2.0	0.0010162	0.0010282	0.0010427	0.0010596	0.0010897	0.0011560	0.1114	0.1255	0.1386	0.1511	0.1756	0.1995	0.2232	0.2467	
	252.7 0.8299	336.5 1.0740	420.5 1.3054	505.0 1.5260	633.1 1.8399	852.6 2.3300	2902.4 6.5454	3025.0 6.7696	3138.6 6.9596	3248.7 7.1295	3467.3 7.4323	3689.2 7.7022	3916.5 7.9485	4149.4 8.1763	
2.5	0.0010160	0.0010280	0.0010425	0.0010593	0.0010894	0.0011555	0.08699	0.09893	0.1098	0.1200	0.1399	0.1592	0.1783	0.1971	
	253.2 0.8297	336.9 1.0736	423.9 1.3050	505.3 1.5255	633.4 1.8394	852.8 2.3292	2879.5 6.4077	3010.4 6.6470	3128.2 6.8442	3240.7 7.0178	3461.7 7.3240	3665.1 7.5956	3913.4 7.8431	4147.0 8.0716	
3.0	0.0010158	0.0010278	0.0010422	0.0010590	0.0010890	0.0011550	0.07055	0.08116	0.09053	0.09931	0.1161	0.1323	0.1483	0.1641	
	253.6 0.8294	337.3 1.0733	421.2 1.3046	505.7 1.5251	633.7 1.8388	853.0 2.3284	2854.8 6.2857	2995.1 6.5422	3117.5 6.7471	3232.5 6.9246	3456.2 7.2345	3681.0 7.5079	3913.0 7.7564	4144.7 7.9857	
4.0	0.0010153	0.0010273	0.0010417	0.0010584	0.0010883	0.0011540	0.0012512	0.05883	0.06645	0.07338	0.08634	0.09876	0.1109	0.1229	
	254.4 0.8289	338.1 1.0726	422.0 1.3038	506.4 1.5241	634.3 1.8377	853.4 2.3268	1085.8 2.7934	2962.0 6.3642	3095.1 6.5870	3215.7 6.7733	3445.0 7.0909	3672.8 7.3680	3904.1 7.6187	4142.9 7.8495	
5.0	0.0010149	0.0010268	0.0010412	0.0010579	0.0010877	0.0011530	0.0012494	0.04530	0.05194	0.05779	0.06849	0.07862	0.08845	0.09809	
	255.3 0.8283	338.8 1.0720	422.7 1.3030	507.1 1.5233	635.0 1.8366	853.8 2.3253	1085.8 2.7910	2925.5 6.2105	3071.2 6.4545	3198.3 6.6508	3433.7 6.9770	3664.5 7.2578	3897.9 7.5108	4135.3 7.7431	
7.0	0.0010140	0.0010259	0.0010401	0.0010567	0.0010863	0.0011510	0.0012458	0.02946	0.03523	0.03992	0.04809	0.05559	0.06279	0.06980	
	256.9 0.8273	340.4 1.0707	424.2 1.3015	508.5 1.5215	636.2 1.8345	854.6 2.3222	1085.8 2.7862	2839.4 5.9327	3018.7 6.2333	3161.2 6.4536	3410.6 6.7993	3647.9 7.0880	3885.4 7.3456	4126.0 7.5808	
10	0.0010127	0.0010245	0.0010386	0.0010551	0.0010843	0.0011480	0.0012406	0.0013979	0.02242	0.02641	0.03276	0.03832	0.04355	0.04858	
	259.4 0.8257	342.8 1.0687	426.5 1.2992	510.6 1.5188	638.1 1.8312	855.9 2.3176	1085.8 2.7792	1343.4 3.2488	2925.8 5.9489	3099.9 6.2182	3374.6 6.5994	3622.7 6.9013	3866.8 7.1650	4112.0 7.4053	
15	0.0010105	0.0010221	0.0010361	0.0010523	0.0010811	0.0011433	0.0012324	0.0013779	0.01146	0.01566	0.02080	0.02488	0.02859	0.03209	
	263.6 0.8230	346.8 1.0655	430.3 1.2954	514.2 1.5144	641.3 1.8259	858.1 2.3102	1086.2 2.7680	1338.3 3.2278	2694.8 5.4467	2979.1 5.8876	3310.6 6.3487	3579.8 6.6764	3835.4 6.9536	4088.6 7.2013	
20	0.0010083	0.0010199	0.0010337	0.0010497	0.0010779	0.0011387	0.0012247	0.0013606	0.001666	0.009947	0.01477	0.01816	0.02111	0.02385	
	267.8 0.8204	350.8 1.0623	434.0 1.2916	517.7 1.5101	644.4 1.8207	860.4 2.3030	1086.7 2.7574	1334.3 3.2089	1647.2 3.7308	2820.5 5.5585	3241.1 6.1456	3535.5 6.5043	3803.8 6.7953	4053.3 7.0511	
25	0.0010062	0.0010177	0.0010313	0.0010470	0.0010748	0.0011343	0.0012175	0.0013453	0.001600	0.006014	0.01113	0.01413	0.01663	0.01891	
	272.0 0.8178	354.8 1.0591	437.8 1.2879	521.3 1.5059	647.7 1.8156	862.8 2.2959	1087.5 2.7472	1331.1 3.1916	1625.1 3.6824	2582.0 5.1455	3165.9 5.9655	3489.9 6.3904	3771.9 6.6664	4041.9 6.9306	
30	0.0010041	0.0010155	0.0010289	0.0010445	0.0010718	0.0011301	0.0012107	0.0013316	0.001554	0.002831	0.008681	0.01144	0.01365	0.01562	
	276.1 0.8153	358.7 1.0560	441.6 1.2843	524.9 1.5017	650.9 1.8105	865.2 2.2891	1088.4 2.7373	1328.7 3.1757	1610.0 3.6455	2161.8 4.4896	3085.0 5.7972	3443.0 6.2340	3739.7 6.5550	4018.5 6.8288	
40	0.001001	0.0010112	0.0010244	0.0010395	0.0010660	0.0011220	0.0011981	0.0013077	0.001490	0.001909	0.005616	0.009088	0.009930	0.01152	
	284.5 0.8102	366.7 1.0498	449.2 1.2771	532.1 1.4935	657.4 1.8007	870.2 2.2758	1090.8 2.7188	1325.4 3.1469	1589.7 3.5885	1934.1 4.1190	2906.8 5.4762	3346.4 6.0135	3674.8 6.3701	3971.7 6.6606	
50	0.0009961	0.0010071	0.0010200	0.0010347	0.0010605	0.0011144	0.0011866	0.0012874	0.001444	0.001729	0.003882	0.006111	0.007720	0.009076	
	292.8 0.8052	374.7 1.0438	456.8 1.2701	539.4 1.4856	664.1 1.7912	875.4 2.2632	1093.6 2.7015	1323.7 3.1213	1576.4 3.5436	1877.7 4.0083	2723.0 5.1782	3248.3 5.8207	3610.2 6.2138	3925.3 6.5222	
60	0.0009923	0.0010031	0.0010157	0.0010301	0.0010552	0.0011073	0.0011761	0.0012698	0.001408	0.001632	0.002952	0.004835	0.006269	0.007460	
	301.1 0.8002	382.6 1.0379	464.5 1.2633	546.6 1.4778	670.7 1.7820	880.8 2.2511	1096.9 2.6851	1323.2 3.0981	1567.1 3.5059	1847.3 3.9383	2570.6 4.9374	3151.6 5.6477	3547.0 6.0775	3879.6 6.4031	
70	0.0009885	0.0009992	0.0010116	0.0010257	0.0010501	0.0011005	0.0011663	0.012541	0.001379	0.001567	0.002467	0.003972	0.005257	0.006321	
	309.3 0.7953	390.6 1.0321	472.1 1.2566	553.9 1.4703	677.5 1.7731	886.3 2.2394	1100.5 2.6697	1323.6 3.0767	1560.6 3.4730	1827.8 3.8855	2467.1 4.7688	3060.4 5.4931	3486.3 5.9562	3826.6 6.2782	
80	0.0009849	0.0009954	0.0010076	0.0010214	0.0010452	0.0010941	0.0011573	0.0012401	0.001355	0.001518	0.002188	0.003379	0.004519	0.005480	
	317.6 0.7904	398.5 1.0264	479.7 1.2501	561.3 1.4629	684.3 1.7644	891.9 2.2281	1104.4 2.6550	1324.7 3.0570	1555.9 3.4436	1814.2 3.8425	2397.4 4.6488	2980.3 5.3595	3428.7 5.8470	3792.8 6.2034	
90	0.0009813	0.0009918	0.0010037	0.0010172	0.0010405	0.0010880	0.0011488	0.0012273	0.001334	0.001479	0.002013	0.002967	0.003964	0.004841	
	325.8 0.7856	406.5 1.0207	487.4 1.2436	568.6 1.4557	691.1 1.7559	897.7 2.2172	1108.6 2.6409	1326.4 3.0385	1552.7 3.4169	1804.6 3.8059	2349.9 4.5602	2913.5 5.2468	3374.6 5.7479	3752.4 6.1179	
100	0.0009779	0.0009882	0.0009999	0.0010132	0.0010359	0.0010821	0.0011407	0.0012155	0.001315	0.001446	0.001893	0.002668	0.003536	0.004341	
	334.0 0.7808	414.4 1.0152	495.1 1.2373	576.0 1.4486	698.0 1.7476	903.5 2.2067	1113.0 2.6275	1326.6 3.0210	1550.6 3.3922	1797.6 3.7738	2316.1 4.4913	2857.5 5.1505	3324.4 5.6579	3714.3 6.0397	

Дээд шат : Харьцангуй багтаамж (m³/kg)

Дунд шат : Харьцангуй энтальпи (kJ/kg)

Доод шат : Харьцангуй энтропи (kJ/kg)

5. Зуухны бүтээмжийн өдөр тутмын хяналт

2010. 9

1

Зуухны бүтээмжийн өдөр тутмын хяналт(1)

Нэр төрөл	Хяналт	Тайлбар
Түлшний зарцуулалтын нэгж	Ерөнхий чиг хандлагаас өөрчлөлтийн шалтгааныг судлах	
Шатах агаарын урсгалын хэмжээ	Сайн шаталтанд шаардагдах хамгийн бага агаараар хангана.	Шатах агаар нэмэгдснээр Утааны хийн урсгал хэмжээ нь ихэсдэг
Утааны хийн температур	Ерөнхий чиг хандлагаас өөрчлөлтийн шалтгааныг судлах	Дэвшилх : Үнсний бөөгнөрөл, шүүлтүүрийн эвдрэл Доошлох: Шатах агаарын нэмэгдэлт, тугээх дулааны хэмийн бууралт зэрэг
Урсах усны урсгалын хэмжээ	Урсах усны урсгалын хэмжээ бол усны шинжилгээний үр дүн нь хяналтын цар хүрээнд байхаар тогтооно.	Урсах усны урсгалын хэмжээг хамгийн боломжит бага дундаж болгож чадснаар зуухны бүтээмж дээшилнэ.

2

Зуухны бүтээмжийн өдөр тутмын хяналт(1)

Нэр төрөл	Хяналт	Тайлбар
Түлш	Нүүрсний төрлөөс хамааруулж тохирох шаталтыг барихын тулд нөхцөл байдлыг сайтар баталгаажуулж авах.	
Үнсэн дундах бүрэн шатаагүй нүүрсстөрөгч	Нүүрсний төрлөөс хамааруулж тохирох шаталтыг барихын тулд нөхцөл байдлыг сайтар баталгаажуулж авах.	
Шүүлтүүр	Шүүлтүүрт шүүгдсний дараах Утааны хийн температурыг нягталж үзэх.	

3

1. Түлш зарцуулалтын нэгж

Түлш зарцуулалтын нэгж (kg/t · steam)=
(Нүүрс зарцуулалтын хэмжээ (kg/day))/(Уур гаргах хэмжээ (t/day))

Түлш зарцуулалтын хэмжээ нь зуухны бүтээмжийг илэрхийлдэг.

Түлш зарцуулалтын нэгж нь нэмэгдсэн үед дулаан алдалт нь ихэсдэг.

Тэр үед доорхи арга хэмжээг авна.

1. Шалтгааныг нь олж тогтоох
2. Арга хэмжээ авч өндөр бүтээмжтэй болгох.

Түлшний дулаан үүсгэх хэмжээний давтамжинд өөрчлөлт гарсан үед.

Түлш зарцуулалтын нэгж (MJ/t · steam)=
(Нүүрсний шатаалтын хэмжээ (kg/day)) × хамгийн бага дулаан үүсгэх хэмжээ (MJ/kg) / (Уур үүсгэх хэмжээ (t/day))

4

2. Утааны хийн дулаан алдалт

(1) Утааны хийн урсгал хэмжээ

$$G = G_0 + (m-1) A_0 \quad (\text{Nm}^3/\text{kg})$$

G: Утааны хийн урсгал хэмжээ (Nm³/kg)
G₀: Утааны хийн онолын хэмжээ (чийгшил) (Nm³/kg)
m: Илүүдэл агаар (-)
A₀: Агаарын онолын хэмжээ (Nm³/kg)

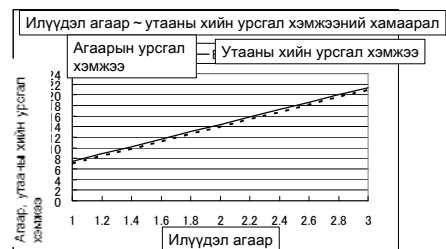
Утааны хийн урсгалын хэмжээ нь Илүүдэл агаарны өсөлтөөс болж Нэмэгддэг.

•Өндөр Илүүдэл агаар нь шаталтанд хамааралгүй агаарыг зуух руу тэжээж байгааг илэрхийлнэ.

5

Утааны хийн урсгалын буурах хэмжээ хэтэрхий их үед, агаар дутагдснаас хар утаа гаргадаг.

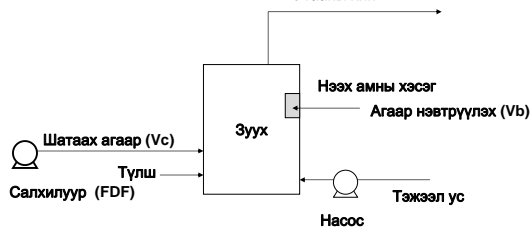
Утааны хийн дулаан алдалт нь өсдөг



6

Илүүдэл агаарг нягтлахын тулд утааны хийн хүчил төрөгчийн агууламжийг хэмжих шаардлагатай

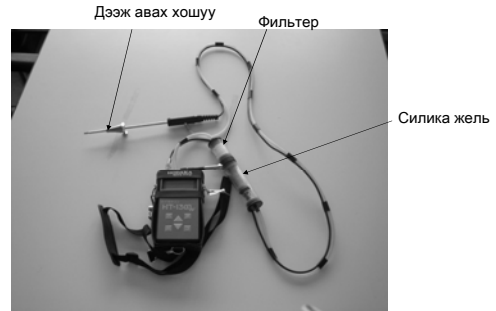
Зууханд дахь агаар : $V_c + V_b$



Нэвтрүүлэх агаарын өсөлтөөс сэргийлхийн тулд зууны доторх даралтны хүчний тохиргоо нь чухал байдаг.

7

Утааны хийн доторх хүчил төрөгчийн агууламж хэмжилтийн төхөөрөмж (Зөөврийн загвар)



8

Илүүдэл агаарны тохиргооны үр дүн (Жиш)

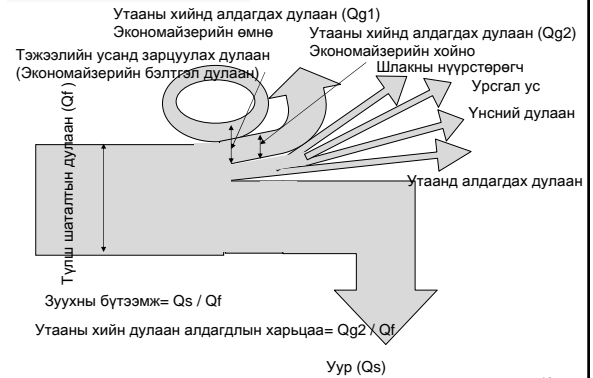
Илүүдэл агаар (m) = (Агаарын урсгалын бодит хэмжээ / (Агаарын урсгалын онолын хэмжээ (A0)) (Агаарын урсгалын бодит хэмжээ) = m * A0



- $[O_2] 13\% \rightarrow$ Илүүдэл агаар = 2.6
- Илүүдэл агаар нь Японы стандарттай харьцуулахад нэлээд өндөр (1.3 ~ 1.45)

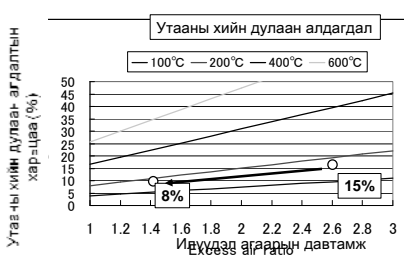
9

Зууны дулааны баланс



10

Утааны хийн хүчил төрөгчийн агууламж хэмжилтийн үр дүн



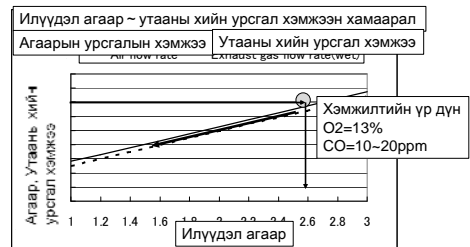
- Илүүдэл агаар 2.6 \rightarrow 1.4
- Утааны хийн дулаан алдалтын харьцааны хасалт 7% (15% \rightarrow 8%).
- Зууны бүтээмжийн өсөлт 7%.
- Нүүрс зарцуулалтын хэмжээ 90t/day \rightarrow 84t/day (A6t/day)
- (=CO2 Утааны хэмжээний хасалт 7%)

(Утааны хийн дулаан алдагдлын харьцаа) = (Утааны хийн дулаан алдагдал) / (Нүүрсний шаталтын дулаан)

11

Илүүдэл агаар багассан тохиолдолд анхаарах зүйлс

Утааны хийн дулаан алдагдал нь бууруулдаг (Хар утаа гарах үе байдаг. =Бүрэн бус шаталт) Утааны хийн доторх CO-гийн агууламж ихэсдэг. (Дээд хязгаар: 200-300ppm)

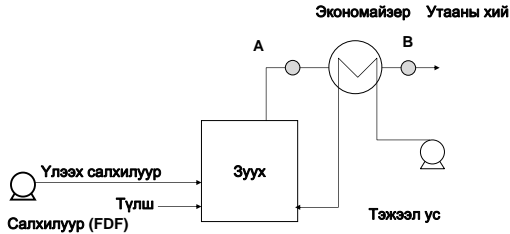


12

Утааны хийн температурыг хянах шаардлагатай асуудал

A (Зуухны гарах тал): Зуухны тогоо нь бохирдсон тохиолдолд температур нь өсдөг.
 B (Экономайзер дах тал): Экономайзер (фильтр) нь бохирдсон тохиолдолд температур өсдөг.

A,B талын температурын хяналтанд анхаарах ёстой байдаг.
 Утааны хийн температур нь өсөх тохиолдолд тогоог сайтар цэвэрлэх шаардлагатай.



13

Утааны хийн алдагдал дулааныг бууруулах төхөөрөмж

(1) Экономайзер

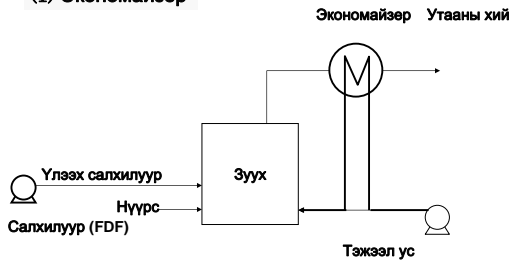
Тэжээлийн усанд утааны хийн дулааныг эргүүлж ашиглах.

(2) Агаар халаагч

Үлээх салхилуурт утааны хийн дулааныг эргүүлж ашиглах.

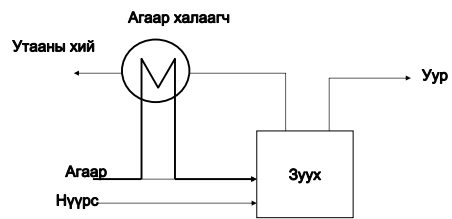
14

(1) Экономайзер



15

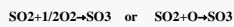
(2) Агаар халаагч



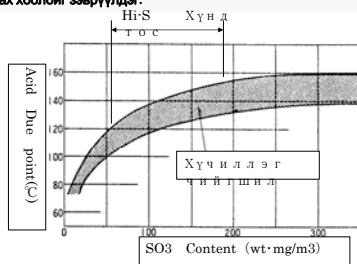
16

Хүчиллэг чийгшилийн зэврэлт

Түлшинд хүхэр (Sulfur) агуулагдаж буй үед (Coal , Oil , etc.)

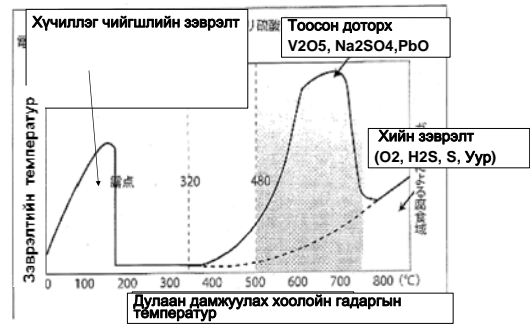


$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ ← Хүчиллэг чийгшил доорхи температурт дулаан дамжуулах хоолойг зэвүүлдэг.



17

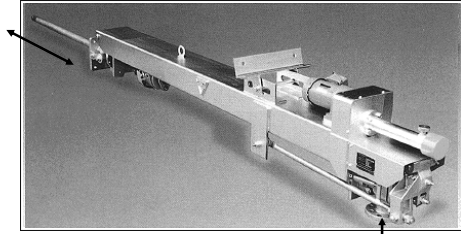
1. Зуухны дулаан дамжуулах хоолойн зэврэлт



Өндөр температуртай хэсэгт зэврэлт тиймч их илэрхий бус байдаг. Гэвч, цахилгаан үүсгүүрийн зориулалтын зуухан дахь тоосон дотор V2O5, Na2SO4 эдгээрээс шалтгаалах зэврэлтийг анхаарахгүй бол болохгүй.

Өндөр температурын зэврэлтийн арга хэмжээ
-Хэт халаагч болон дахин халаагч-

1. Хүхэр багатай түлшний хэрэглээ
2. Soot blower-оор тоосыг үлээлгэж хийсгэх



Уур

19

3. Үлээх усны дулаан алдагдал

$$Q_b = V_b \times h_b \quad (kJ/h)$$

V_b : Үлээх усны урсгал хэмжээ (kg / h)

h_b : Үлээх усны харьцуулалт дулаан агуулалт (kJ / kg)
* h_b ; Ханасан уурын хүснэгтнээс дундажыг гаргах

Үлээх усны дулаан алдагдлыг бууруулхын тулд, тэжээл усны шинжилгээний үр дүнгээс хамаарч тэжээл усны урсгал хэмжээг дээж хэмжээнд нь багасгах нь маш чухал байдаг.

20

4. Өгөгдлийн чиг хандлагын хяналт

Зуухны бүтээмж хэвийн нөхцөл огцом муудахгүй байх.

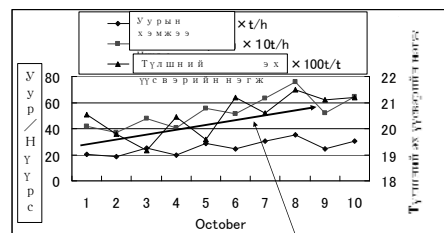
Зуухны бүтээмж нь муудах шалтгааны жишээ

- (1) Үнсний дулаан дамжуулах хоолой дох бөөгнөрөл
- (2) Түлшний өөрчлөлттэй хамт Илүүдэл агаарны өөрчлөлт

Өгөгдлийн чиг хандлагыг хянаж байх маш чухал

21

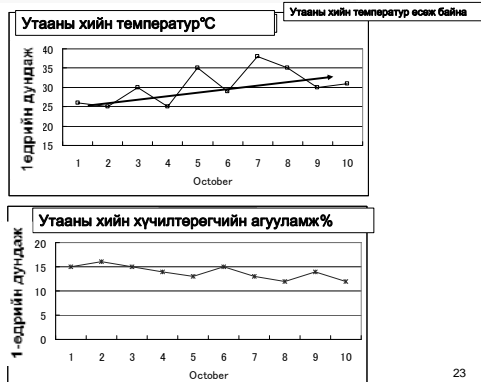
Чиг хандлагыг хяналтын жишээ(1)



Түлшний эх үүсвэрийн нэгж нь өсөж байна.

22

Чиг хандлагыг хяналтын жишээ(2)



23

6. Зуухны бүтээмжийн сайжруулалт (Case study)

2010. 9.

1

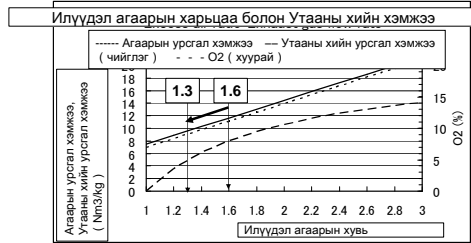
1. Урьдчилсан нөхцөл

Ажиллах хугацаа	6,000ц/жил
Нүүрсний зарцуулалт	1250kg/h
Нүүрсний цэвэр дулаан ялгаруулах хэмжээ	25.9 MJ/kg
Тэжээл усны урсгал хэмжээ	11,500kg/h
Тэжээл усны температур	30 °C
Уурын урсгал хэмжээ	10,500kg/h
Уурын даралт	1MPa
Утааны хийн температур	150°C
Илүүдэл агаарын хувь	1.6 (O ₂ : 8%)

2

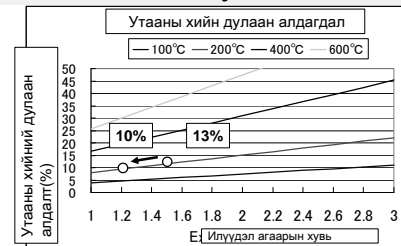
Case:1 Илүүдэл агаарын хувийг бууруулах

Илүүдэл агаарын хувь: 1.6 → 1.3



3

Утааны хийний дулаан алдагдал



Утааны хийний алдагдал нь 3% бууруулах учраас (13% → 10%), Зуухны бүтээмж 3% дээшилж байна.

* (Утааны хийний алдагдлын харьцаа) = (Утааны хийний дулаан алдагдал) / (Түлшний шаталтын дулаан)

4

Ашгийн тооцоо

1. Нүүрсний хэмнэлт

$$1250\text{kg/h} \times 0.03 = 37.5\text{kg/h}$$

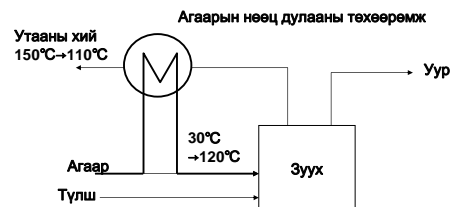
$$37.5\text{kg/h} \times 6000\text{h/year} = 225\text{ t/year}$$

2. Хэмнэлтийн зардал

$$225\text{ t/year} \times (\text{Нүүрс нэгж үнэ } (\$/\text{t})) = \text{\$/year}$$

5

Case:2 Утааны хийнээс үүсэх агаарын нөөц дулаан

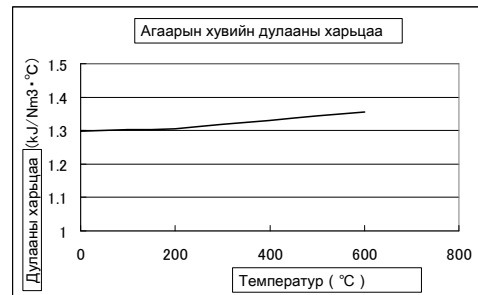


6

АШИГИЙН ТООЦОО

1. Утааны хийн онолын хэмжээ (wet): 7.47 Nm³/kg
2. Утааны хийн бодит хэмжээ
(wet)=7.47Nm³/kg+(1.6-1)×6.97Nm³/kg=11.65Nm³/kg
(G0) (1.6:Илүүдэл агаарын хувь) (A0)
3. Дулаан нэмэгдүүлэх (Гарах амны утааны температур:110°C (таамаглал))
8.57Nm³/kg×1.4kJ / Nm³°C× (150°C - 110°C) = 480k J/kg
(Утааны хийний дулааны харьцаа)
4. Агаарын онолын жин: 4.9Nm³/kg
5. Агаарын бодит жин=6.97Nm³/kg×1.6 = 11.15Nm³/kg
6. Агаарын температур(Дулаан нэмэгдүүлсний дараа)
480k J/kg / 11.15Nm³/kg / 1.3 k J/Nm³°C + 30°C = 63°C

7



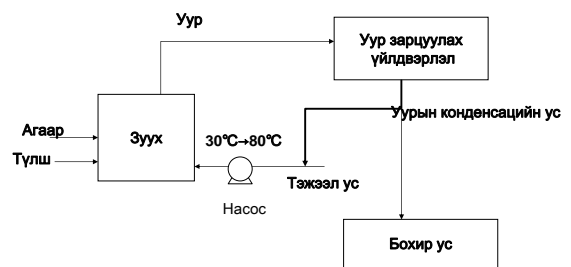
8

АШГИЙН ТООЦОО

7. Дулаан сэргээж нэмэгдүүлснээр нүүрс зарцуулалтын хэмнэлтийн хэмжээ
Нүүрсний дулаан үүсгэх хэмжээ:25.9MJ/kg
Сэргээн нэмэгдүүлэх дулаан: 0.48MJ/kg
Сэргээн нэмэгдүүлэх дулааны харьцаа: 0.48MJ/kg / 25.9MJ/kg = 1.9%
(= Зуухны бүтээмжийн өсөлтийн харьцаа)
- Нүүрс зарцуулалтын хэмнэлт:1250kg/h×0.019×6,000h/year=142500kg/жил
=143т/жил
- Зардлын хэмнэлт
143 т/жил ×(Нүүрсний нэгж үнэ (\$/т)) = \$/жил
- Утааны хийнээс дулааныг сэргээх үедээ кодинсацийн зэврэлтэд хамааралтай үзлэг хийх хэрэгтэй

9

Case:3 Конденсацийн ус дулаан сэргээх

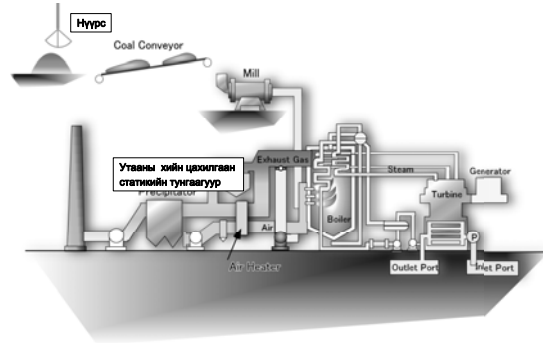


10

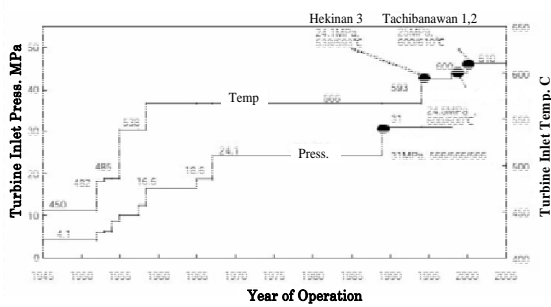
7. Японы цэвэр нүүрс технологи CCT (Clean Coal Technology)

2010он 9 сар

1. Нүүрс түлдэг цахилгаан станц



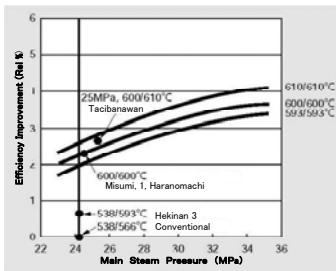
2. Цахилгаан үйлдвэрлэлийн өндөр үр ашигтай өөрчлөлт (уурын нөхцлийн шилжилт)



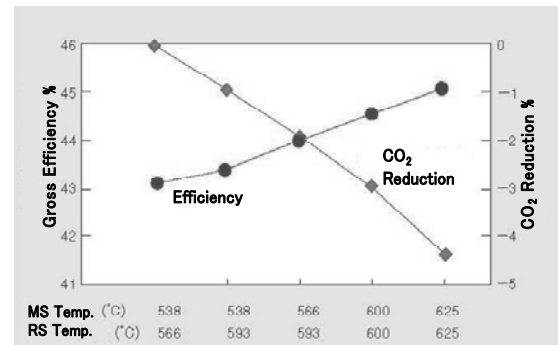
3. Зуухны эргэлтын аргачлал

形 式	自然循環ボイラ	強制循環ボイラ	貫流ボイラ
水循環方式のモデル			
循 環 比	14~4	~4	1
圧 力	差臨界圧 4.41~18.63MPa◎ 超臨界圧 —	18.63MPa級◎	◎

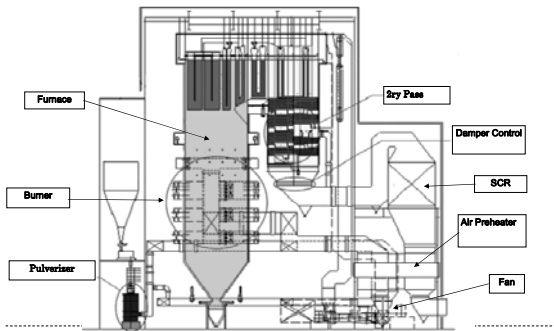
4. Уурын нөхцөл болон үйлдвэрлэлийн бүтээмж



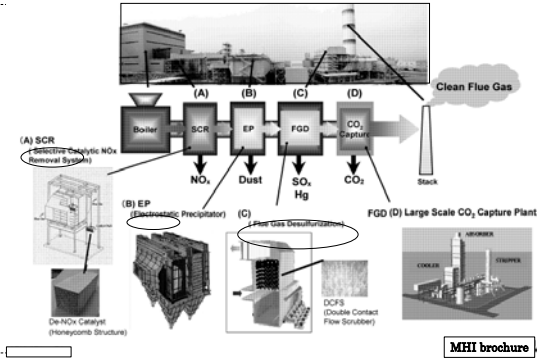
5. Үйлдвэрлэлийн бүтээмж болон CO₂ - бууралт



6. Сүүлийн үеийн тоноглолт 1000MW Зуух



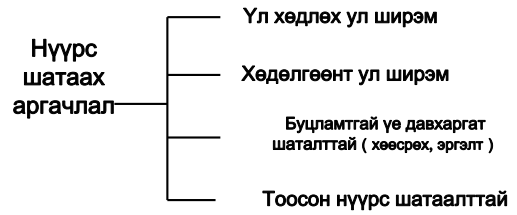
7. Нүүрс түлдэг цахилгаан станцын утаа тунгаах төхөөрөмж



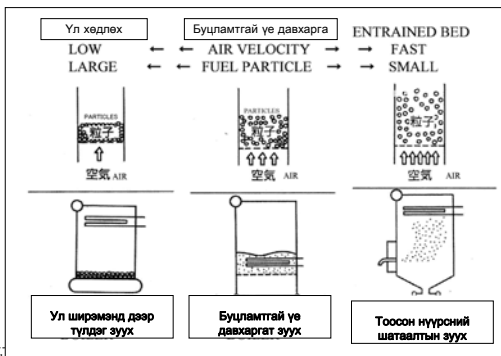
8. Нүүрс түлдэг цахилгаан станцын ерөнхий харагдац



9. Нүүрсний шатаах аргачлал



10. Нүүрсний шатаах аргачлал



11. Шатаалтын аргачлал, түүний онцлог

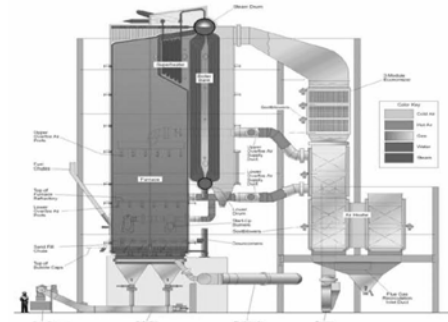
	Ул ширэм	Буцламтгай үе давхарга	Тоосон нүүрсний шатаалт
Түлш	Давирхайны агууламжит нүүрс - Хүрэн нүүрс	Өргөн хүрээтэй нүүрсний төрлөөс тохиромжтой утаагүй нүүрс - Хүрэн нүүрс	Давирхайн агууламжит нүүрс Давирхайн агууламжит нүүрснээс гадна тусгай шатаалтын төхөөрөмж хэрэгтэй
Үнс	Өндөр температурт шатахад үнс нь хайлдаг.	Шатаалтын температур бага учраас Slagging шаарга нь үүсэх хүндрэлтэй	Өндөр температурт шатахад Slagging шаарга үүсдэг
Шаталтын хий			
SO _x	Хүхэргүйжүүлэгч төхөөрөмж шаардагдана	Шохойн чулуун дах давхаргад хүхэржсэн	Хүхэргүйжүүлэгч төхөөрөмж шаардагдана
NO _x	Үе шаттай шатаалтаар NO _x нь бага	Шаталтын температур бага учраас NO _x нь бага	Бага NO _x -ноцоогчийг сонгосноор NO _x -г бууруулна
Зууцын хүчин чадал	Бага овор (~ 50MW)	Дунд овор (~ 350MW)	Том овор (~ 1000MW)

12. Буцламтгай үе давхаргат зуухны шинж байдал



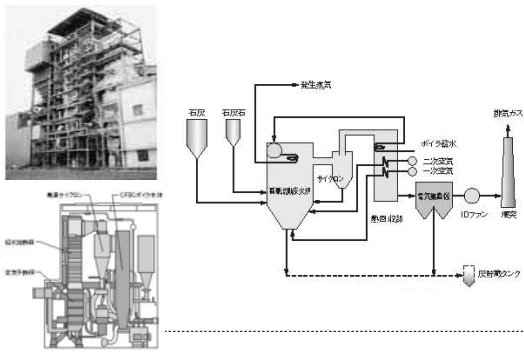
▶ 13

13. Буцламтгай үе давхаргат зуух (FBC)
Fluidized Bed Boiler



▶ 14

14. Эргэлтэд буцламтгай үе давхаргат зуух (CFB)
Circulating Fluidized Bed Boiler



▶

15. Хүхэргүйжүүлэгч технологи
FGD ; Flue Gas Desulfurization

< Чийглэг арга >

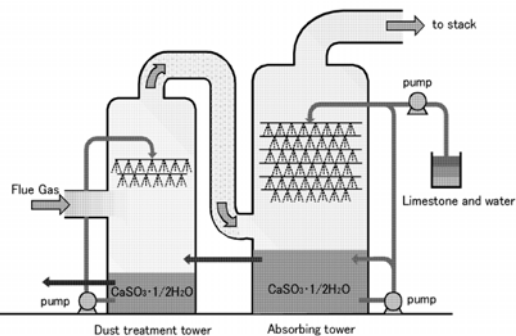
- Шохойн чулуун арга
- Магнийн шүлтлийн арга
- Аммикийн арга

< Хуурайшил арга >

- Идэвхжүүлсэн нүүрстөрөгч шингээх арга
- Цахилгаан цацрагийн арга

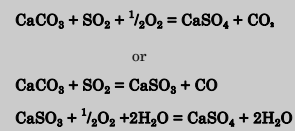
▶

16. Шохойн чулууны аргаар хүхэргүйжүүлэх



▶ 17

17. Галын хотол дох хүхэргүйжих урвал



▶ 18

18. Азотгүйжүүлэх технологи

Тогоон доторх азотгүйжүүлэх технологи

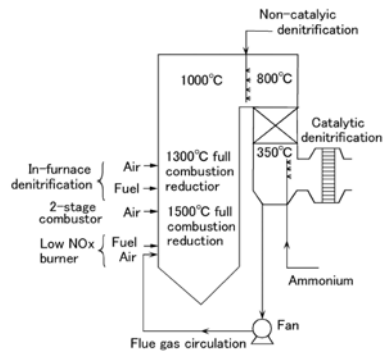
- Бага илүүдэл агаарын шаталт
- 2 давхар шаталт
- Утааны хийн дахин эргэлт
- Катализаторгүй азотгүйжүүлэх (NH₃ юүүлэх)

Утааны яндангийн азотгүйжүүлэх технологи

- Катализаторын сэргээх арга (SCR)
- Цахилгаан цацрагийн арга

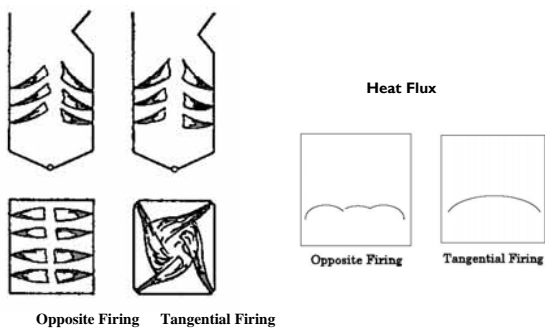
▶ 19

19. Нүүрс түлдэг зуухны Nox бууруулалт



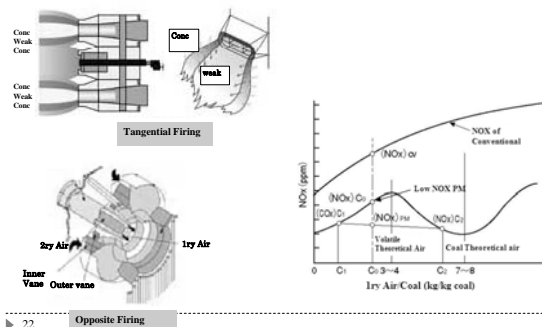
▶ 20

20. Ноцоогч байршуулах



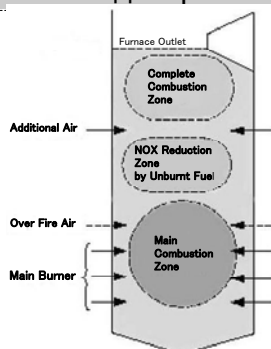
▶ 21

21. Нам NOx ноцоогч



▶ 22

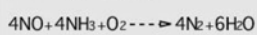
22. Галын хотол доторх азотгүйжүүлэх



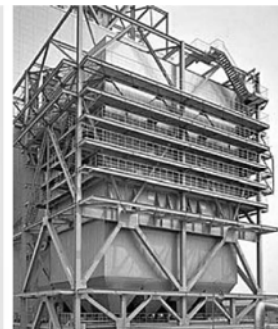
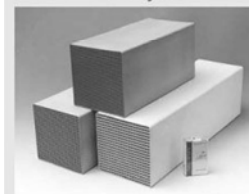
▶ 23

23. Азотгүйжүүлэх төхөөрөмж

SCR (DeNO_x) reaction



catalyst



▶ 24

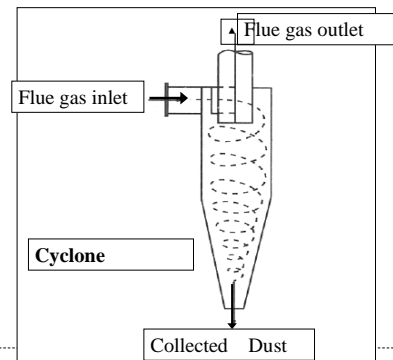
24. Тоос тортог арилгах

Бүх төрлийн тунгаагуур төхөөрөмжийн харьцуулалт

Төрөл	Шилжих зарчим	Бутархайн хэмжээ	Даралт кРа	Бүтээмж %
Циклон	Төвөөс зугатах хүч	5 - 100	1.0 - 2.0	85 - 95
Баг фильтр	Шүүлт	0.1 - 20	1.0 - 2.0	90 - 99
Цахилгаан ш	Тогтмол гүйдэл	0.1 - 20	0.1 - 0.2	80 - 99

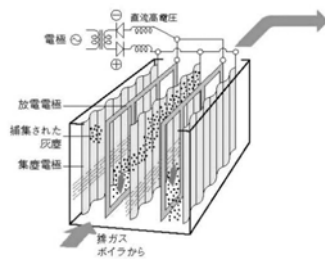
▶ 25

25. Циклон шүүлтүүр



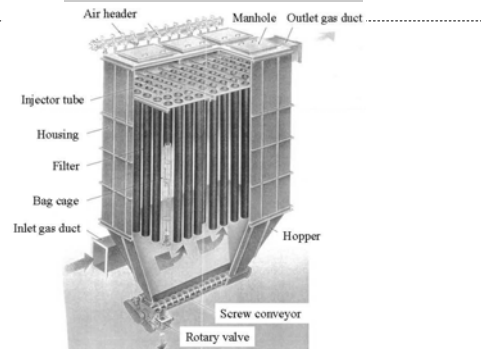
▶ 26

26. Цахилгаан шүүлтүүр



▶ 27

27. Баг фильтр

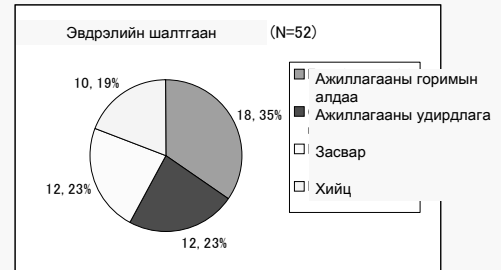


▶ 28

8. Зуухны эвдрэлийн бодит жишээ ба арга хэмжээ

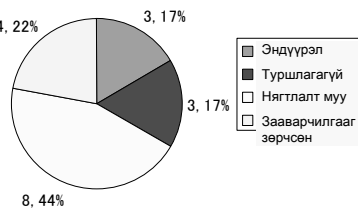
1

Зуухны эвдрэл шинжилгээ (Японы нэгэн компанийн жишээ)



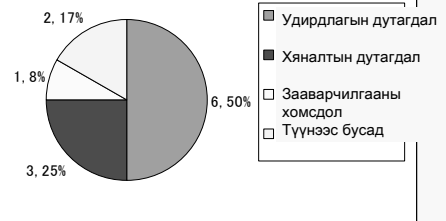
2

Ажиллагааны горимын алдааны шалтгааны шинжилгээ (N=18)



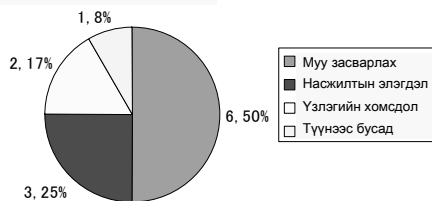
3

Ажиллагааны удирдлагын шалтгааны шинжилгээ (N=12)



4

Засвар муудахын шалтгааны шинжилгээ (N=12)



5

Case1-1: Барабан дах усны төвшин нэмэгдснийг үл анзаарснаас болж ус нь ууртай холилдсон

Тухайн үед: Барабан дах усны төвшинийг удирдлагын төхөөрөмжийг засварлах үед мэдээллийн төхөөрөмж ажиллахгүй байсан

Шалтгаан-1: Барабаны усны хэмжээг хамааралгүй ажиллуулсан

Шалтгаан-2: Барабаны хэт дамжуулалт үүссэн

Үүдэл :1 Ус ууртай холилдсон
2. Үйлдвэрийн ажиллагаанд нөлөөлсөн

6

Санамж

1. Зуух нь гар ажиллагаагаар ажиллуулж байгаа тохиолдолд иймэрхүү байдал үүсэхгүй байхаар анхаарах хэрэгтэй байдаг.
2. Удирдлагын төхөөрөмжийг хариуцах хүнийг тогтож авах.
3. Зуухны ажилуулагчид нь барабаны усны төвшинг нэг хэвийн байлгахын чухлыг ойлгосон байх. (Давтан сургалт)

7

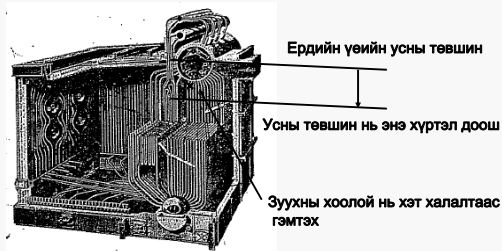
Case1-2: Барабаны усны талбай хэмжигчийн цорго хаагдаж зөв усны төвшинг заагаагүйн улмаас барабанын тэжээх ус нь дамжилгүйгээр зуухны хоолойд гэмтэл учирсан.

Шалтгаан: Барабаны усны талбайн хэмжигчийн хаалт (Цорго нь нарийн байсан учраас зуухны хаг хасамнаас болж бөглөрөх)



- Үүнээс үүдэж гарах үзэгдэл
1. Барабаныг тэжээх усны зогсолт.
 2. Бодит барабаны усны төвшинг багасгах
 3. Зуухны хоолой нь хэт халалтаас гэмтэх

8



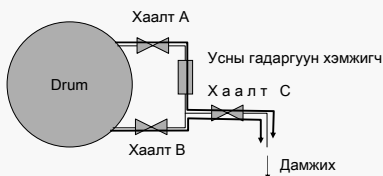
9

Санамж

1. Хэмжигчийн доторх цэвэрлэгээг хийх.
2. Барабаны усны төвшиний хяналтыг хүчирхжүүлэх
3. Зуухны ажилуулагчид барабаны усны хэмжээг хадгалахын чухлыг ойлгуулах явдал. (Давтан сургалт)
4. Хэмжигчийг давхар болгох

10

Тогтмол хугацаанд барабаны усны гадаргууны цоргоны цэвэрлэгээ



	Хаалт А	Хаалт В	Хаалт С
1	Нээх	Хаах	Нээх
2	Хаах	Нээх	Нээх

11

Case2-1: Шаталтаах агаарын дамжуулах хэмжээ багасалтаас болж шаталт муудах

Шалтгаан: Агаар тохиргооны системийн доголдол шатаах агаарын дутагдал



Доголдолыг илрүүлэх: Яндангаас хар утаа гарах



Хандлага : Гар ажиллагааны удирдлагаар агаарын хэмжээг нэмэгдүүлэх

12

Санамж

1. Автомат удирдлагад 100% итгэж үл болно.
2. Шаталтын хэрэгцээт агаарын хэмжээг нь шаталтын байдлыг нягталсны дараа тохируулах явдал.
3. Урт хугацаанд ажилуулахад үс нь ихээр цугларч агаар солилцоонд саад болох нь ихсэх учраас анхаарал тавах хэрэгтэй

13

Case2-2: FDF-ийг андуурч зогсоох

Нөхцөл байдал: Дарааллаараа бол No.1-н сэнсийг зогсоох үүргийг Ажиллуулагч нь андуураад No.2-н сэнсийг зогсоосон бөгөөд тэр даруйд андуурснаа анзаарсан

Санамж

1. «Хүн бол алдаа андуурал гаргадаг амьтан» гэдэг үгийг бүү мартаарай
2. Хуучуул бол хэт итгэлтэйгээсээ алдаа гаргадаг.
3. Арга хэмжээ: Ажиллуулахдаа 2уулаа байх, нэрлэж нягтлах ажиллагааны тэмдэглэгээ

14

Case3-1: Зуухны хоолойн бага температурт зэврэх задрал

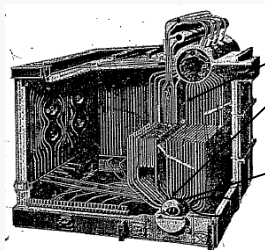
Шалтгаан: Хоолойн гаднах гадаргууны угаасан усыг хэрэглэж байсан
*Усаар угаасны дараа, хангалттай сайн хатааж чадаагүй байсан.

Зуухыг ажлуулах
*Усан угаалганы 10 өдрийн дараа ажлуулсан.

Эргэлтийн дунд зуухны тогооны хоолойн доод хэсгээр гоожилт илэрсэн

Зуухны хоолой нь цав гарсан эсхийг нягтлах

15



1. Тогтмол цагт гадна хоолойн гадаргууг угаах
2. Ус нь усны гадна хананы ойролцоо хоолойтой галд тэсвэртэй материал руу шингэж ордог.
3. Зуухны хоолой зэврэлтийг түргэсгэдэг
4. Зуухны хоолой нь галд тэсвэртэй материал дотор задардаг
5. Зуух зогсоолт.

16

Санамж

1. Зуухны тогоонд усны хэрэглээнээс зайлсхийх.
(Ус хэрэглэсэн үед сайтар хатаасан байх)
2. Ялангуяа, хүхэрлэгтэй хэсгийг ихээр хэрэглэдэг зуухны хувьд анхаарах хэрэгтэй
3. Хэвийн бусыг хоолойн алдагдал мэдрэгч суурьлуулбал олж илрүүлж чадна

17

Case3-2: Дотор гадаргууны эдэгдэлтээс болж экономайзерийн хоолой задрах

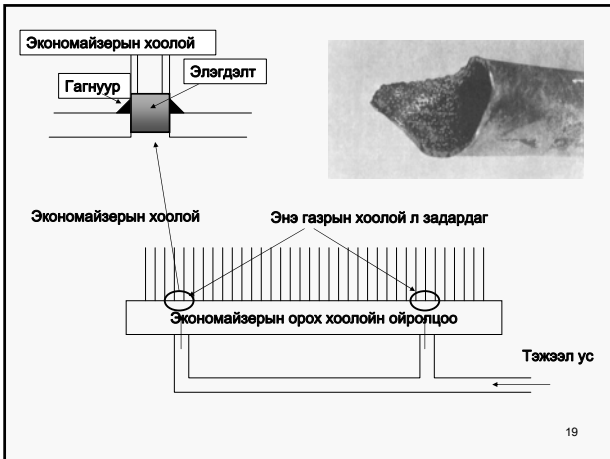
Шалтгаан: Экономайзерын хоолойны орох ам талаасаа элэгдэлт нь ихэсдэг

Нөхцөл байдал: 2 экономайзерын хоолой нь задарч, уур нь зуухны дотроос гарна.

Санамж

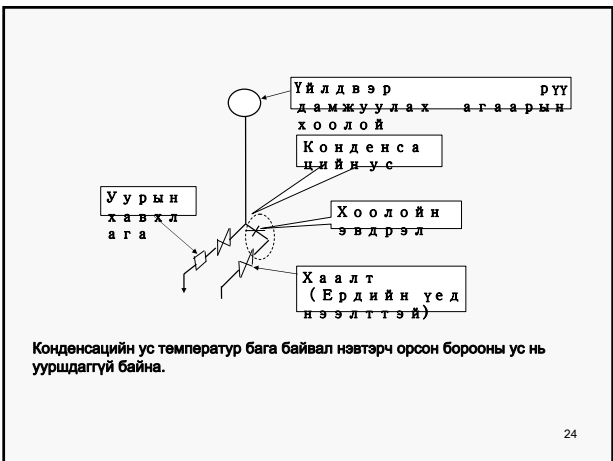
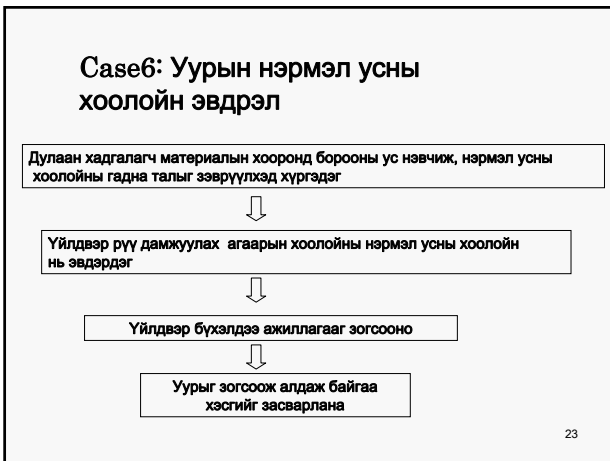
1. Усны урсгал бол их хэмжээний эрчимтэй байдаг
2. Элэгдэл бол хоолойны дотоод диаметр нь өөрчлөгдсөн үед үүсдэг.
3. Үүсэх газар нь өвөрмөц газарт байдаг тул олж илрүүлэхэд хүндрэлтэй байдаг.

18



Санамж

1. Шинжилгээний үр дүнд итгэе
2. Шинжилгээний үр дүн нь эргэлзээтэй үед, дахин шинжилгээ хийх явдал.
3. Тэжээл усны дотор бага хэмжээний хүчилтөрөгчийн уусмал нь осолтой.



Санамж

1. Хоолойны гаднах гадаргууны температур нь бага байвал зэврэлт амархан үүсдэг.
2. Багахан цорго хоолойн асуудалд ч үйлдвэр бүхэлд нь зогсоож жижиг хоолойн цэг бүрийг нягтлах нь ач холбогдолтой.
3. Үйлдвэрийн чухал тоног төхөөрөмжнөөс бусдыг үзэж шалгах нь зайлшгүй болгох чиг хандлагатай байх.

9. Усан халаалтын зуухны тухай

2010, 9
JICA

УХЗ-ны төрөл

Тогооны хананы хийц	Галд тэсвэртэй материал, усан цамц ¥усан жакет¥
Дулаан солилцогч	Хоолойнууд, усан цамц
Шатах төхөөрөмж	Үл хөдлөх үл ширэм, хөдөлгөөнт үл ширэм
Салхилуур төхөөрөмж	Байгалийн салхилуур, үлзэх салхилуур, сорогч салхилуур, тогтворжуулагч салхилуур
Тэжээл усны нөөц дулаан	Байгаа, байхгүй
Агаар халаагч	Байгаа, байхгүй
Тунгаагуур төхөөрөмж	Циклон, усан шүүлтүүр¥скрубер¥, байхгүй

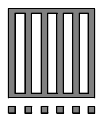
УХЗ-ны асуудалд авах арга хэмжээ

Асуудал	Арга хэмжээ
Шаталтын хүчин чадал	Үл ширэмнийг сайжруулах, сэнс суурьлуулах
Ялгарах тоос тортог	Циклон, усан шүүлтүүрын суурьлуулах
Зэврэлт	Тэжээл усны нөөц дулаанаар конденсаци хүчиллэг хөлөрөлтийн үүсэхгүй температурыг барих
Утаан замын дотор үнсний бөглөрөлт	Утаан замын хэлбэржилтийг сайжруулах
Бүтээмж	Агаар халаагч суурьлуулах

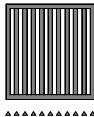
УХЗ-ны асуудал



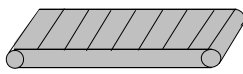
УХЗ-ны шатаагч төхөөрөмж



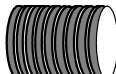
Үл хөдлөх үл ширэм (Сийрэг)



Үл хөдлөх үл ширэм (Нягт)

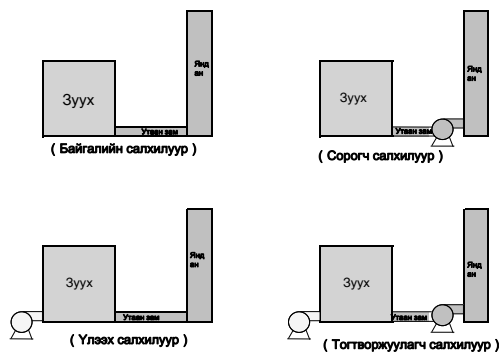


Хөдөлгөөнт үл ширэм

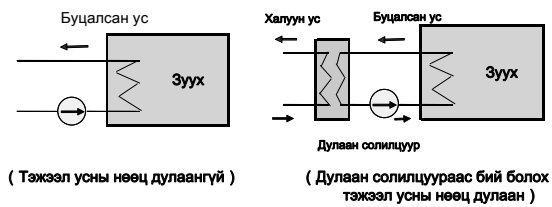


Эргэлддэг үл ширэм

УХЗ-ны салхилуур төхөөрөмж



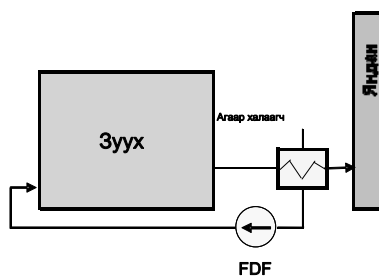
УХЗ-ны тэжээл усны төхөөрөмж



УХЗ-ны үнс зайлуулах

- Тогооны ёроолын үнс
 - Хүний хүчээр малтаж гаргах
 - Хусуур комбайнаар автоматаар гаргах
- Дэгдэмхий үнс
 - Тэр чигээрээ яндангаар гадагшилдаг
 - Циклоноор тунгаах
 - Скрубберээр тунгаах

УХЗ-ны дулаан эргүүлэлт



Ул ширмэн дээрх шаталт

- Нүүрсний зузаан болон жигд тараалтаар хийх: Үүний тулд ур чадвар
- Нүүрс нь ул ширэмний завсраар унахгүй байхаар хийх: Үүний тулд нүүрсний ширхэгийн тохиргоо
- Агаарын урсгалын сайн нэвтрүүлэх: Үүний тулд нүүрсний зузаан, жигд тараалт, үнс унагаах
- Агаарын урсгалын тохиргоог сайн хийх: Энэ нь алдагдвал амаар нь бургих, нунтаг нүүрс нь хийсэх, хар утаа гардаг
- Шлак их үүсхийг зогсоох: Агаарын урсгалыг сайн тохируулах, үнсээ гаргах

Appendix 2.4-2 Training Handout for Boiler Efficiency Measurement (for Power Plant)

**Зуухны хүчин чадлын хяналт- газар дээрх дадлагын үйл ажиллагааны
журам (санал)**

2010-10

1. Зорилго

ДЦС-ын үүсгүүрийн зуухны ажиллагааны өгөгдлийг цуглуулах утааны хийнд хэмжилт хийх, хэмжилтийн үр дүнгийн өгөгдөлд тулгуурлан зуухны дулааны балансыг тооцоолон зуухны хүчин чадлыг нягтлаж үзэх.

2. Ерөнхий үйл ажиллагаа

- Огноо: 2010он 11 сар 2 **x** өдөр
- Байршил: ДЦС-3
- Хамруулах зуух: No. **x x** (уур гаргах хүчин чадал 220t/h зуух)
- Зуухны үзүүлэлт

	Гарчиг	Нэгж	Өндөр даралтын зуух
1	Модель	—	ВКЗ-220-100 4С
2	Уур үүсгэх хэмжээ	t/h	220
3	Барабаны даралт	kg/cm ²	120
4	Уур халаагчийн гарах хэсгийн даралт	kg/cm ²	100
5	Уур халаагчийн гарах хэсгийн температур		540
6	Түлш зарцуулалтын хэмжээ	t/h	35
7	Тэжээлийн Усны температур		215
8	Галын хотлын температур		1200
9	Утааны хийн температур		130
10	Зуухны өндөр	m	35.7
11	Нүүрсний төрөл		Багануур
12	Нүүрсний зарцуулалт	t/h	40-45 t/h
13	Тоосны шүүлтүүр скруббер		Усан циклон(4хоолой)
14	Яндангийн өндөр	m	150m (Хуучин яндан100м)
15	Яндангийн диаметр	m	6.2
16	Утааны хийн температур		Шүүлтүүрийн өмнөх: 140-170

			Яндан руу орох ам: 70-80
--	--	--	--------------------------

- Ажиллагааны агуулга: Туршилт эхлэхээс 1 цагийн өмнө тодорхой өгөгдсөн нөхцлөөр ажиллагааны нөхцөлд тохируулан нүүрсний зарцуулалтыг тогтмол төвшинд ажиллуулах.

- Ажиллагааны нөхцөл байдал: Тогтоосон ачаалал 220т/ц, аливаа хязгаарлал байх тохиолдолд аль болох ойролцоо байдлаар ачааллуулах
 Үргэлжлүүлсэн салхилуурыг боломжтой бол туршилтын дундуур зогсоох.

Туршилтын хугацаа: Туршилтын өмнөх 1 цагийг оруулаад 5-н цаг (хэмжилтийн 4-н цаг) Хэмжих төрөл зүйл: Хавсралтын хэмжилт тэмдэглэлийн хуудсыг 30 минут тутамд өгөгдлийг тэмдэглэх. Утааны хийн өгөгдлийг 1 цаг тутамд явуулах.

- Хэмжилтийн агуулга:

Зуухны ерөнхий өгөгдөл: DCS-ээс хэрэгцээт төрөл зүйлийг цуглуулах

Утааны хийн хэмжилт: Утааны замын O₂,CO,NOX,SOX, тоосны агууламж

Бусад: Утааны зам дах урсгал хурд, хийн температур

3. Хэмжилтийн үзүүлэлтийг тооцоолох болон зуухны хүчин чадлын үнэлгээ

Хэмжигдсэн өгөгдлийг үндэслэн зуухны хүчин чадлыг тооцоолон бодит хүчин чадлыг нягтлах.

Boiler Data Sheet

○ : Necessary data

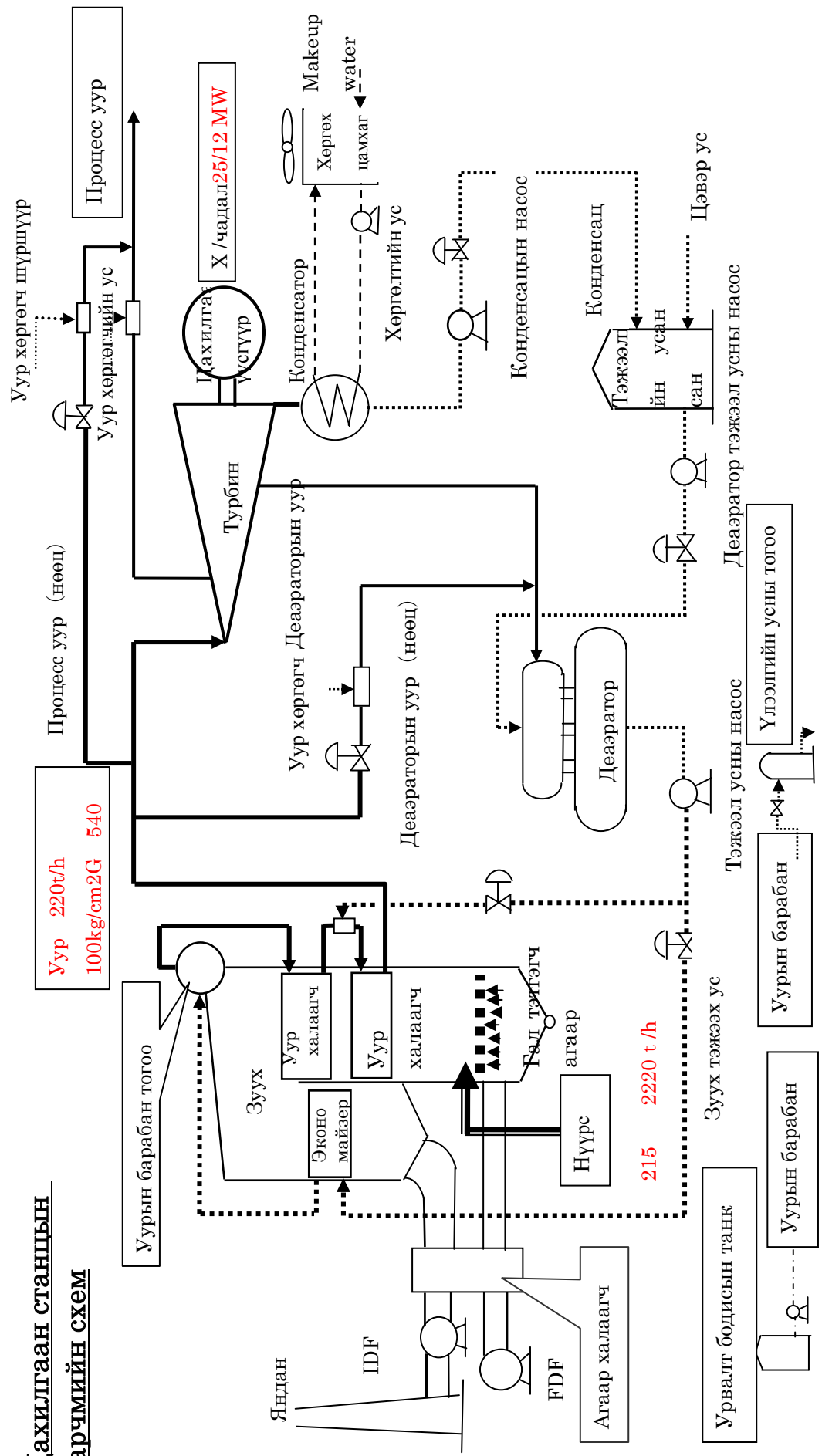
△ : Reference data

Items	Units		1	2	3	4	5
Output power generation		MW	○				
Steam①	Pressure	kg/cm2G	○				
	Tem.	°C	○				
	Flow rate	t/h	○				
Feed water②	Eco inlet	°C	○				
	Eco outlet	°C	△				
	Flow rate	t/h	○				
Fuel consumption		t/h	○				
Air③	Ambient temp.	°C	○				
	AH outlet	°C	○				
	Flow rate	Nm3/h	○				
Exhaust gas④	Boiler outlet	°C	○				
	AH outlet	°C	○				
Exhaust gas O ₂ ⑤		%	○				
Super heater⑥	SH1 outlet	°C	△				
	Spray water flow rate	t/h	○				
Steam to turbine⑦	Pressure	kg/cm2G	○				
	Temp.	°C	○				
	Flow rate	t/h	○				
Steam to process ⑧	Pressure	kg/cm2G	○				
	Temp.	°C	○				
	Spray water flow rate	t/h	○				
	Steam flow rate	t/h	○				
Steam to deaerator⑨	Pressure	kg/cm2G	○				
	Temp.	°C	○				
	Spray water flow rate	t/h	○				
	Steam flow rate	t/h	○				
Steam for soot blow		t/h	○				
Blow water flow rate		t/h	○				
Power consumption in plant	Feed water pump	kW	△				
	FDG	kW	△				
	IDF	kW	△				
	Coal handling	kW	△				
	Deaerator feed pump	kW	△				
	Others	kW	△				
Total		kW	○				

Coal composition (%) = C: , H: , S: , O: , N: , H₂O: , Ash:

Unburned carbon (%) =

Цахилгаан станцын зарчмын схем



Санамж: Зуухны өгөгдлийн хуудас, цахилгаан станцын техникийн схем нь PID схем зургийг олж авсны дараа түүний зарим нэг хэсэгт засвар хийх хэрэгтэй.

【Зуухны өгөгдлийн хуудас】

- Power Consumption нь Pulverizer、1ry Air Fan、Coal Feeder-ийг нэмж тэмдэглэх
- Soot Blower (суурилсан байна уу?) - урсгал хэмжээ, Blow Water-ны урсгал хэмжээг хэмжиж чадах нь тодорхойгүй.
-

【Цахилгаан станцын техникийн схем】

- Тоосруулсан нүүрсний системийн байгууламж ; 1ry Air Fan(PAF)、нүүрс ачаалагч, Pulverizer-ийг нэмж тэмдэглэх.
- Цахилгаан станцын төхөөрөмжийн нэгдсэн систем (BTG цогц) биш бөгөөд, нийт уурыг нэгэн жигд Heder-т цуглуулсны дараа турбин руу явуулдаг нэгдсэн систем болсон байгаа тул тэдгээрийг нэмэх.
- Агаар халаагч нь Tubular төрөл (Economizer-ийн дээр суурилагдсан байгаа эсэх?) учраас бодит байдалд тохируулан зургийг өөрчлөх.
- Уялдуулан, турбиныг хамруулсан Heat Balance-ыг үзэх нь энэ удаад хүндрэлтэй гэж бодогдож байна.
-

※Өгөгдлийн хүснэгт

Хэмжилтийн өдөр
Хэмжилтийн газар
Хэмжилтийн зуух№
Зуухны загвар

Хэмжилтийн өгөгдлийн хүснэгт		Цаг	Дундаж
Зуухнаас гарах талын угааны хийн найрлага	· O2 · CO	% ppm	#DIV/0! #DIV/0!
Зуухнаас гарах талын угааны хийн температур		°C	#DIV/0!
Зуухны галын хотлын температур		°C	#DIV/0!
Үнсний бункерын температур		°C	#DIV/0!
Нисэмтгий үнсний бункерын температур		°C	#DIV/0!
Зуухнаас гарах талын сийрэг		mmH2O	#DIV/0!
Галын хотлын сийрэг		mmH2O	#DIV/0!
Зуухны гадна хананы дулаан	Дээд тал Хажуу тал	°C °C	#DIV/0! #DIV/0!
Сүлжээний усны температур		°C	#DIV/0!
Сүлжээний усны зарцуулалт		m3/h	#DIV/0!
Уурын зарцуулалт		m3/h	#DIV/0!
Уурын температур		°C	#DIV/0!
Үлээлгийн усны зарцуулалт		m3/h	#DIV/0!
Үлээлгийн усны температур		°C	#DIV/0!
Нүүрсний зарцуулалт		t	#DIV/0!
Зуухны ерөөний температур		°C	#DIV/0!

Хийгдэх хэмжилтийн өмнөх ба дараах туршилт

Үнс шлак	Жин	kg	
	дулаан ялгаруулах хэмжээ	kcal/kg	
Хийсэмтгий үнс	Жин	kg	
	дулаан ялгаруулах хэмжээ	kcal/kg	

Үлээх салхилуурын(вентилятор) үзүүлэлт

Хүчдэл	m3/min
Даралт	mmAq
Моторын чадал	kW

Сүлжээний насосны үзүүлэлт

Хүчдэл	m3/min
Даралт	kg/cm2
Моторын чадал	kW

※Нүүрсний бүтцийн тодорхойлолт

Өгөгдөл оруулах хүснэгт

Нүүрсний шинжилгээний үр дүн

ADB		Ultimate Analysis					Moisture			ADB
C	H	N	S	O	Ash	Total	ADB	Total	DB	
%	%	%	%	%	%	%	%	Moisture	%	
58.45	4.563	1.017	0.52	20.32	15.13	100	9.56	24.46	14.9	
Nalaikh									85.1	

Элементийн шинжилгээ, чийглэгийн шинжилгээний үр дүнгээс хэрэглэх нөхцөлд оруулан тооцоолох

Шинжилгээний үр дүн									
C	H	N	S	O	Ash	Чийглэг	Нийт	Хамгийн их дулаан ялгаруулах чадвар	Хамгийн бага дулаан ялгаруулах чадвар
%	%	%	%	%	%	%	%	kcal/kg	kcal/kg
49.74	3.88	0.87	0.44	17.29	12.88	14.9	100	4625	4326
Nalaikh									4560

Онолын агаарын хэмжээ Ao Nm³/kg 4.90

Онолын утааны хийн хэмжээ Go(Wet) Nm³/kg 5.43

Go(Dry) Nm³/kg 4.81

※Нүүрсний дулаан ялгаруулалт

Өгөгдөл оруулах хэсэг

Нүүрсний зарцуулалт kg
Хэмжилтийн хугацаа h

Нүүрсний зарцуулалт 38000.0 kg/h
Нүүрсний дулаан ялгаруулах хэмжээ kcal/kg Net

Нүүрсний шаталтын дулаан ялгаруулах хэмжээ 164400413 kcal/h 191163 kW 688311651 kJ/h

Өгөгдөл оруулах хэсэг

Үнсний бодит дулаан

	Ул ширмэн доорхи үнс	Шлак ширэм	Хийсэмтгий үнс	Нийт	
Үнсний жин kg	460	0	4100		
Хэмжилтийн хугацаа h	1	1	1		
Үнс үүсэх хэмжээ kg/h	460	0	4100		
Чийглэг %	30	30	30		
Үнсний калори kcal/kg	80	500	80		
Темпертур °C	1000	800	200		
Үнс үүсэх хэмжээ kg/h	322	0	2870	3192	
Үнсний бодит дулаан	kcal/h	135240	0	221400	356640
	k J/h	566223	0	926958	1493180
	kW	157.3	0.0	257.4	415
Шатаагүй нүүрстөрөгчийн алдагдал	kcal/h	25760	0	229600	255360
	k J/h	107852	0	961289	1069141
	kW	30.0	0.0	267.0	297
Шатаагүй нүүрстөрөгчийн хэмжээ kg/h	3.3	0.0	29.3	33	

Хуурай нөхцөл

Үсний хувийн дулаан kcal/kg°C

Зуухны өрөөний температур °C

※Утааны хийн дулаан алдагдал

Өгөгдөл оруулах хэсэг

Утааны хийн дахь хүчилтөрөгчийн агууламж 14 %
 Утааны хийн температур 200 °C

Нүүрс цэнэглэх хэмжээ 5000 kg
 Хэмжилтийн хугацаа 4.5 h
 Нүүрс зарцуулалт 1111.1 kg/h

Тоосны хэмжилтээс
 CO₂ 14.7 %
 O₂ 4.2 %
 CO 0 ppm
 Температур 215 °C

Агаарын харьцаа (m) 3 Доорхи графикаас харна
 Онолын агаарын хэмжээ 4.90 Nm³/kg
 Онолын агаарын хийн хэмжээ (Go) 5.43 Nm³/kg
 Утааны хийн хэмжээ 15.22 Nm³/kg
 16910.9 Nm³/h
 Утааны хийн алдагдах дулаан 1016683 kcal/h
 4256650 kJ/h
 1182 kW

Утааны хийн хувийн дулаан 0.334 kcal/Nm³°C
 Зуухны өрөөний температур 20 °C



Өгөгдөл оруулах хэсэг

Зуухны гадаргууны талбай

Дээд тал m²

Хажуу тал m²

Зуухны гадаргууны температур

Дээд тал °C

Хажуу тал °C

Зуухны өрөөний температур °C

Дулааны урсгал хурд

Дээд тал 368 kcal/m²h 0.428 kW/m²

Хажуу тал 326 kcal/m²h 0.379 kW/m²

Зуухны эх биенээс сарних дулаан

Дээд тал 7362 kcal/h 8.6 kW 30823 kJ/h

Хажуу тал 16299 kcal/h 19.0 kW 68239 kJ/h

Нийт 23660 kcal/h 27.5 kW 99061 kJ/h

Өгөгдөл оруулах хэсэг

	Сүлжээний усны зарцуулалт	200	m ³ /h		
	Сүлжээний усны температур	75	°C		
	Уурын зарцуулалт	195	t/h		
	Уурын даралт	14	kg/cm ^{2g}	1.47 Мра	Манометрын даралт
		15.033	kg/cm ^{2a}		Үнэмлэхүй даралт
	Уурын температур		°C		
	Үлээлгийн усны хэмжээ	5	m ³ /h		
Уурын барабаны даралт	Үлээлгий усны даралт	14	kg/cm ^{2g}		Манометрын даралт
		15.033	kg/cm ^{2a}		Үнэмлэхүй даралт
	Ханалтын температур (Saturation temperature)	197.5	°C		
	Уурших нуугдмал дулаан (Evaporative latent heat)	465.3	kcal/kg		
Сүлжээний ус	Ханасан усны энтальпи (Saturated water enthalpy)	200.9	kcal/kg		
Үлээлгийн ус	Ханасан уурын энтальпи (Saturated steam enthalpy)	666.2	kcal/kg		
Уур	Хэт ханасан уурын энтальпи (Superheated steam enthalpy)		kcal/kg		Хэт ханасан уурын хүснэгтнээс (таблиц) харах
	Сүлжээний усны бодит дулаан	40173730	kcal/h		
	Уурын дулааны хэмжээ	0	kcal/h		
	Үлээлгийн устай алдагдах дулаа	1004343	kcal/h		

※ Дулааны балансын нэгтгэл

Дулааны балансын нэгтгэл

Үзүүлэлт		Нэгж	Дүн	Харьцаа(%)
Ашигтай дулаан	Нүүрсний дулаан	kcal/h	164400413	80.4
	Сүлжээний усны бодит дулаа	kcal/h	40173730	19.6
	Нийт	kcal/h	204574144	100.0
Алдагда х дулаан	Уурын дулааны хэмжээ	kcal/h	0	0.0
	Сарнилтын дулаан алдалт	kcal/h	23660	0.0
	Үнсний бодит дулаан	kcal/h	356640	0.2
	Үнсэн доторхи дутуу шатсан нүүрстөрөгч	kcal/h	255360	0.1
	Утааны хийнд алдагдах дула	kcal/h	1016683	0.5
	Үлээлгийн усны бодит дулаа	kcal/h	1004343	0.5
	Тодорхой бус дулаан	kcal/h	202921800	98.7
	Нийт	kcal/h	205578487	100.0
Зүүхны бүтээмж		%		-24.4

Лекцэнд өгсөн материал No.7-гийн нэгтгэл хүснэгттэй адил

Appendix 2.4-3 Training Handout for Boiler Efficiency Measurement (for HOB)

2010 он 10 сар 18 өдөр

Накажима, Эбихара

Төмөр замын засварын төв УХЗ-ны хэмжилт хийх төлөвлөгөө (санал)

1. Зорилго

1. УХЗ-ны дулааны баланс хэмжилтийн дадлага
2. Монголд өргөнөөр хэрэглэгдэж байгаа БЗУИ-д нунтаг нүүрс хэрэглэсэн үеийн бүрэн шатаагүй нүүрстөрөгчийн тоо хэмжээг тодорхойлох.

Дээрхи 1, 2-г харьцуулхын тулд 1 зууханд ердийн байдлаар ажиллуулж, нөгөө 1-г нь зөвхөн нунтаг нүүрсээр ажиллуулж хэмжилт хийнэ. (Хэмжилтийг нэгэн зэрэг явуулах боломжгүй учраас 1 –ийг дуусгаад 2-ийг хэрэгжүүлнэ)

2. Ажиллагааны агуулга

- Огноо: 2010 оны 12 сарын .15.-ны өдөр
 - Байршил: Төмөр замын засварын 1-р төвийн УХЗ
 - Хамруулах зуух: No. УХЗ (Хүчин чадал kW)
 - Ажиллагааны агуулга:
 - Хэмжилтээс 30 минутын өмнө ул ширмэн дээрх шлак, ширэмний доорхи үнс, УХЗ-ны арын хэсгийн нунтаг үнсийг гаргаж нүүрсний оруулах хэмжээг тогтмол байдлаар ажиллуулна.
 - Ажиллагааны нөхцөл байдал:
 - УХЗ-ны бүрэн ачаалал. Гэхдээ ажиллагааны дээд хязгаар байх тохиолдолд ал болох түүнд ойролцоо ачааллаар ажиллуулна.
 - Туршилтын хугацаа:
 - Туршилтын өмнө хойно үнсийг цэвэрлэж, тус бүр 30 минутыг оруулан 5 цаг хэмжилтийн хугацаа 4 цаг байна. Гэхдээ, үнс дүүрэх зэргээс шалтгаалж УХЗ-ны шаталтын байдалд өөрчлөлт орсон үед хэмжилтийг дундаас нь зогсоож үнсийг гадагшлуулна.
 - Хэмжилтийн төрөл зүйл:
 - Хавсралтны хэмжилтийн бүртгэлтйн хуудсанд 30 минут тутамд өгөгдлийг тэмдэглэл хийнэ.
- Утааны хийн хэмжилт бол 1 цаг тутамд явуулна.
- Хэмжилтийн агуулга: (Нарийвчлалыг хүснэгт-1-д хэмжилтийн төрөл зүйлийг үзүүлэв)
 - УХЗ-ны ерөнхий өгөгдөл: Нэмэлт ус, сүлжээний усны температур-даралт- урсгал хэмжээ, нүүрс зарцуулалт үсний хэмжээ зэрэг
 - Утааны хэмжилт: Утааны замын O₂, CO, NOX, SOX, тоосны агууламж

Бусад: утааны замын утааны урсгалын хурд, утааны температур

3. Хэмжилтийн үр дүнд тулгуурлан тооцоо гаргах болон зүүхны бүтээмжийг үнэлэх

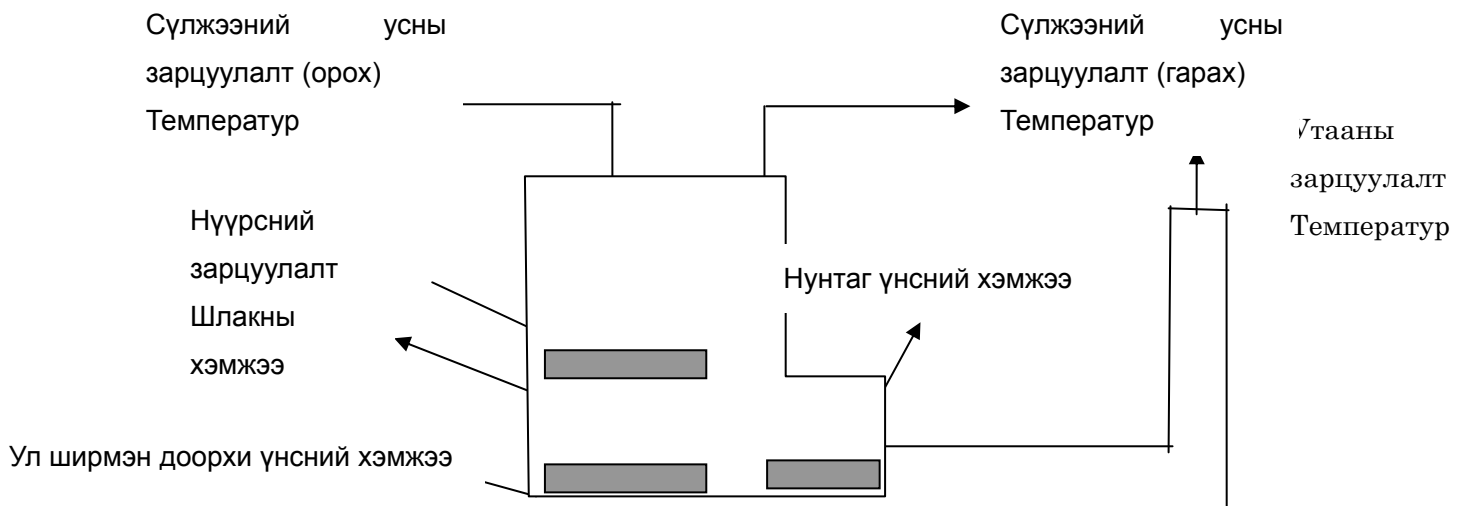
Хэмжилтийн өгөгдлийг тулгуурлан зураг-1-ийн утгуудыг тооцоолон гаргаж УХЗ-ны бүтээмжийг тооцоолон бодит бүтээмжийг нягтална.

Хүснэгт-1 Хэмжилтийн төрөл зүйлсийн жагсаалт (УХЗ түс бүрт)

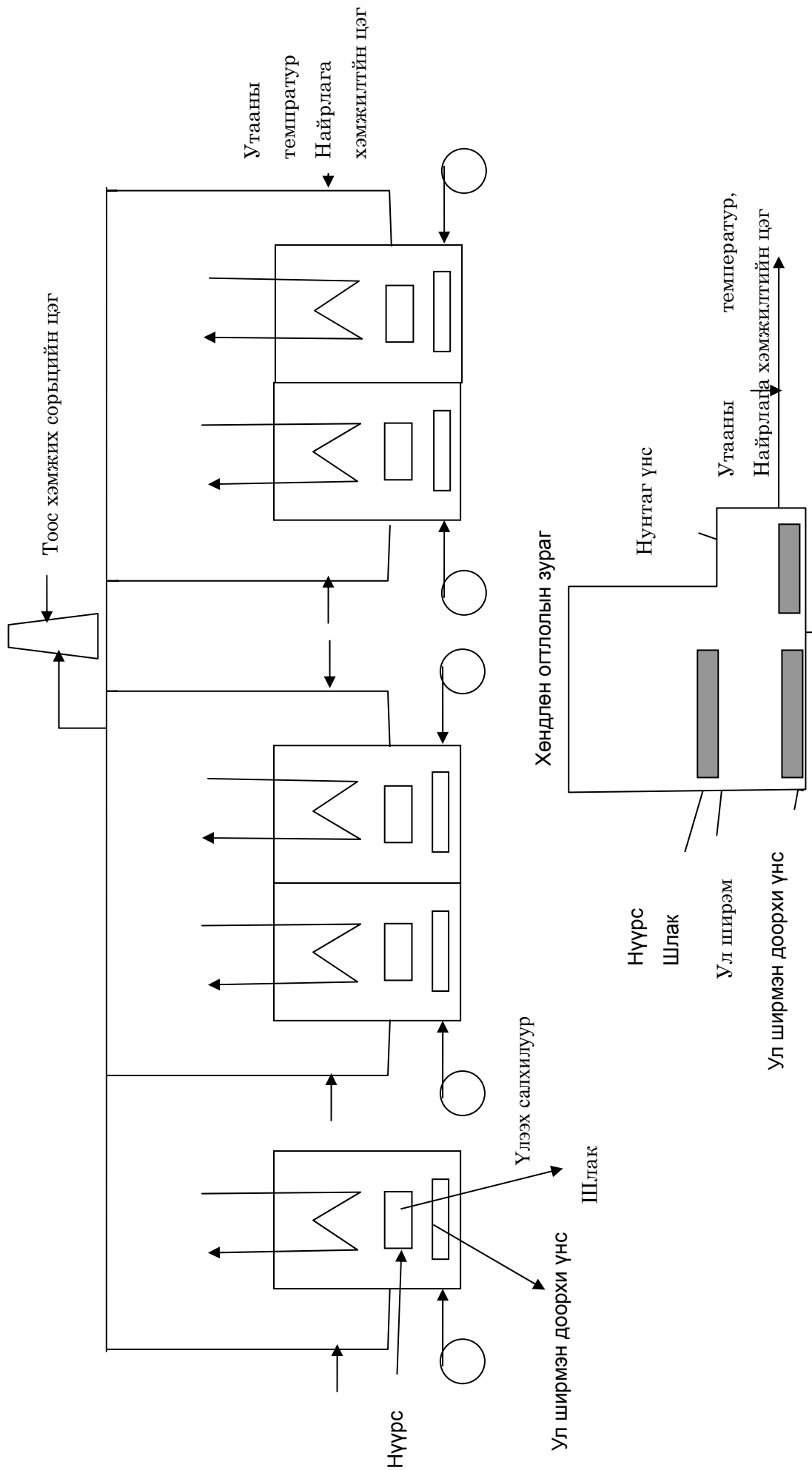
Хэмжих төрөл зүйл	Хэмжих давтамж	Хэмжих аргачлал	Сануулга
Нүүрсний оруулах хэмжээ	Хэмжилтийн хугацаанд үргэлжил үүлэх	Хүрэээр хийж байгаа нүүрс түлэлтийн тоо	
Нүүрсний дулаан ялгаруулах хэмжээ калори	1 удаа	Нүүрсний дээж авч шинжлүүлэх	Шинжилгээ хийлгүүлэх
Ул ширэмний доорхи үнсний хэмжээ (ул ширэмний доод бункерт)	1 удаа	Хэмжихээс өмнө хоосон байлгах, хэмжилтийн дараа дахин гаргаж жигнэх	Үнсэн доторх дутуу шатсан хэсэг нь шатхаас хамгаалхын тулд шууд ус цацна. Жигнэхдээ боломжийн хэрээр усыг шавхаж явуулна.
Ул ширэмний доорхи үнсний дулаан ялгаруулах хэмжээ	1 удаа	Дээж авсны дараа шинжилэх	Шинжилгээ хийлгүүлэх
Шлакны хэмжээ (ул ширмэн дээр)	1 удаа	Хэмжихээс өмнө хоосон байлгах, хэмжилтийн дараа дахин гаргаж жигнэх	Үнсэн доторх дутуу шатсан хэсэг нь шатхаас хамгаалхын тулд шууд ус цацна. Жигнэхдээ боломжийн хэрээр усыг шавхаж явуулна. Хоослоход нэлээд асуудал үүсэх магадлалтай бөгөөд ердийн үеийн байдлаар шлакыг гадагшлуулна.
Шлакны дутуу шаталтын хувь	1 удаа	Дээж авсны дараа шинжилэх	Шинжилгээ хийлгүүлэх
Нунтаг үнсний хэмжээ (УХЗ-наас гарах талын үнсний тасалгаа)	1 удаа	Хэмжихээс өмнө хоосон байлгах, хэмжилтийн дараа дахин гаргаж жигнэх	Үнсэн доторх дутуу шатсан хэсэг нь шатхаас хамгаалхын тулд шууд ус цацна. Жигнэхдээ боломжийн хэрээр усыг шавхаж явуулна.
Нунтаг үнсний дутуу шаталтын хувь	1 удаа	Дээж авсны дараа шинжилэх	Шинжилгээ хийлгүүлэх
Зуухны гадна хананы температур	30минут тутам	Алдаглын температур	Японоос авч ирэх
Утааны хийн температур, даралт	30минут тутам	Термопара, Маностар хэмжигч	Японоос авч ирэх
Утааны хий O ₂ ,CO агууламж	30минут тутам	TESTO	
Зуухны доторх	30минут	Термопара	Японоос авч ирэх

температур	тутам		
Зуухны доторхи сийрэгжилт	30минут тутам	Маностар хэмжигч	Японоос авч ирэх
Халаалтын усны температур (орох)	30минут тутам	Суурилсан байгаа температур хэмжигч	Суурилсан байгаа температур хэмжигч
Халаалтын усны температур (гарэх)	30минут тутам	Суурилсан байгаа температур хэмжигч	Суурилсан байгаа температур хэмжигч
Халаалтын усны урсгал хэмжээ	-	-	Насосны хүчин чадалд тулгуурлан тооцох (Ойролцоо дүнг)

Зураг-1 УХЗ-ны дулааны баланс



Зураг-2 УХЗ-ны орчмын урсгал



4. Хэмжилтэнд хамааралтай урьдчилсан хэрэгцээт төрөл зүйл

- (1) Хэмжилт хийх өдрийг тогтох: Аль болох эртхэн холбоо барих
- (2) Хэрэглэх нүүрс: Ерөнхийдөө 2 төрлийн нүүрсийг хэрэглэж байгаа бөгөөд зөвхөн нэг төрлөөр байлгахгаар хүсэх.
- (3) Хэмжилтийн аргачлалыг тайлбарлах
- (4) Зөвхөн нунтаг нүүрсээр ажиллуулхыг хүсэх. УХЗ-ны ачаалал хэт өндөр болж хүндрэлтэй болох тохиолдолд зөвхөн нунтаг нүүрс гэсэн ажиллагааг болиулах

УХЗ-ны хэмжилтийн өгөгдөл хүснэгт

№	Гарчиг	Хугацаа									Дундаж
1	УХЗ гарах талын утааны найрлага	%	17.1								17.1
	• O ₂										
	• CO	ppm	260								260
2	УХЗ-ны гарах талын утааны температур	°C	202								202
3	УХЗ-ны галын хотлын температур	°C	570								570
4	Үнсний бункерийн температур	°C	300								300
5	Нисэмгий үнсний бункерийн температур	°C	160								160
6	УХЗ-ны гарах талын даралт	mmH ₂ O	-8								-8
7	УХЗ-ны доторх даралт	mmH ₂ O	-5								-5
8	Зуухны гадна хананы температур	°C	53								53
	Дээд тал										
	Хажуу тал										
	Орох хэсэг										
	Гарах хэсэг										
9	Тэжээлийн усны температур	°C	48								48
	Гарах хэсэг										
10	Тэжээлийн усны зарцуулалт	m ³ /h									#DIV/0!
11	Нүүрс цэнэглэх хэмжээ	удаа	55								55
12	Зуухны өрөөн доторх температур	°C	-9								-9
13	Гадаах температур	°C	-30								-30
14	Үлээх салхилуурын сэнсий цохилгаан хүчдэл	A	31								31
15	Насооны цахилгаан хүчдэл	A									#DIV/0!

Хэмжилтийн өмнөх болон дараах хэмжилт

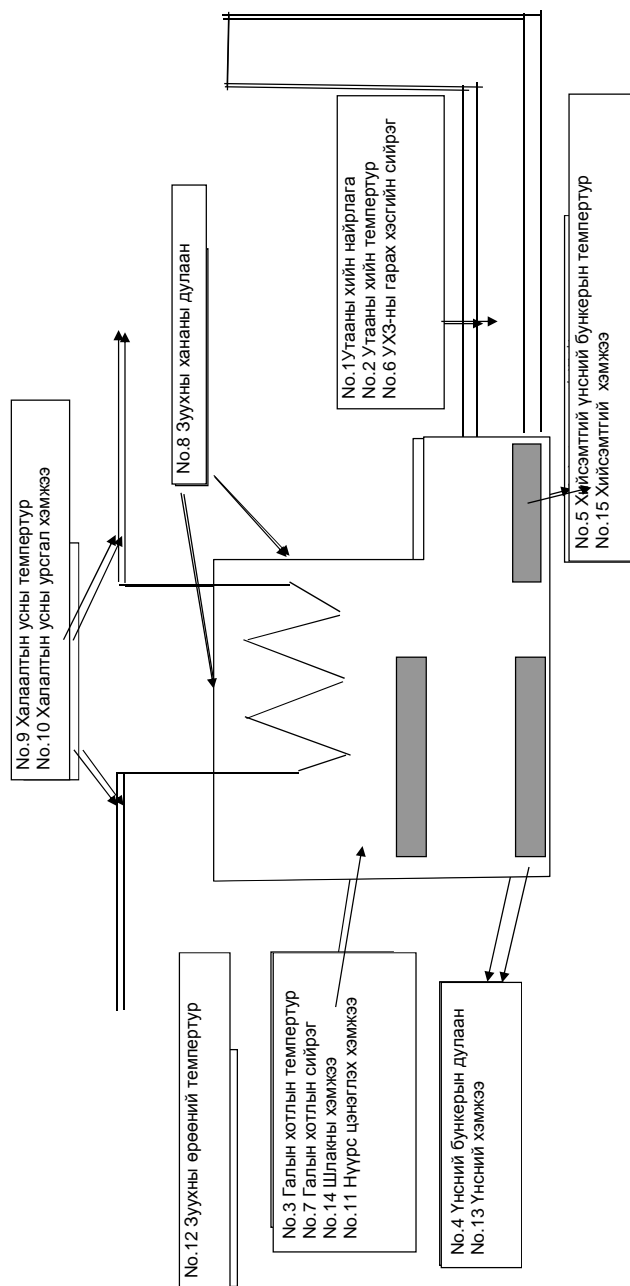
16	Ул ширмэний доорх үнс	жин	kg								
		дулаан гарах чадвар	kcal/kg								
17	Шлак (ул ширмөн дээрх)	жин	kg								
		дулаан гарах чадвар	kcal/kg								
18	Нунтаг үнс	жин	kg								
		дулаан гарах чадвар	kcal/kg								
19	Нүүрс нэг хүрзний жин	kg	4								

Үлээх салхилуурын сэнсий техникийн үзүүлэлт

урсгал хэмжээ	m ³ /min
даралт	mmAq
моторын чадал	kW

Тэжээлийн усны эргэлтийн насосны техникийн үзүүлэлт

урсгал хэмжээ	m ³ /min
даралт	kg/cm ²
моторын чадал	kW



Өгөгдөл оруулах хэсэг

Нүүрсний шинжилгээний үр дүн

ADB		Ultimate Analysis						Moisture			ADB
C	H	N	S	O	Ash	Total	ADB	Total Moisture	Total-ADB	ADB	
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
58.5	4.6	1.1	0.5	20.3	15.13	100.103	9.56	24.45	14.89	85.11	
Nalaikh											

Элементийн шинжилгээ, чийгний шинжилгээний үр дүнгээс хэрэглэх байдалд тооцоолох

ADB		Ultimate Analysis						Moisture			ADB
C	H	N	S	O	Ash	Total	ADB	Total Moisture	Total-ADB	ADB	
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
49.74	3.88	0.91	0.44	17.28	12.86	14.89	100	4625	4326	4157	
Nalaikh											

Онолын агаарын хэмжээ	Ао	Nm ³ /kg	4.90
Онолын угааны хэмжээ	Go(Wet)	Nm ³ /kg	5.43
	Go(Dry)	Nm ³ /kg	4.81

※Нүүрсний дулаан ялгаруулалт

Өгөгдөл оруулах хэсэг

Нүүрс цэнэглэх хэмжээ	220 kg			
Хэмжилтийн цаг	1 h			
Нүүрс зарцуулалтын хэмжээ	220.0 kg/h			
Нүүрсний дулаан ялгаруулах хэмжээ	4326 kcal/kg	Net		
	951720 kcal/h	1107 kW	3984661 kJ/h	
Нүүрс цэнэглэх давтамж	55 □			
Нэг удаагийн хүрзний жин	4 kg			
Үнслэг	12.88 %			
	28.336 kg			
Ширэмлэг	95 %	26.9192		
Ул ширмэн доорхи үнс	5 %	1.4168		

※Үнсний бодит дулаан

Өгөгдөл оруулах хэсэг

Үнсний бодит дулаан

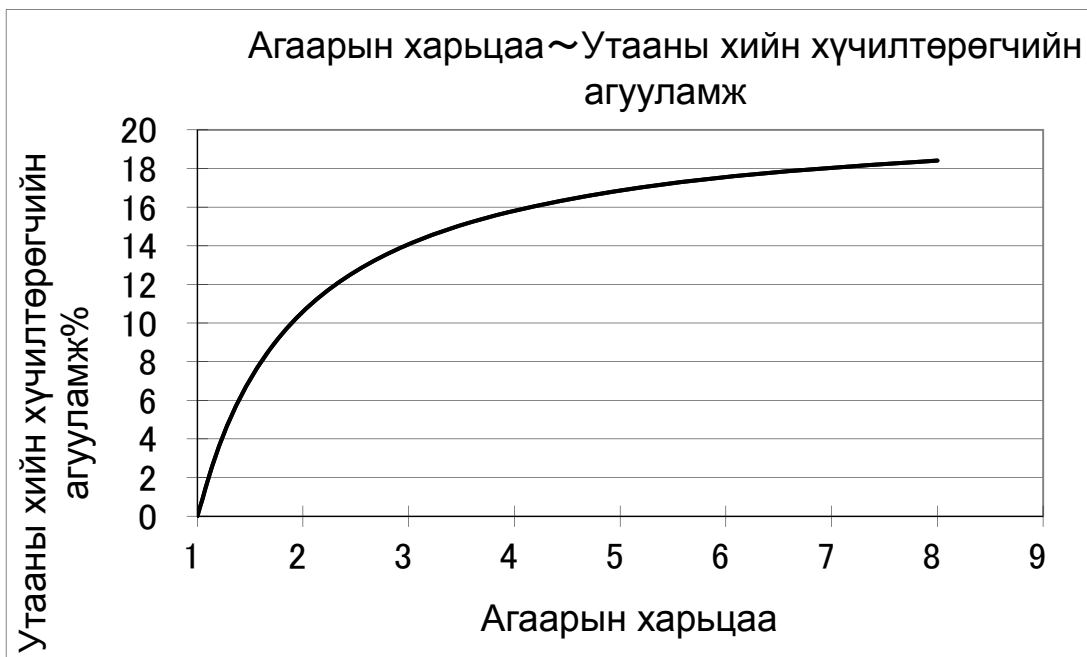
		Ул ширмэн доорх үнс	Шлак ул ширмэн дээрх	Нунтаг үнс	Нийт
Үнсний жин	kg	1.4	26.9	0	
Хэмжилтийн хугацаа	h	1	1	1	
Үнс үүсэх хэмжээ	kg/h	1.4	26.9	0	
Чийгний хувь	%	0	0	0	
Дулаан гаргах хэмжээ	kcal/kg	50	50	50	
Темпертур	°C	300	570	202	
Үнс үүсэх хэмжээ	kg/h	1.4	26.9	0	28
Үнсний бодит дулаан	kcal/h	117.6	4438.5	0	4556
	k J/h	492	18583	0	19075
	kW	0.1	5.2	0.0	5
Дутуу шатсан нүүрстөрөгчийн алдагдал	kcal/h	70	1345	0	1415
	k J/h	293	5631	0	5924
	kW	0.1	1.6	0.0	2
Дутуу шатсан нүүрстөрөгчийн хэмжээ	kg/h	0.0	0.2	0.0	0

Хуурай нөхцөлд

Үнсний хувийн дулаан kcal/kg°C

Зуухны өрөөний температур °C

	<input type="text" value=""/>	Өгөгдөл оруулах хэсэг
Утааны хийн хүчилтөрөгчийн агууламж	<input type="text" value="17.1"/>	%
Утааны хийн температур	<input type="text" value="202"/>	°C
Нүүрс цэнэглэх хэмжээ	<input type="text" value="220"/>	kg
Хэмжилтийн хугацаа	<input type="text" value="1"/>	h
Нүүрсний зарцуулалт		220.0 kg/h
Агаарын харьцаа (m)	<input type="text" value="5.3"/>	Дараах графикаас харах
Онолын агаарын хэмжээ		4.90 Nm ³ /kg
Онолын утааны хийн хэмжээ (Go)		5.43 Nm ³ /kg
Утааны хийн хэмжээ		26.48 Nm ³ /kg
		5825.1051 Nm ³ /h
Утааны хийн дулаан алдагдал		410518.45 kcal/h
		1718758.7 kJ/h
		477 kW
Утааны хийн хувийн дулаан	<input type="text" value="0.334"/>	kcal/Nm ³ °C
Зуухны өрөөний температур	<input type="text" value="-9"/>	°C



※Зуухны ханаас сарних дулаан

Өгөгдөл оруулах хэсэг

Зуухны гадаргууны талбай

Дээд тал m²

Хажуу тал m²

Зуухны гадаргууны температур

Дээд тал °C

Хажуу тал °C

Зуухны ерөөний температур °C

Дулааны урсгал хурд

Дээд тал 1052 kcal/m²h 1.223 kW/m²

Хажуу тал 917 kcal/m²h 1.066 kW/m²

Зуухны ханаас сарних дулаан алдалт

Дээд тал 12692 kcal/h 14.8 kW 53140 kJ/h

Хажуу тал 34156 kcal/h 39.7 kW 143002 kJ/h

Нийт 46848 kcal/h 54.5 kW 196142 kJ/h

БЗУИ

Өргөн 2.504 m

Өндөр 3.79 m

Урт 4.82 m

Дээд тал 12 m²

Хажуу тал 37 m²

✘Тэжээлний усны дулаан

өгөгдөл оруулах хэсэг

Тэжээлийн усны зарцуулалт m³/h

Тэжээлийн усны температур

Буцах °C

Өгөх °C

Зуухны өрөөний температур °C

Буцах талын бодит дулаан 1210000 kcal/h

Өгөх талын бодит дулаан 1694000 kcal/h

Тэжээлийн усны дулаанаас гарах дулаан 484000 kcal/h

Дулааны балансын товчоо

Гарчиг		Нэгж	Дүн	Хувь(%)
Орох дулаан	Нүүрсний дулаан	kcal/h	951720	100.0
	Нийт	kcal/h	951720	100.0
Гарах дулаан	Тэжээлийн усны дулааны хэмжээ	kcal/h	484000	50.9
	Цацрагийн дулаан алдалт	kcal/h	46848	4.9
	Үнсний бодит дулаан	kcal/h	4556	0.5
	Үнсэн доторх бүтэн шатаагүй нүүрстөрөгч	kcal/h	1415	0.1
	Утааны хийн алдалт	kcal/h	410518	43.1
	Тодорхой бус дулаан	kcal/h	4383	0.5
	Нийт	kcal/h	951720	100.0
Зуухны АҮК		%	50.9	

Сургалтын материал No.7 төсгөлийн хуудасны нэгтгэсэн хүснэгттэй адил зүйл

Appendix2.4-4 Lecture Handout for Boiler Performance Management

3. Operation and maintenance of small hot water boilers

I. УС ХАЛААХ ЗУУХ, ТҮҮНИЙ ХИЙЦ

Ус халаах зуух нь галын хотол, хийн хөндийн хэсэг, ул ширэм, өрлөг дулаалга гэсэн үндсэн хэсгүүдээс бүрдэнэ.

Бага чадлын ус халаах зуухны хийцийг боловсруулах, өөрчлөхөд нэгж хугацаанд нэгж халаах гадаргуугийн авах дулааны хэмжээг (**Q/H**) ашиглана.

Q- зуухны дулааны чадал, Гкал/ц (МДж/ц); H-зуухны нийт халаах гадаргуу, м².

Төрөл бүрийн зуухны хувийн дулаан авалтын ойролцоо утгуудыг дараах хүснэгтээр харуулав.

	Зуухны төрөл	Q/H	
		ккал/м ² ц	Вт/м ²
Хүрэн нүүрс			
1	Ширмэн зуух		
	Дотроо галын хотолтой	2000-3000	2326-3490
	Гаднаа галын хотолтой	7000-9000	8140-10470
2	Хийн хоолойтой	5000-8000	5800-9300
3	Усны хоолойтой ба босоо цилиндр	10000-15000	11630-17450
Мод ба Хүлэр			
1	Ширмэн зуух		
	Дотроо галын хотолтой	3000-5000	3490-5800
	Гаднаа галын хотолтой	8000-10000	9300-11630
2	Хийн хоолойтой	9000-15000	10470-17450
3	Усны хоолойтой ба босоо цилиндр	13000-20000	15120-23260
Шингэн ба хийн түлш			
1	Ширмэн зуух		
	Дотроо галын хотолтой	7000-8000	8140-9300
	Гаднаа галын хотолтой	10000-13000	11630-15120
2	Хийн хоолойтой	13000-20000	15120-23260
3	Усны хоолойтой ба босоо цилиндр	15000-23000	17450-26750

Зуухны АҮК голчлон зуухнаас гарч байгаа утааны хийн температураас хамаардаг. Зуухнаас гарах утааны хийн температур өндөр байвал АҮК бага байна. Зуухнаас гарах утааны хийн температур зуухны халаах гадаргуугийн хэмжээ буюу түүний хувийн дулаан авалтаас (**Q/H**) хамаарна. Иймд техник эдийн засгийн тооцоогоор оновчтой утгыг тодорхойлно.

Галын хотлын хийц, хэмжээг тодорхойлох

Зуухны галын хотлын хийцийн үндсэн хэмжээсүүд түлшний төрөл, бүтэц, шинж чанараас хамаарна.

Галын хотлын ул ширэмний шаталтын толин гадаргуу

$$R=l*b, \text{ м}^2$$

Галын хотлын эзлэхүүн

$$V=h*R, \text{ м}^3$$

Энд: l- галын хотлын гүн, м; b-ул ширэмний өргөн, м; h- галын хотлын өндөр, м.

Зуухны хүчин чадлыг урьдчилан тодорхойлох буюу шаталтын толин гадаргууг тодорхойлохдоо шаталтын толин гадаргуугийн дулааны хүчдлийг

$$\left(\frac{Q}{R}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2\text{ц}} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right) \right) \text{ ашиглана.}$$

Зуухны дулааны чадал

$$Q_3 = \frac{Q}{R} \cdot R \cdot \eta, \text{ ккал/ц (кВт)}$$

Галын хотлын шаталтын толин гадаргуу

$$R = \frac{Q_3}{\left(\frac{Q}{R}\right) \cdot \eta}, \text{ м}^2$$

Зуухны хүчин чадлыг урьдчилан тодорхойлох буюу галын хотлын эзлэхүүнийг тодорхойлохдоо шаталтын түүний эзлэхүүний дулааны хүчдлийг $\left(\frac{Q}{V}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{ц}} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}\right)\right)$ ашиглана.

Зуухны дулааны чадал

$$Q_3 = \frac{Q}{V_{\text{гх}}} \cdot V_{\text{гх}} \cdot \eta, \text{ ккал/ц (кВт)}$$

Галын хотлын эзлэхүүн

$$V_{\text{гх}} = \frac{Q_3}{\left(\frac{Q}{V_{\text{гх}}}\right) \cdot \eta}, \text{ м}^3$$

Ул ширэмтэй зуухны галын хотлын эзлэхүүн экран хоолой, ханын галд тэсвэртэй өрлөгө, ул шимээр хязгаарлагдана.

Түлшийг үр ашигтай шатаах галын хотлын хамгийн бага эзлэхүүн

$$V_{\text{гхб}} = \frac{B_p Q_i^r}{q_{v3}}$$

q_{v3} - галын хотлын эзлэхүүний зөвшөөрөгдөх хүчдэл, $\left(\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{ц}} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}\right)\right)$

Зуухны галын хотлоос гарах утааны хийн температурыг оновчтой хэмжээнд хүртэл бууруулахын тулд галын хотлын хамгийн бага эзлэхүүнийг 15-20%- иар ихэсгэн $V_{\text{гх}} = (1.15 - 1.2)V_{\text{гхб}}$ авч болно.

Ус халаах зуухны галын хотлын үндсэн үзүүлэлт

	Үзүүлэлт	Тэм-дэг-лэгээ	Хэмж. нэгж	Мод		Хүрэн нүүрс	
				Ширмэн ба босоо цилиндр	Усны хоолойтой	Ширмэн ба босоо цилиндр	Усны хоолойтой
1	Шаталтын толин гадаргуугйн дулааны хүчдэл	$\frac{Q}{R}$	ккал/м ² ·ц (кВт/м ²)	450 (525)	800 (930)	450 (525)	700 (815)
2	Галын хотлын эзлэхүүний дулааны хүчдэл	$\frac{Q}{V_{\text{гх}}}$	ккал/м ³ ·ц (кВт/м ³)	300 (350)	300 (350)	300 (350)	250 (300)

II. ЗУУХНЫ АШИГЛАЛТ

1. Ус халаах зуухыг усаар шахаж шалгах

Ус халаах зуухны халаах гадаргууг шинээр угсарсны болон их засвар хийсний дараа дотоод үзлэг хийж, усаар шахаж шалгана.

Халаах гадаргуугийн хоолойнуудын гагнаас болон фланецан холболтуудын байдал, зэврэлт, ан цав гарсан эсэхийг үзлэг хийж сайтар шалгана.

Усаар шахаж шалгахын өмнө бүх хаалт, арматурыг угсарсан байна.

Зуухны хий гаргагчуудыг онгойлгон тасалгааны температуртай усаар дүүргэнэ.

Хий гаргагчуудаар ус гарч эхэлмэгц тэдгээрийг хаана.

Зуухыг усаар дүүргэсний дараа даралтыг алгуур норм хэмжээнд буюу 1.25Р МПа хүртэл нэмж 5 барихад даралт буурахгүй байх ёстой. Дараа нь зуухны ажлын даралттай болтол бууруулан бүх гагнасан болон фланецан холболтуудыг шалгана. Хэрэв ус шүүрэх тохиолдол гарвал тэр байрлалуудад шохойгоор тэмдэг тавьсны дараа усыг буулгаж, гэмтэл, доголдлыг ариласны дараа усан шахалтыг дахин хийнэ.

Дахин шахалт хийэд доголдол илрээгүй тохиолдолд туршилт дууссан гэж үзээд акт үйлдэж, зуухны паспортанд хавсаргана.

2. Зуухны өрлөг дулаалгыг хатаах

Ус халаах зуухны халаах гадаргуугийн бүх хэсгүүдийг угсарч усан шахалт хийж шалгасны дараа өрлөг дулаалгыг зургийн дагуу хийж гүйцэтгэнэ. Өрлөг, дулаалгыг хийсний дараа зуухны ам болон бүх нээхийнүүдийг онгойлгон 5 хоног орчны нөхцөлд хатаана.

Зуухыг галлаж өрлөг дулаалгыг дараах графикийн дагуу хатаана.

- Зуухыг модоор галлан 4-8 цагийн турш галын хотлын температурыг 100-110 °С хүртэл алгуур нэмэгдүүлнэ.
- Галын хотлын температурыг 100-110 °С хэмжээнд 24 цагийн турш тогтмол байлгах
- Галын хотлын температурыг 30-40 °С/ц хурдтайгаар 500-550 °С хүртэл нэмэгдүүлэх
- Галын хотлын температурыг 500-550 °С хэмжээнд 8-10 цагийн турш тогтмол байлгах
- Галын хотлын температурыг 60-80 °С/ц хурдтайгаар ашиглалтын үеийн 1100-1200 °С хүртэл нэмэгдүүлэх

3. Зуухыг шүлтээр угаах

Зуухыг шинээр угсарсны дараа буюу их засвар хийсний дараа түүний халаах гадаргуугийн дотор гагнуурын баас (хог) наалдах ба зэв, тосоор бохирдож болно Энэ тохиолдолд зуухыг явуулахын өмнө шүлтээр цэвэрлэх шаардлагатай. Шүлтээр цэвэрлэхийн өмнө зуухны гадна дотор гадаргууд сайтар үзлэг хийнэ.

Гадаад үзлэгийг зуух, шугам хоолойн эд ангиуд, түлш, ус, уур, хий ба агаарыг тохируулах хэрэгслүүд, хянах, хэмжих багажуудын угсралт зөв эсэхийг шалгахын тулд хийнэ.

Зуухны халаах гадаргууг шүлтээр угаахын өмнө тэжээлийн сан, деаэратор, тэжээлийн ба бусад туслах шугам хоолойд үзлэг хийж угаана.

Шүлтээр цэвэрлэх үед зуухыг дүүргэх, нэмж тэжээхдээ зөөлрүүлсэн ус хэрэглэнэ. Зуухыг усаар дүүргэхийн өмнө агаар гаргагч байхгүй бол хамгаалах хавхлагын 1- ийг өргөж хийг гаргана. Уурын зуухны хувьд тогоон дахь усны түвшинг дээд хэмжээндээ хүрмэгц ус өгөлтийг зогсоон угаалгын явцад тогтмол барина.

Шүлтийн угаалганд NaOH, сод-Na₂CO₃, 3 натрифосфат-Na₂PO₄·12H₂O зэрэг бодисуудыг хэрэглэнэ.

Шүлтээр угаасны дараа 45 минут тутам дээд, доод тогоо, экраны цуглууруудаас сорьц авч шүлтлэг болон бохирдолтыг тодорхойлно.

Шүлтээр угааж эхэлснээс хойш 12...20 цаг болоод эхний бага зэргийн үлээлгэ хийнэ. Шүлтээр угааж дуусаад цугларсан бохирдолтыг зайлуулахын тулд эрчимтэй үлээлгэ хийнэ.

Зуухны бохирдолтын хэмжээнээс хамаарч шүлтийн угаалга 48...86 цаг үргэлжлэнэ.

Шүлтээр угаасны дараа 50...60 °С –аас ихгүй температуртай усаар угаана.

Шүлтээр угааж усаар зайлсны дараа зуухны халаах гадаргуугийн байдлын тухай акт үйлдэнэ. Дараа нь зуухыг зөөлрүүлсэн усаар дүүргэн нягтралыг шалгаж туршилт хийхэд бэлтгэнэ.

Зуухны ашиглалтын эхний сарын турш бохирдолтыг зайлуулахын тулд үлээлгийг олон (тооцоот хэмжээнээс 2 дахин) удаа хийнэ.

4. Зуухыг галлахад бэлтгэх

Зуухыг зогсоосны дараа галлаж явуулахдаа даргын зөвшөөрлөөр ашиглалтын зааврын дагуу гүйцэтгэнэ.

Зуухыг галлагаанд бэлтгэхдээ ашиглалтын ажиллагсад дараах зүйлийг шалгана.

Үүнд:

- Зуух, галын хотол, гарнитур, хаалт, хамгаалах хавхлага, сойлтуурын бүрэн бүтэн байдал

- Зуух, халаалтын системийн манометр, төрмометрийн бүрэн бүтэн байдал

- Төрмометрийн гильз тостой зсэх

- Зуухруу ус орох, гарах шугамын фланцуудын завсар, хамгаалах хавхпага, юүлэх шугамуудад тавьсан таглааг (заглушка) авсан эсэх

- Галын хотол ба хийн хөндийд ямар нэгэн илүү зүйлс байгаа эсэхийг шалгах

- Үлээх салхилуурын ажлын дугуй чөлөөтэй эргэж байгааг, сойлтуур хааж нээхэд зэргийг

- Сүлжээний насосны бүрэн бүтэн байдал, түүний цахилгаан хөдөлгүүрийн холболтуудыг шалгах

Бүх тоноглол, хянах хэмжих багаж хэрэгслүүдийг шалгаж хэвийн болгосны дараа зуухны агаар гаргагч болон орох талын шугамын хаалтыг онгойлгон түүнийг усаар дүүргэнэ. Агаар гаргах хавхлагаар ус гарч эхэлмэгц түүнийг хааж зуухнаас ус гарах шугам дээрх хааптыг онгойлгоно. Зуухыг халаалтын системд холбосны дараа түүнийг усаар тэжээнэ.

Зуух ба системийг 40 ... 70°C температуртай усаар галлагааны зааварт заасан хугацаанд анхаарал болгоомжтойгоор дүүргэнэ.

Зуухыг усаар дүүргэх явцад нээлхий, фланец, үлээлгэ, юүлэх арматуруудын нягтралыг шалгана. Ус шүүрсэн тохиолдолд чангалж гэмтэл, доголдлыг устгана.

Систем усаар дүүрсэн үед эргэлтийн насос, үлээх салхилуур, утаа сорогч, цахилгаан хөдөлгүүр зэргийг богино хугацаагаар ажиллуулан шалгана.

Зуухны байрны гэрэлтүүлэг хүрэлцээтэй эсэх, аваарын гэрэлтүүлгийн бүрэн бүтэн байдал, ажиллагааг шалгана.

5. Зуухыг галлах

- Утааны хийн сувгийн сойлтуурыг онгойлгон яндангийн өөрийн таталтаар галын хотол болон хийн хөндийд цугларсан хийг 5...10 минут соруулсны дараа усан хөргөлттэй ул дээр урьдчилан бэлтгэсэн хуурай мод (түлээ) өрж асаана. Гэхдээ энэ үед салхилуурыг ажилд залгахгүй галлагааны амыг онгорхой байлгана.
- Мод нилээд шатаж цогшсоны дараа ул ширэм дээгүүр модны цогийг тарааж бага зэргийн нүүрс оруулж үлээх салхилуурыг залган улны дороос үлээлгэнэ. Нүүрсний ноцолт, шаталтыг тогтворжсоны дараа нүүрсийг аажмаар нэмж өгнө. Нүүрсний шаталтыг эрчимжүүлэхийн тулд үе үе шилгээлт хийх шаардлагатай.
- Ашиглалтын явцад зуухны өмнөх ба дараах сүлжээний усны температур, усны зарцуулалт, зуухнаас гарах утааны хийн температурыг тогтмол хэмжиж хянан шаардлагатай хэмжээнд барьж ажиллуулна.

6. АШИГЛАЛТЫН ҮЕД УС ХАЛААХ ЗУУХНЫ АЖИЛЛАГААГ ХЯНАХ

Ус халаагуурын зуухны ажиллагааны үед зуухруу орох ба түүнээс гарах усны даралтыг хэвийн хэмжээнд, зуухнаас гарах усны температурыг зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс ихэсгэх буюу бууруулахгүйгээр барих шаардлагатай.

Галын хотол дахь түлшний шаталт, насос, утаа сорогч, үлээх салхилуурын ажиллагааг

шалган холхивчийн тосыг тогтмол хийнэ.

Зуухны галын хотлын дээд хэсгийн сийрэгжилтийг 20 Па (2мм.у.б.)- аас багагүйгээр тогтмол барьж түүнийг утаа сорогчийн чиглүүлэх аппаратаар, утаа сорогчгүй тохиолдолд хийн сувгийн сойлтуураар тохируулна.

Зуух, хаалт, арматур, шугам хоолойн байдлыг хянаж, хамгаалах хавхлага, манометрүүдийг шалган, галын хотлыг тогтмол цэвэрлэж, халаах гадаргууг хөө, үнснээс цэвэрлэнэ.

Тоосон нүүрсний галын хотол бүхий ус халаагуурын зуухны ажиллагааны үед түлш өгөлтийг зогсоох автомат хэрэгслийн, харин ул ширэмтэй зуухны хувьд үлээх, сорох төхөөрөмж, түлш өгөх механизмуудыг салгах хэрэгслүүдийн бүрэн бүтэн байдалд онцгой анхаарах шаардлагатай.

Зуухны ачаалал хэт ихсэх буюу хэт буурах тохиолдлуудад түүний ашигт үйлийн коэффициент буурч түлшний зарцуулалтыг нэмэгдүүлнэ. Зуухны ачааллыг температураар нь тохируулах үед 1 зуухны ачааллыг өөрчлөн бусад зуухыг оновчтой горимоор ажиллуулах нь зүйтэй.

Зуухны ажиллагааны явцад горимын карт, ашиглалтын зааврыг баримтлана.

Сүлжээний • усны температурын график буюу усны температур гадна агаарын температураас хамаарах хамаарлын хүснэгтийг ажлын байранд харагдахуйц газар байрлуулна.

Зуухны халаах гадаргууд ус буцлахгүй байх тохиолдолд түүний найдвартай ажиллагаа хангагдана.

Зуухны усны даралт буурснаар түүний буцлах (ханалтын) температур усны температураас бага болох, зарцуулалт багасахад ус буцлах температураасаа их халах тохиолдлуудад ус буцалж уур үүссэнээс ашиглалтын хэвийн горим алдагдана.

Мөн халаах гадаргуугын зэрэцээ хоолойнуудын төгсгөлд даралтын уналт харилцан адилгүй байх тохиолдолд тэдгээрийн зарим хоолойгоор дайран өнгөрөх усны зарцуулалт дундажаасаа багассанаар ус буцалж уур үүсэх шалтгаан болдог.

Иймд усны даралтыг шаардлагатай түвшинд барьснаар ус халаагуурын зуухны ажиллагааны хэвийн горимыг хангах боломжтой.

7. УС ХАЛААХ ЗУУХЫГ АВААРИЙН БАЙДЛААР ЗОГСООХ

Дараах тохиолдлуудад зуухны машинч буюу хамгаалах хэрэгслүүд ажиллаж ус халаагуурын зуухыг яаралтай зогсоох шаардлагатай [11.].

- Зуухны усны даралт буюу температур ихсэх (түлш өгөлтийг таслан, үлээлт ба соролтыг бууруулах болон бусад арга хэмжээ авсаар байтал) үед

- Зуухруу ус орох ба гарах шугам дээрх даралтын хэмжүүрүүд ажиллагаагүй болох

- Хамгаалах хавхлаг ажиллагаагүй болох тохиолдолд

- Нэмэлт усыг өгсөөр байхад системийн даралт унавал

- Насос доголдон усны эргэлт зогсох тохиолдолд

- Үлээх салхилуур буюу утаа сорогч зогссон үед

- Зуухны ямар нэгэн эд анги, ерлөг гэмтэхгэн цав үүсэх зэргээр зуух эвдэрч

болзошгүй аюул тохиолдсон үед

- Зууханд түймэр гарах, утааны хийн хөндийд нүүрсний үлдэгдэл ба хөө шатаж хүний амь, зуухны ажиллагаанд аюул тохиолдвол

- Зууханд усан цохио үүсэх тохиолдолд

- Зуухнаас гарч байгаа усны даралт сүлжээний усны ажлын даралтаас 5%- иас илүү гарч үргэлжлэн өссөн үед

- Зуухнаас гарах усны даралт 0.4 МПа- аас буурсан үед.

- Зуухнаас гарч байгаа усны температур зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтэрсэн үед

-Цахилгаан тэжээл тасарсан үед

Аваарын байдлаар зуухыг зогсоосон шалтгааныг ээлжийн дэвтэру бичиж зуухны

удирдлагад мэдэгдэх шаардлагатай.

Зуухны шугам хоолойд үлээлт гарч ус гоожих ба зуухны хянах, хэмжих багажуудын гэмтэл нь зуухыг яаралтай зогсооход хүргэхзэргүй бол машинч нэн даруй удирдлагад мэдэгдэнэ,

Аваарийн байдлаар зуухыг зогсоох үед доорхи зүйлүүдийг заавал хийвэл зохино.

Үүнд:

а. Нүүрс, агаар өгөлтийг зогсоож утаа соролтыг огцом бууруулна.

б. Шатаж байгаа нүүрсийг галын хотлоос гаргах

в. Галын хотолд нүүрс шатаж дууссаны дараа ч тодорхой хугацаанд утааны хаалтыг онгорхой байлгах шаардлагатай.

Зуухны хийн хендид нүүрсний үлдсэн жижиг хэсэг, хөө, тортог шатах үед зуухыг аваарийн байдлаар зогсоохдоо нүүрс, агаар өгөлтийг яаралтай тасалж утаа сорогчийг зогсооно.

Зууханд гал гарсан үед машинч гал команд хурдан дуудаж түүнийг унтраах арга хэмжээ авахаас гадна ажиллаж байгаа зуухнаас хяналт анхаарлаа салгаж болохгүй. Хэрэв галын аюул зууханд нөлөөлж түүнийг унтраах боломжгүй бол зуухыг аваарийн байдлаар зогсооно.

Аваарийн үед зуухыг дараах дарааллаар зогсооно.

а. Түлш өгөлтийг зогсооно.

б. Үлээлгийг хааж соролтыг багасгана.

в. Үнс болон шатаж байгаа нүүрсийг хурдан зайлуулна.

д. Зууханд ус орох ба гарах хаалтуудыг хаана.

Дээрх бүх тохиолдлуудад галын хотол дахь түлшний шаталт дуусч зуухнаас гарах усны температур 70°C хүртэл буурсан үед зуухыг дулааны сүлжээнээс салгана.

III. ТУСЛАХ ТОНОГЛОЛЫН АШИГЛАЛТ

1. ТӨВӨӨС ЗУГАТААХ ХҮЧНИЙ НАСОСЫГ ЯВУУЛАХ

Насосыг ажилд залгахын өмнө дараах шалгалтуудыг хийнэ. Үүнд:

- Холхивчийн тос байгаа эсэх, голын тосолгооны цагирагийн байрлал, сальникийн байдал

- Сорох ба шахах талын шугам дээрх напор хэмжих манометр ба мановакуумметрийн хавхлагууд хаалттай эсэх

- Насосны голын эргэлт

- Фланецын холболтын нягтрал

- Цахилгаан хөдөлгүүрийн залгах хэрэгсэл, буцаахгүй клапангийн бүрэн бүтэн байдал

- Насосыг усаар дүүргэсэн эсэх

Цахилгаан хөдөлгүүрийг хэт ачаалалд орохоос сэргийлэн сорох шугам дээрх хаалтыг онгойлгон шахах талын хаалт хаалттай үед хөдөлгүүрийг сүлжээнд залган насосыг хоосон явуулна.

Цахилгаан хөдөлгүүрийг сүлжээнд залган түүний эргэлтийн чиглэл зөв эсэхийг шалгана. Насосны эргэлт хэвийн, манометр шаардлагатай даралтыг зааж байгаа тохиолдолд шахах шугам дээрх хаалт, мановакуумметрийн краныг алгуур онгойлгон холхивч, нягтруулгын сальникуудын хөргөлтийн усыг өгнө. Насосны шахах шугам дээрх хаалтаар зууханд орох усны хэмжээг тохируулна.

Насосны ажиллагааны явцад холхивчны тос, тосолгооны цагирагны эргэлт, холхивчийн халалт, сальникийн нягтрал зэргийг хянан насосыг үе үе хатаана. Насосыг буруу байрлуулах, тосолгооны цагираг муу эргэх, тос бохирдох, вкладыш элэгдэх зэргээс шалтгаалан түүний холхивч хална.

Насос ба цахилгаан хөдөлгүүрийн төвлөрүүлэлт (центровка), ажлын дугуйн тэнцүүлэг (балансировка) алдагдах, холхивчийн вкладыш зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс их элэгдэх зэргээс шалтгаалан доргио үүснэ. Доргио нь 750' эр/мин эргэлтийн үед 0.12 мм, 2000 эр/мин хүртэл эргэлтийн үед 0.06 мм-ээс хэтрэхгүй байх ёстой.

Холбох муфтын зоролт буруу байх, гол гулзайх, холхивч түржигнэн дуу орох, ажлын дугуй нягтруулгадаа баригдан тээглэж гацах, цахилгаан хөдөлгүүрийн ороомог битүүрэх, кавитац үүсэх зэргээс шалтгаалан насосонд дуу чимээ орж цохио үүснэ.

Оч үсрэх, хэт ачаалалд орох, доргио зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтрэх, холхивч болон бусад эд ангиудад дуу орох зэргээр цахилгаан хөдөлгүүрийн хэвийн ажиллагаа алдагдах үед насосыг зогсоох шаардлагатай.

Төвөөс зугатаах хүчний насосыг зогсоохдоо шахах талын шугамын хаалт болон мановакууметрийн крантыг алгуур хааж цахилгаан хөдөлгүүрийг сүлжээнээс салгасны дараа сорох шугамын хаалт, манометрийн крантуудыг хааж холхивчийн хөргөлтийн ба сальникийн нягтруулгын ус өгөлтийг зогсооно.

Насосны хэвийн ажиллагааны явцад дотоод алдагдал ихсэх, усны температур нэмэгдэх ба сорох хоолойн эсэргүүцэл ихсэх (насосонд ууршилт болох) ажлын дугуй бохирдох (беглерөх), ажлын хүрээм болон нягтруулгын цагираг элэгдэх, насосны гэр (корпус) ба сорох хоолойд агаар орох зэргээс шалтгаалан түүний бүтээмж багасана.

Мөн түүнчлэн хүлээн авах клапан гацах, түүний тор бохирдож бөглөрөх, сорох ба шахах талын шугам хоолой дутуу онгойх, бак доторхи усны түвшин хүрэлцээгүй байх, цахилгаан сүлжээний хүчдэл унах зэргээс хамаарч насосны бүтээмж буурна.

2. ҮЛЭЭХ БА СОРОХ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН АШИГЛАЛТ

Үлээх салхилуур ба утаа сорогчийг ажиллагаанд залгахын өмнө дараах шалгалтыг хийх шаардлагатай.

- Холхивчийн тосны хэмжээ, чанар (удаан хугацаагаар зогсоосны дараа задлаж керосиноор угаан угсраад тосоор дахин дүүргэх)

- Тосолгооны цагирагын гол дээрх байрлал, угсралтын байдал зөө эсэх, чөлөөтэй эргэж байгаа эсэхийг

-Утаа сорогч ба салхилуурын төвлөрүүлэлтийг

-Тэдгээрийн сорох талын сойлтууруудын (шиберүүдийн)

байрлал

Эдгээрийг шалгаж үзээд зерчил илрээгүй тохиолдолд цахилгаан хөдөлгүүрийг залгана. Утаа сорогч, салхилуур болон тосолгооны цагирагны эргэлт буруу, хүчтэй доргиотой, чимээ гарч холхивч хурдан халж байвал цахилгаан хөдөлгүүрийг зогсоон доголдлыг арилгана. Залгаснаас хойш хэвийн эргэлтээ авч напор нь бүрэн гарсны дараа сойлтуурыг онгойлгоно.

Утаа сорогч болон үлээх салхилуурын хийц ойролцоо боловч тэдгээрийн ажиллагааны нөхцөл эрс ялгаатай. Үлээх, сорох төхөөрөмжийн ажиллагааны нөхцөл зуухны техникийн байдал, ашиглалтын горимоос хамаарна. Галын хотлын ажиллагааны горим зөрчигдөх, агаар соролт ихсэх, халаах гадаргуу элэгдэх зэргээс шалтгаалан үлээх, сорох төхөөрөмжийн ажиллагааны нөхцөл эрс муудаж хэт ачаалалд орох, ажлын хүрээмүүд злэгдэн зуухны ачааллыг хязгаарлах буюу аваарийн байдлаар зогсоход хүргэнэ.

Үлээх салхилууртай харьцуулахад утаа сорогч нь өндөр температуртай утааны хийн орчинд ажиллах учраас ажиллагааны нөхцөл нь хүндрэлтэйгээс гадна түүний холхивчийг тогтмол найдвартай хөргөх шаардлагатай байдаг.

Утаа сорогч ба үлээх салхилуурын хэвийн ажиллагааны гол нөхцөл нь холхивчийн хийц, ажиллагааны горимоос хамааруулан тосолгооны материалыг зөв сонгох явдал юм.

Холхивчийн хөргөлтийн усыг тасралтгүй өгч түүний температур, нягтруулгын байдлыг тогтмол хянаж байх шаардлагатай. Нягтруулга муудсанаас тосолгооны тос шүүрснээр холхивч халж эвдрэлд орохоос гадна цахилгаан хөдөлгүүрийн ороомогруу тос цацагдсанаар түүний тусгаарлагчийг муудаж эвдрэхэд хүргэдэг.

Зуухны ачаалал өөрчлөгдөх үед салхилуур буюу утаа сорогчийн бүтээмжийг үр

ашигтайгаар тохируулах шаардлагатай.

Холхивчийн температур 65°C - ээс ихэссэнээр түүний хэвийн ажилягаа алдагдаж чимээ, цохио үүснэ.

Утаа сорогч ба салхилуурын ашиглалтын үед дараах үйлчилгээг хийх шаардлагатай.

- Цахилгаан хөдөлгүүрийн ажиллагааг хянан хэт ачаалал авахуулахгүй байх
- Зуухны ачаалалтай уялдуулан бүтээмж, напорыг тохируулах
- Холхивчийн тосолгоо, хөргөлт, температурыг тогтмол хянаж 65°C - ээс хэтрүүлэхгүй байх
- Эргэх хэсгүүдэд доргио, чимээ шуугиан, цохио үүсч буй эсэхийг хянах
- Холхивчийн тосны зарим хэсгийг үе үе юулж шинээр солих
- 2 сард 1- ээс доошгүй удаа холхивчийг задлан үзлэг, цэвэрлэгээ, засвар хийн угсарч тосыг бүрэн солих
- Ажиллаагүй байгаа утаа сорогч ба салхилуурын сойлтуурууд бүрэн, нягт хаалттай эсэхийг тогтмол шалгах

Салхилуур ба утаа сорогчийг зогсоохдоо цахилгаан хөдөлгүүрийг сүлжээнээс салган сойлтуурыг хаасны дараа холхивчийн хөргөлтийн усыг хаана. Утаа сорогчийг өвлийн улиралд зогсоохдоо холхивчийн хөргөлтийн усыг юүлнэ. Утаа сорогч ба салхилуурыг удаан хугацаагаар зогсоохдоо холхивчийн тосыг юүлж харьцах хэсгүүдийг солидолоор тослоно.

3. МАНОМЕТРТ ХИЙХ ҮЙЛЧИЛГЭЭ

Уур, хий ба шингэний даралтыг хэмжихэд манометрийг хэрэглэнэ. Манометрийн хуваарь дээр зуухны зөвшөөрөгдөх ажлын даралтыг тодорхойлсон улаан зураасан тэмдэглэгээ байх ёстой. Зарим тохиолдолд улаан зураасны оронд түүний гадна гэр дээр улаан өнгийн ган ялтсыг шилэн дээр нь нягт суулган бэхэлсэн байна. Манометрийн шил эргэж хөдөлж болзошгүй учраас улаан зураасыг түүний шилэн дээр зурж болохгүй.

Үйлдвэрлэлийн практикт зөвхөн бүрэн бүтэн, шалгасан манометрийг ашиглана. Стандарт жин хэмжүүрийн лабораторийн мэргэжилтэн манометрийг жил бүр шалгаж баталгаажуулан он сар едрийг бичиж зүүсэн байна. Түүнээс гадна үйлдвэрийн удирдлага 6 сард 1- ээс цөөнгүй удаа үлгэр жишээ шалгах манометрийн тусламжтайгаар шалган баталгаат шалгалтын журнал дээрх үр дүнтэй харьцуулан үзэж байх ёстой.

Зууханд ихэвчлэн манометрийн өмнө гурвалсан (3 явалттай) крантыг угсрах бөгөөд энэ нь түүнийг ажлын байрнаас салгалгүйгээр үлгэр жишээ манометрийг холбон бүрэн бүтэн байдал, заалтыг шалгах, сифон хоолойг үлээлгэн түүний дотор талыг цэвэрлэх боломж олгоно.

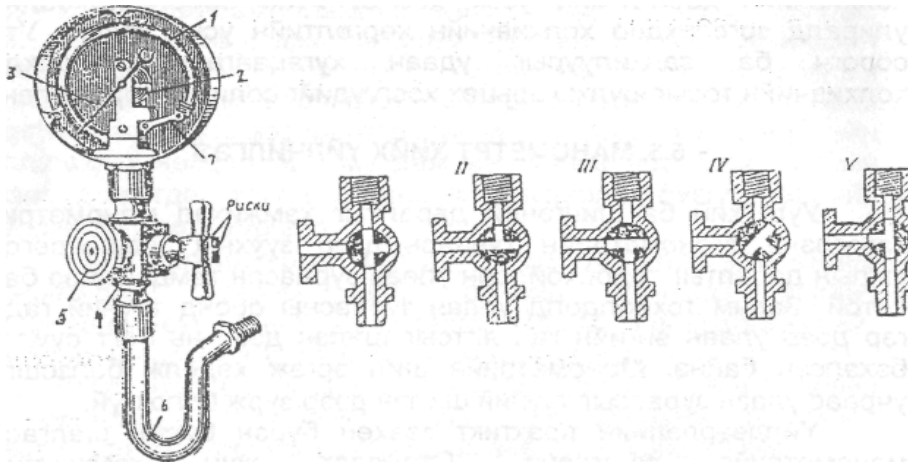
Зуухны манометрийн ажиллагааг ээлжинд нэгээс доошгүй удаа гурвалсан крантаар нь шалгана.

Манометрийн зүү удаан хугацаагаар нэг байрлалд буюу улаан зураасанд хүрэхгүй байх, хамгаалах хавхлага ажилласан тохиолдлуудад түүнийг заавал шалгах шаардлагатай.

Гурвалсан крантны бөглөөний боломжит байрлалуудыг 11-р зураг харуулав.

Зуухны машинч (галч) крантны бөглөөний тусламжтайгаар үндсэн үйлдлүүдийг гүйцэтгэнэ.

Ажлын манометрийг шалгахын тулд түүний заалтыг (зүүний байрлал) тэмдэглэсний дараа гурвалсан крантны бөглөөг эргүүлж манометрийг зуухнаас салган атмосфертэй холбоход (II) хуваарийн эхний байрлалд "O" очих ёстой. Дараа нь бөглөөг алгуур маш болгоомжтойгоор эргүүлэн ажлын байрлалд (I) оруулахад манометрийн зүү шалгахын өмнө байсан байрлалдаа буцаж очих ёстой.



Арван нэгдүгээр зураг. Гурвалсан крант, сифон хоолойтой манометр
 1. хоолойт пүрш; 2. араат механизм; 3. зүү; 4. гурвалсан крант; 5. хяналтын манометр холбох фланец ; 6. сифон хоолой; 7. поводок; I. гурвалсан крантны ажлын байрлал; II. манометрийг шалгах байрлал; III. сифон хоолойн үлээлгэ; IV. сифон хоолойд ус хуримтлуулах дундаж байрлал; V. хяналтын манометр холбох байрлал.

Сифон хоолойг үлээлгэхдээ ажлын байрлалд байгаа бөглөөг эргүүлэн сифон хоолойг атмосфертэй холбоход түүний дотор байгаа ус буюу конденсат үлээгдэн гарна.

Үлээлгийг хийсний дараа гурвалсан крантыг богино хугацааны турш төвийн байрлалд байлгах бөгөөд энэ үед манометр, зуух, атмосферийн сувгууд хоорондоо таслагдсан байна. Энэ хугацаанд сифон хоолойд ус хуримтлагдах буюу уур нь шингэрээд усан түгжээ (гидро затвор) үүсч манометрийн дотоод механизмыг уурын даралтын хэлбэлзэл болон өндөр температурын нөлөөллөөс хамгаална.

Ажлын манометрийн заалтыг нарийн шалгахын тулд үлгэр жишээ манометрийг холбон гурвалсан крантны бөглөөг алгуур эргүүлэн V байрлалд тавина. Крантны бөглөөний байрлалаас хамааруулахгүйгээр зөвхөн түүнийг байрлуулах шаардлагатай чиглэлд эргүүлнэ. Ингэснээр бөглөөний • найдвартай ажиллагааг ханган нэг талын элэгдлээс хамгаална.

Шалгах хугацаа хэтэрсэн, шалгасан хугацааг тэмдэглэсэн тамга, лац байхгүй болон атмосфертэй холбон шалгахад зүү нь "O" байрлалаас дээш буюу доош тухайн манометрийн зөвшөөрөгдөх алдааны талаас илүү хувиар хазайж байвал, ажиллуулах үед зүү оцом хөдлөх буюу хөдлөхгүй, шил нь хагарсан болон ямар нэгэн эвдрэлтэй байвал ашиглахыг хориглох бөгөөд түүнийг засварлан хэвийн болгож шалгасны дараа ашиглана.

Манометрийн ашиглалтын нөхцөлд дараах эвдрэл, доголдол гардаг.

Үүнд: 1. Манометрийг шалгах үед зүү нь "O" байрлалд орохгүй, пүрш (гуурсан хоолой) хэв гажилтанд орсон байвал манометрийг солих шаардлагатай.

2. Ашиглалтын ба шалгах үед манометрийн зүү манометрийн штуцер ба гурвалсан крантны суваг бохирдноосшалтгаалан огцом хөдөлдөг. Энэ тохиолдолд крантыг үлээлгэн, манометрийг авч штуцер, крантыг цэвэрлэнэ. Харин механизм нь эвдэрсэн байвал манометрийг солих шаардлагатай.

3. Штуцер ба крантны сувгийн нүх хагас бохирдох, крантны бөглөөг буруу байрлуулсан зэргээс шалтгаалан манометрийн зүү "O" байрлалд орохгүй байвал сувгийг цэвэрлэх ба крантны бөглөөг зөв байрлуулах шаардлагатай.

4. Манометрийг шалгах үед гурвалсан крантыг огцом эргүүлэх, сифон хоолой дахь ус, конденсат усан цохио үүсгэх зэргээс шалтгаалан зүү эвдрэх, мултрах тохиолдолд манометрийг солино.

5. Манометрийн пүрш (гуурсан хоолой) эвдэрснээс гэрний шил ба хуваарь хөлрөх тул ийм манометрийг солих шаардлагатай.

Хуйтний улиралд зуухыг удаан хугацаагаар зогсоох үед сифон болон холбох хоолойнуудын усыг юулж манометрийг салган авна.

Appendix2.4-5 Training Handout on Boiler Operating

3. Operation and maintenance of small hot water boilers

I. УС ХАЛААХ ЗУУХ, ТҮҮНИЙ ХИЙЦ

Ус халаах зуух нь галын хотол, хийн хөндийн хэсэг, ул ширэм, өрлөг дулаалга гэсэн үндсэн хэсгүүдээс бүрдэнэ.

Бага чадлын ус халаах зуухны хийцийг боловсруулах, өөрчлөхөд нэгж хугацаанд нэгж халаах гадаргуугийн авах дулааны хэмжээг (**Q/H**) ашиглана.

Q- зуухны дулааны чадал, Гкал/ц (МДж/ц); H-зуухны нийт халаах гадаргуу, м².

Төрөл бүрийн зуухны хувийн дулаан авалтын ойролцоо утгуудыг дараах хүснэгтээр харуулав.

	Зуухны төрөл	Q/H	
		ккал/м ² ц	Вт/м ²
Хүрэн нүүрс			
1	Ширмэн зуух		
	Дотроо галын хотолтой	2000-3000	2326-3490
	Гаднаа галын хотолтой	7000-9000	8140-10470
2	Хийн хоолойтой	5000-8000	5800-9300
3	Усны хоолойтой ба босоо цилиндр	10000-15000	11630-17450
Мод ба Хүлэр			
1	Ширмэн зуух		
	Дотроо галын хотолтой	3000-5000	3490-5800
	Гаднаа галын хотолтой	8000-10000	9300-11630
2	Хийн хоолойтой	9000-15000	10470-17450
3	Усны хоолойтой ба босоо цилиндр	13000-20000	15120-23260
Шингэн ба хийн түлш			
1	Ширмэн зуух		
	Дотроо галын хотолтой	7000-8000	8140-9300
	Гаднаа галын хотолтой	10000-13000	11630-15120
2	Хийн хоолойтой	13000-20000	15120-23260
3	Усны хоолойтой ба босоо цилиндр	15000-23000	17450-26750

Зуухны АҮК голчлон зуухнаас гарч байгаа утааны хийн температураас хамаардаг. Зуухнаас гарах утааны хийн температур өндөр байвал АҮК бага байна. Зуухнаас гарах утааны хийн температур зуухны халаах гадаргуугийн хэмжээ буюу түүний хувийн дулаан авалтаас (**Q/H**) хамаарна. Иймд техник эдийн засгийн тооцоогоор оновчтой утгыг тодорхойлно.

Галын хотлын хийц, хэмжээг тодорхойлох

Зуухны галын хотлын хийцийн үндсэн хэмжээсүүд түлшний төрөл, бүтэц, шинж чанараас хамаарна.

Галын хотлын ул ширэмний шаталтын толин гадаргуу

$$R=l*b, \text{ м}^2$$

Галын хотлын эзлэхүүн

$$V=h*R, \text{ м}^3$$

Энд: l- галын хотлын гүн,м; b-ул ширэмний өргөн, м; h- галын хотлын өндөр, м.

Зуухны хүчин чадлыг урьдчилан тодорхойлох буюу шаталтын толин гадаргууг тодорхойлохдоо шаталтын толин гадаргуугийн дулааны хүчдлийг

$$\left(\frac{Q}{R}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2\text{ц}} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right) \right) \text{ ашиглана.}$$

Зуухны дулааны чадал

$$Q_3 = \frac{Q}{R} \cdot R \cdot \eta, \text{ ккал/ц (кВт)}$$

Галын хотлын шаталтын толин гадаргуу

$$R = \frac{Q_3}{\left(\frac{Q}{R}\right) \cdot \eta}, \text{ м}^2$$

Зуухны хүчин чадлыг урьдчилан тодорхойлох буюу галын хотлын эзлэхүүнийг тодорхойлохдоо шаталтын түүний эзлэхүүний дулааны хүчдлийг $\left(\frac{Q}{V}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{ц}} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}\right)\right)$ ашиглана.

Зуухны дулааны чадал

$$Q_3 = \frac{Q}{V_{\text{гх}}} \cdot V_{\text{гх}} \cdot \eta, \text{ ккал/ц (кВт)}$$

Галын хотлын эзлэхүүн

$$V_{\text{гх}} = \frac{Q_3}{\left(\frac{Q}{V_{\text{гх}}}\right) \cdot \eta}, \text{ м}^3$$

Ул ширэмтэй зуухны галын хотлын эзлэхүүн экран хоолой, ханын галд тэсвэртэй өрлөгө, ул шимээр хязгаарлагдана.

Түлшийг үр ашигтай шатаах галын хотлын хамгийн бага эзлэхүүн

$$V_{\text{гхб}} = \frac{B_p Q_i^r}{q_{v3}}$$

q_{v3} - галын хотлын эзлэхүүний зөвшөөрөгдөх хүчдэл, $\left(\frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \cdot \text{ц}} \left(\frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}\right)\right)$

Зуухны галын хотлоос гарах утааны хийн температурыг оновчтой хэмжээнд хүртэл бууруулахын тулд галын хотлын хамгийн бага эзлэхүүнийг 15-20%- иар ихэсгэн $V_{\text{гх}} = (1.15 - 1.2)V_{\text{гхб}}$ авч болно.

Ус халаах зуухны галын хотлын үндсэн үзүүлэлт

	Үзүүлэлт	Тэм-дэг-лэгээ	Хэмж. нэгж	Мод		Хүрэн нүүрс	
				Ширмэн ба босоо цилиндр	Усны хоолойтой	Ширмэн ба босоо цилиндр	Усны хоолойтой
1	Шаталтын толин гадаргуугйн дулааны хүчдэл	$\frac{Q}{R}$	ккал/м ² ·ц (кВт/м ²)	450 (525)	800 (930)	450 (525)	700 (815)
2	Галын хотлын эзлэхүүний дулааны хүчдэл	$\frac{Q}{V_{\text{гх}}}$	ккал/м ³ ·ц (кВт/м ³)	300 (350)	300 (350)	300 (350)	250 (300)

II. ЗУУХНЫ АШИГЛАЛТ

1. Ус халаах зуухыг усаар шахаж шалгах

Ус халаах зуухны халаах гадаргууг шинээр угсарсны болон их засвар хийсний дараа дотоод үзлэг хийж, усаар шахаж шалгана.

Халаах гадаргуугийн хоолойнуудын гагнаас болон фланецан холболтуудын байдал, зэврэлт, ан цав гарсан эсэхийг үзлэг хийж сайтар шалгана.

Усаар шахаж шалгахын өмнө бүх хаалт, арматурыг угсарсан байна.

Зуухны хий гаргагчуудыг онгойлгон тасалгааны температуртай усаар дүүргэнэ.

Хий гаргагчуудаар ус гарч эхэлмэгц тэдгээрийг хаана.

Зуухыг усаар дүүргэсний дараа даралтыг алгуур норм хэмжээнд буюу 1.25P МПа хүртэл нэмж 5 барихад даралт буурахгүй байх ёстой. Дараа нь зуухны ажлын даралттай болтол бууруулан бүх гагнасан болон фланецан холболтуудыг шалгана. Хэрэв ус шүүрэх тохиолдол гарвал тэр байрлалуудад шохойгоор тэмдэг тавьсны дараа усыг буулгаж, гэмтэл, доголдлыг ариласны дараа усан шахалтыг дахин хийнэ.

Дахин шахалт хийэд доголдол илрээгүй тохиолдолд туршилт дууссан гэж үзээд акт үйлдэж, зуухны паспортанд хавсаргана.

2. Зуухны өрлөг дулаалгыг хатаах

Ус халаах зуухны халаах гадаргуугийн бүх хэсгүүдийг угсарч усан шахалт хийж шалгасны дараа өрлөг дулаалгыг зургийн дагуу хийж гүйцэтгэнэ. Өрлөг, дулаалгыг хийсний дараа зуухны ам болон бүх нээхийнүүдийг онгойлгон 5 хоног орчны нөхцөлд хатаана. Зуухыг галлаж өрлөг дулаалгыг дараах графикийн дагуу хатаана.

- Зуухыг модоор галлан 4-8 цагийн турш галын хотлын температурыг 100-110 °C хүртэл алгуур нэмэгдүүлнэ.

- Галын хотлын температурыг 100-110 °C хэмжээнд 24 цагийн турш тогтмол байлгах
- Галын хотлын температурыг 30-40 °C/ц хурдтайгаар 500-550 °C хүртэл нэмэгдүүлэх
- Галын хотлын температурыг 500-550 °C хэмжээнд 8-10 цагийн турш тогтмол байлгах
- Галын хотлын температурыг 60-80 °C/ц хурдтайгаар ашиглалтын үеийн 1100-1200 °C хүртэл нэмэгдүүлэх

3. Зуухыг шүлтээр угаах

Зуухыг шинээр угсарсны дараа буюу их засвар хийсний дараа түүний халаах гадаргуугийн дотор гагнуурын баас (хог) наалдах ба зэв, тосоор бохирдож болно Энэ тохиолдолд зуухыг явуулахын өмнө шүлтээр цэвэрлэх шаардлагатай. Шүлтээр цэвэрлэхийн өмнө зуухны гадна дотор гадаргууд сайтар үзлэг хийнэ.

Гадаад үзлэгийг зуух, шугам хоолойн эд ангиуд, түлш, ус, уур, хий ба агаарыг тохируулах хэрэгслүүд, хянах, хэмжих багажуудын угсралт зөв эсэхийг шалгахын тулд хийнэ.

Зуухны халаах гадаргууг шүлтээр угаахын өмнө тэжээлийн сан, деаэратор, тэжээлийн ба бусад туслах шугам хоолойд үзлэг хийж угаана.

Шүлтээр цэвэрлэх үед зуухыг дүүргэх, нэмж тэжээхдээ зөөлрүүлсэн ус хэрэглэнэ. Зуухыг усаар дүүргэхийн өмнө агаар гаргагч байхгүй бол хамгаалах хавхлагын 1- ийг өргөж хийг гаргана. Уурын зуухны хувьд тогоон дахь усны түвшинг дээд хэмжээндээ хүрмэгц ус өгөлтийг зогсоон угаалгын явцад тогтмол барина.

Шүлтийн угаалганд NaOH, сод-Na₂CO₃, 3 натрифосфат-Na₂PO₄·12H₂O зэрэг бодисуудыг хэрэглэнэ.

Шүлтээр угаасны дараа 45 минут тутам дээд, доод тогоо, экраны цуглууруудаас сорьц авч шүлтлэг болон бохирдолтыг тодорхойлно.

Шүлтээр угааж эхэлснээс хойш 12...20 цаг болоод эхний бага зэргийн үлээлгэ хийнэ. Шүлтээр угааж дуусаад цугларсан бохирдолтыг зайлуулахын тулд эрчимтэй үлээлгэ хийнэ.

Зуухны бохирдолтын хэмжээнээс хамаарч шүлтийн угаалга 48...86 цаг үргэлжлэнэ.

Шүлтээр угаасны дараа 50...60 °C –аас ихгүй температуртай усаар угаана.

Шүлтээр угааж усаар зайлсны дараа зуухны халаах гадаргуугийн байдлын тухай акт үйлдэнэ. Дараа нь зуухыг зөөлрүүлсэн усаар дүүргэн нягтралыг шалгаж туршилт хийхэд бэлтгэнэ.

Зуухны ашиглалтын эхний сарын турш бохирдолтыг зайлуулахын тулд үлээлгийг олон (тооцоот хэмжээнээс 2 дахин) удаа хийнэ.

4. Зуухыг галлахад бэлтгэх

Зуухыг зогсоосны дараа галлаж явуулахдаа даргын зөвшөөрлөөр ашиглалтын зааврын дагуу гүйцэтгэнэ.

Зуухыг галлагаанд бэлтгэхдээ ашиглалтын ажиллагсад дараах зүйлийг шалгана.

Үүнд:

- Зуух, галын хотол, гарнитур, хаалт, хамгаалах хавхлага, сойлтуурын бүрэн бүтэн байдал

- Зуух, халаалтын системийн манометр, төрмометрийн бүрэн бүтэн байдал

- Төрмометрийн гильз тостой зсэх

- Зуухруу ус орох, гарах шугамын фланецуудын завсар, хамгаалах хавхпага, юүлэх шугамуудад тавьсан таглааг (заглушка) авсан эсэх

- Галын хотол ба хийн хөндийд ямар нэгэн илүү зүйлс байгаа эсэхийг шалгах

- Үлээх салхилуурын ажлын дугуй чөлөөтэй эргэж байгааг, сойлтуур хааж нээхэд зэргийг

- Сүлжээний насосны бүрэн бүтэн байдал, түүний цахилгаан хөдөлгүүрийн холболтуудыг шалгах

Бүх тоноглол, хянах хэмжих багаж хэрэгслүүдийг шалгаж хэвийн болгосны дараа зуухны агаар гаргагч болон орох талын шугамын хаалтыг онгойлгон түүнийг усаар дүүргэнэ. Агаар гаргах хавхлагаар ус гарч эхэлмэгц түүнийг хааж зуухнаас ус гарах шугам дээрх хааптыг онгойлгоно. Зуухыг халаалтын системд холбосны дараа түүнийг усаар тэжээнэ.

Зуух ба системийг 40 ... 70°C температуртай усаар галлагааны зааварт заасан хугацаанд анхаарал болгоомжтойгоор дүүргэнэ.

Зуухыг усаар дүүргэх явцад нээлхий, фланец, үлээлгэ, юүлэх арматуруудын нягтралыг шалгана. Ус шүүрсэн тохиолдолд чангалж гэмтэл, доголдлыг устгана.

Систем усаар дүүрсэн үед эргэлтийн насос, үлээх салхилуур, утаа сорогч, цахилгаан хөдөлгүүр зэргийг богино хугацаагаар ажиллуулан шалгана.

Зуухны байрны гэрэлтүүлэг хүрэлцээтэй эсэх, аваарын гэрэлтүүлгийн бүрэн бүтэн байдал, ажиллагааг шалгана.

5. Зуухыг галлах

- Утааны хийн сувгийн сойлтуурыг онгойлгон яндангийн өөрийн таталтаар галын хотол болон хийн хөндийд цугларсан хийг 5...10 минут соруулсны дараа усан хөргөлттэй ул дээр урьдчилан бэлтгэсэн хуурай мод (түлээ) өрж асаана. Гэхдээ энэ үед салхилуурыг ажилд залгахгүй галлагааны амыг онгорхой байлгана.
- Мод нилээд шатаж цогшсоны дараа ул ширэм дээгүүр модны цогийг тарааж бага зэргийн нүүрс оруулж үлээх салхилуурыг залган улны дороос үлээлгэнэ. Нүүрсний ноцолт, шаталтыг тогтворжсоны дараа нүүрсийг аажмаар нэмж өгнө. Нүүрсний шаталтыг эрчимжүүлэхийн тулд үе үе шилгээлт хийх шаардлагатай.
- Ашиглалтын явцад зуухны өмнөх ба дараах сүлжээний усны температур, усны зарцуулалт, зуухнаас гарах утааны хийн температурыг тогтмол хэмжиж хянан шаардлагатай хэмжээнд барьж ажиллуулна.

6. АШИГЛАЛТЫН ҮЕД УС ХАЛААХ ЗУУХНЫ АЖИЛЛАГААГ ХЯНАХ

Ус халаагуурын зуухны ажиллагааны үед зуухруу орох ба түүнээс гарах усны даралтыг хэвийн хэмжээнд, зуухнаас гарах усны температурыг зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс ихэсгэх буюу бууруулахгүйгээр барих шаардлагатай.

Галын хотол дахь түлшний шаталт, насос, утаа сорогч, үлээх салхилуурын ажиллагааг

шалган холхивчийн тосыг тогтмол хийнэ.

Зуухны галын хотлын дээд хэсгийн сийрэгжилтийг 20 Па (2мм.у.б.)- аас багагүйгээр тогтмол барьж түүнийг утаа сорогчийн чиглүүлэх аппаратаар, утаа сорогчгүй тохиолдолд хийн сувгийн сойлтуураар тохируулна.

Зуух, хаалт, арматур, шугам хоолойн байдлыг хянаж, хамгаалах хавхлага, манометрүүдийг шалган, галын хотлыг тогтмол цэвэрлэж, халаах гадаргууг хөө, үнснээс цэвэрлэнэ.

Тоосон нүүрсний галын хотол бүхий ус халаагуурын зуухны ажиллагааны үед түлш өгөлтийг зогсоох автомат хэрэгслийн, харин ул ширэмтэй зуухны хувьд үлээх, сорох төхөөрөмж, түлш өгөх механизмуудыг салгах хэрэгслүүдийн бүрэн бүтэн байдалд онцгой анхаарах шаардлагатай.

Зуухны ачаалал хэт ихсэх буюу хэт буурах тохиолдлуудад түүний ашигт үйлийн коэффициент буурч түлшний зарцуулалтыг нэмэгдүүлнэ. Зуухны ачааллыг температураар нь тохируулах үед 1 зуухны ачааллыг өөрчлөн бусад зуухыг оновчтой горимоор ажиллуулах нь зүйтэй.

Зуухны ажиллагааны явцад горимын карт, ашиглалтын зааврыг баримтлана.

Сүлжээний • усны температурын график буюу усны температур гадна агаарын температураас хамаарах хамаарлын хүснэгтийг ажлын байранд харагдахуйц газар байрлуулна.

Зуухны халаах гадаргууд ус буцлахгүй байх тохиолдолд түүний найдвартай ажиллагаа хангагдана.

Зуухны усны даралт буурснаар түүний буцлах (ханалтын) температур усны температураас бага болох, зарцуулалт багасахад ус буцлах температураасаа их халах тохиолдлуудад ус буцалж уур үүссэнээс ашиглалтын хэвийн горим алдагдана.

Мөн халаах гадаргуугын зэрэгцээ хоолойнуудын төгсгөлд даралтын уналт харилцан адилгүй байх тохиолдолд тэдгээрийн зарим хоолойгоор дайран өнгөрөх усны зарцуулалт дундажаасаа багассанаар ус буцалж уур үүсэх шалтгаан болдог.

Иймд усны даралтыг шаардлагатай түвшинд барьснаар ус халаагуурын зуухны ажиллагааны хэвийн горимыг хангах боломжтой.

7. УС ХАЛААХ ЗУУХЫГ АВААРИЙН БАЙДЛААР ЗОГСООХ

Дараах тохиолдлуудад зуухны машинч буюу хамгаалах хэрэгслүүд ажиллаж ус халаагуурын зуухыг яаралтай зогсоох шаардлагатай [11.].

- Зуухны усны даралт буюу температур ихсэх (түлш өгөлтийг таслан, үлээлт ба соролтыг бууруулах болон бусад арга хэмжээ авсаар байтал) үед

- Зуухруу ус орох ба гарах шугам дээрх даралтын хэмжүүрүүд ажиллагаагүй болох

- Хамгаалах хавхлаг ажиллагаагүй болох тохиолдолд

- Нэмэлт усыг өгсөөр байхад системийн даралт унавал

- Насос доголдон усны эргэлт зогсох тохиолдолд

- Үлээх салхилуур буюу утаа сорогч зогссон үед

- Зуухны ямар нэгэн эд анги, ерлөг гэмтэхгэн цав үүсэх зэргээр зуух эвдэрч

болзошгүй аюул тохиолдсон үед

- Зууханд түймэр гарах, утааны хийн хөндийд нүүрсний үлдэгдэл ба хөө шатаж хүний амь, зуухны ажиллагаанд аюул тохиолдвол

- Зууханд усан цохио үүсэх тохиолдолд

- Зуухнаас гарч байгаа усны даралт сүлжээний усны ажлын даралтаас 5%- иас илүү гарч үргэлжлэн өссөн үед

- Зуухнаас гарах усны даралт 0.4 МПа- аас буурсан үед.

- Зуухнаас гарч байгаа усны температур зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтэрсэн үед

-Цахилгаан тэжээл тасарсан үед

Аваарын байдлаар зуухыг зогсоосон шалтгааныг ээлжийн дэвтэру бичиж зуухны

удирдлагад мэдэгдэх шаардлагатай.

Зуухны шугам хоолойд үлээлт гарч ус гоожих ба зуухны хянах, хэмжих багажуудын гэмтэл нь зуухыг яаралтай зогсооход хүргэхзэргүй бол машинч нэн даруй удирдлагад мэдэгдэнэ,

Аваарийн байдлаар зуухыг зогсоох үед доорхи зүйлүүдийг заавал хийвэл зохино.

Үүнд:

а. Нүүрс, агаар өгөлтийг зогсоож утаа соролтыг огцом бууруулна.

б. Шатаж байгаа нүүрсийг галын хотлоос гаргах

в. Галын хотолд нүүрс шатаж дууссаны дараа ч тодорхой хугацаанд утааны хаалтыг онгорхой байлгах шаардлагатай.

Зуухны хийн хендийд нүүрсний үлдсэн жижиг хэсэг, хөө, тортог шатах үед зуухыг аваарийн байдлаар зогсоохдоо нүүрс, агаар өгөлтийг яаралтай тасалж утаа сорогчийг зогсооно.

Зууханд гал гарсан үед машинч гал команд хурдан дуудаж түүнийг унтраах арга хэмжээ авахаас гадна ажиллаж байгаа зуухнаас хяналт анхаарлаа салгаж болохгүй. Хэрэв галын аюул зууханд нөлөөлж түүнийг унтраах боломжгүй бол зуухыг аваарийн байдлаар зогсооно.

Аваарийн үед зуухыг дараах дарааллаар зогсооно.

а. Түлш өгөлтийг зогсооно.

б. Үлээлгийг хааж соролтыг багасгана.

в. Үнс болон шатаж байгаа нүүрсийг хурдан зайлуулна.

д. Зууханд ус орох ба гарах хаалтуудыг хаана.

Дээрх бүх тохиолдлуудад галын хотол дахь түлшний шаталт дуусч зуухнаас гарах усны температур 70°C хүртэл буурсан үед зуухыг дулааны сүлжээнээс салгана.

III. ТУСЛАХ ТОНОГЛОЛЫН АШИГЛАЛТ

1. ТӨВӨӨС ЗУГАТААХ ХҮЧНИЙ НАСОСЫГ ЯВУУЛАХ

Насосыг ажилд залгахын өмнө дараах шалгалтуудыг хийнэ. Үүнд:

- Холхивчийн тос байгаа эсэх, голын тосолгооны цагирагийн байрлал, сальникийн байдал

- Сорох ба шахах талын шугам дээрх напор хэмжих манометр ба мановакуумметрийн хавхлагууд хаалттай эсэх

- Насосны голын эргэлт

- Фланецын холболтын нягтрал

- Цахилгаан хөдөлгүүрийн залгах хэрэгсэл, буцаахгүй клапангийн бүрэн бүтэн байдал

- Насосыг усаар дүүргэсэн эсэх

Цахилгаан хөдөлгүүрийг хэт ачаалалд орохоос сэргийлэн сорох шугам дээрх хаалтыг онгойлгон шахах талын хаалт хаалттай үед хөдөлгүүрийг сүлжээнд залган насосыг хоосон явуулна.

Цахилгаан хөдөлгүүрийг сүлжээнд залган түүний эргэлтийн чиглэл зөв эсэхийг шалгана. Насосны эргэлт хэвийн, манометр шаардлагатай даралтыг зааж байгаа тохиолдолд шахах шугам дээрх хаалт, мановакуумметрийн краныг алгуур онгойлгон холхивч, нягтруулгын сальникуудын хөргөлтийн усыг өгнө. Насосны шахах шугам дээрх хаалтаар зууханд орох усны хэмжээг тохируулна.

Насосны ажиллагааны явцад холхивчны тос, тосолгооны цагирагны эргэлт, холхивчийн халалт, сальникийн нягтрал зэргийг хянан насосыг үе үе хатаана. Насосыг буруу байрлуулах, тосолгооны цагираг муу эргэх, тос бохирдох, вкладыш элэгдэх зэргээс шалтгаалан түүний холхивч хална.

Насос ба цахилгаан хөдөлгүүрийн төвлөрүүлэлт (центровка), ажлын дугуйн тэнцүүлэг (балансировка) алдагдах, холхивчийн вкладыш зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс их элэгдэх зэргээс шалтгаалан доргио үүснэ. Доргио нь 750' эр/мин эргэлтийн үед 0.12 мм, 2000 эр/мин хүртэл эргэлтийн үед 0.06 мм-ээс хэтрэхгүй байх ёстой.

Холбох муфтын зоролт буруу байх, гол гулзайх, холхивч түржигнэн дуу орох, ажлын дугуй нягтруулгадаа баригдан тээглэж гацах, цахилгаан хөдөлгүүрийн ороомог битүүрэх, кавитац үүсэх зэргээс шалтгаалан насосонд дуу чимээ орж цохио үүснэ.

Оч үсрэх, хэт ачаалалд орох, доргио зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтрэх, холхивч болон бусад эд ангиудад дуу орох зэргээр цахилгаан хөдөлгүүрийн хэвийн ажиллагаа алдагдах үед насосыг зогсоох шаардлагатай.

Төвөөс зугатаах хүчний насосыг зогсоохдоо шахах талын шугамын хаалт болон мановакууметрийн крантыг алгуур хааж цахилгаан хөдөлгүүрийг сүлжээнээс салгасны дараа сорох шугамын хаалт, манометрийн крантуудыг хааж холхивчийн хөргөлтийн ба сальникийн нягтруулгын ус өгөлтийг зогсооно.

Насосны хэвийн ажиллагааны явцад дотоод алдагдал ихсэх, усны температур нэмэгдэх ба сорох хоолойн эсэргүүцэл ихсэх (насосонд ууршилт болох) ажлын дугуй бохирдох (беглерөх), ажлын хүрзэм болон нягтруулгын цагираг элэгдэх, насосны гэр (корпус) ба сорох хоолойд агаар орох зэргээс шалтгаалан түүний бүтээмж багасана.

Мөн түүнчлэн хүлээн авах клапан гацах, түүний тор бохирдож бөглөрөх, сорох ба шахах талын шугам хоолой дутуу онгойх, бак доторхи усны түвшин хүрэлцээгүй байх, цахилгаан сүлжээний хүчдэл унах зэргээс хамаарч насосны бүтээмж буурна.

2. ҮЛЭЭХ БА СОРОХ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН АШИГЛАЛТ

Үлээх салхилуур ба утаа сорогчийг ажиллагаанд залгахын өмнө дараах шалгалтыг хийх шаардлагатай.

- Холхивчийн тосны хэмжээ, чанар (удаан хугацаагаар зогсоосны дараа задлаж керосиноор угаан угсраад тосоор дахин дүүргэх)

- Тосолгооны цагирагын гол дээрх байрлал, угсралтын байдал зөө эсэх, чөлөөтэй эргэж байгаа эсэхийг

-Утаа сорогч ба салхилуурын төвлөрүүлэлтийг

-Тэдгээрийн сорох талын сойлтууруудын (шиберүүдийн)

байрлал

Эдгээрийг шалгаж үзээд зерчил илрээгүй тохиолдолд цахилгаан хөдөлгүүрийг залгана. Утаа сорогч, салхилуур болон тосолгооны цагирагны эргэлт буруу, хүчтэй доргиотой, чимээ гарч холхивч хурдан халж байвал цахилгаан хөдөлгүүрийг зогсоон доголдлыг арилгана. Залгаснаас хойш хэвийн эргэлтээ авч напор нь бүрэн гарсны дараа сойлтуурыг онгойлгоно.

Утаа сорогч болон үлээх салхилуурын хийц ойролцоо боловч тэдгээрийн ажиллагааны нөхцөл эрс ялгаатай. Үлээх, сорох төхөөрөмжийн ажиллагааны нөхцөл зуухны техникийн байдал, ашиглалтын горимоос хамаарна. Галын хотлын ажиллагааны горим зөрчигдөх, агаар соролт ихсэх, халаах гадаргуу элэгдэх зэргээс шалтгаалан үлээх, сорох төхөөрөмжийн ажиллагааны нөхцөл эрс муудаж хэт ачаалалд орох, ажлын хүрзэмүүд злэгдэн зуухны ачааллыг хязгаарлах буюу аваарийн байдлаар зогсоход хүргэнэ.

Үлээх салхилууртай харьцуулахад утаа сорогч нь өндөр температуртай утааны хийн орчинд ажиллах учраас ажиллагааны нөхцөл нь хүндрэлтэйгээс гадна түүний холхивчийг тогтмол найдвартай хөргөх шаардлагатай байдаг.

Утаа сорогч ба үлээх салхилуурын хэвийн ажиллагааны гол нөхцөл нь холхивчийн хийц, ажиллагааны горимоос хамааруулан тосолгооны материалыг зөв сонгох явдал юм.

Холхивчийн хөргөлтийн усыг тасралтгүй өгч түүний температур, нягтруулгын байдлыг тогтмол хянаж байх шаардлагатай. Нягтруулга муудсанаас тосолгооны тос шүүрснээр холхивч халж эвдрэлд орохоос гадна цахилгаан хөдөлгүүрийн ороомогруу тос цацагдсанаар түүний тусгаарлагчийг муудаж эвдрэхэд хүргэдэг.

Зуухны ачаалал өөрчлөгдөх үед салхилуур буюу утаа сорогчийн бүтээмжийг үр

ашигтайгаар тохируулах шаардлагатай.

Холхивчийн температур 65°C - ээс ихэссэнээр түүний хэвийн ажилягаа алдагдаж чимээ, цохио үүснэ.

Утаа сорогч ба салхилуурын ашиглалтын үед дараах үйлчилгээг хийх шаардлагатай.

- Цахилгаан хөдөлгүүрийн ажиллагааг хянан хэт ачаалал авахуулахгүй байх
- Зуухны ачаалалтай уялдуулан бүтээмж, напорыг тохируулах
- Холхивчийн тосолгоо, хөргөлт, температурыг тогтмол хянаж 65°C - ээс хэтрүүлэхгүй байх
- Эргэх хэсгүүдэд доргио, чимээ шуугиан, цохио үүсч буй эсэхийг хянах
- Холхивчийн тосны зарим хэсгийг үе үе юулж шинээр солих
- 2 сард 1- ээс доошгүй удаа холхивчийг задлан үзлэг, цэвэрлэгээ, засвар хийн угсарч тосыг бүрэн солих
- Ажиллаагүй байгаа утаа сорогч ба салхилуурын сойлтуурууд бүрэн, нягт хаалттай эсэхийг тогтмол шалгах

Салхилуур ба утаа сорогчийг зогсоохдоо цахилгаан хөдөлгүүрийг сүлжээнээс салган сойлтуурыг хаасны дараа холхивчийн хөргөлтийн усыг хаана. Утаа сорогчийг өвлийн улиралд зогсоохдоо холхивчийн хөргөлтийн усыг юүлнэ. Утаа сорогч ба салхилуурыг удаан хугацаагаар зогсоохдоо холхивчийн тосыг юүлж харьцах хэсгүүдийг солидолоор тослоно.

3. МАНОМЕТРТ ХИЙХ ҮЙЛЧИЛГЭЭ

Уур, хий ба шингэний даралтыг хэмжихэд манометрийг хэрэглэнэ. Манометрийн хуваарь дээр зуухны зөвшөөрөгдөх ажлын даралтыг тодорхойлсон улаан зураасан тэмдэглэгээ байх ёстой. Зарим тохиолдолд улаан зураасны оронд түүний гадна гэр дээр улаан өнгийн ган ялтсыг шилэн дээр нь нягт суулган бэхэлсэн байна. Манометрийн шил эргэж хөдөлж болзошгүй учраас улаан зураасыг түүний шилэн дээр зурж болохгүй.

Үйлдвэрлэлийн практикт зөвхөн бүрэн бүтэн, шалгасан манометрийг ашиглана. Стандарт жин хэмжүүрийн лабораторийн мэргэжилтэн манометрийг жил бүр шалгаж баталгаажуулан он сар едрийг бичиж зүүсэн байна. Түүнээс гадна үйлдвэрийн удирдлага 6 сард 1- ээс цөөнгүй удаа үлгэр жишээ шалгах манометрийн тусламжтайгаар шалган баталгаат шалгалтын журнал дээрх үр дүнтэй харьцуулан үзэж байх ёстой.

Зууханд ихэвчлэн манометрийн өмнө гурвалсан (3 явалттай) крантыг угсрах бөгөөд энэ нь түүнийг ажлын байрнаас салгалгүйгээр үлгэр жишээ манометрийг холбон бүрэн бүтэн байдал, заалтыг шалгах, сифон хоолойг үлээлгэн түүний дотор талыг цэвэрлэх боломж олгоно.

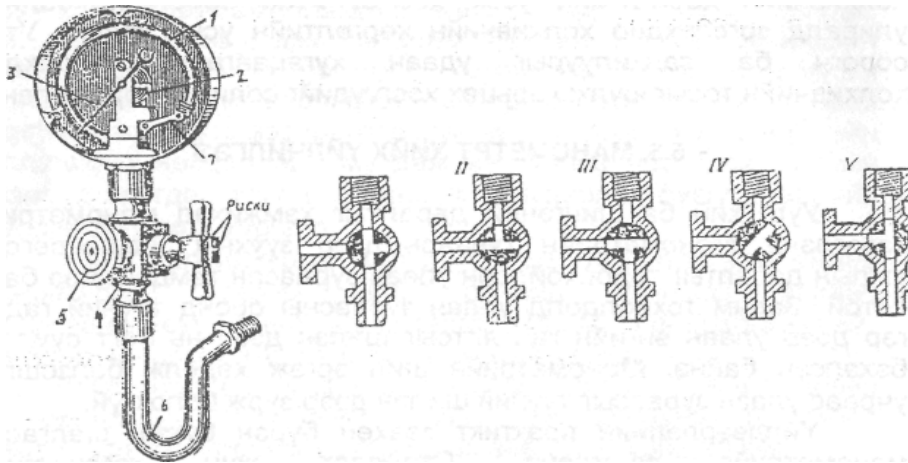
Зуухны манометрийн ажиллагааг ээлжинд нэгээс доошгүй удаа гурвалсан крантаар нь шалгана.

Манометрийн зүү удаан хугацаагаар нэг байрлалд буюу улаан зураасанд хүрэхгүй байх, хамгаалах хавхлага ажилласан тохиолдлуудад түүнийг заавал шалгах шаардлагатай.

Гурвалсан крантны бөглөөний боломжит байрлалуудыг 11-р зураг харуулав.

Зуухны машинч (галч) крантны бөглөөний тусламжтайгаар үндсэн үйлдлүүдийг гүйцэтгэнэ.

Ажлын манометрийг шалгахын тулд түүний заалтыг (зүүний байрлал) тэмдэглэсний дараа гурвалсан крантны бөглөөг эргүүлж манометрийг зуухнаас салган атмосфертэй холбоход (II) хуваарийн эхний байрлалд "O" очих ёстой. Дараа нь бөглөөг алгуур маш болгоомжтойгоор эргүүлэн ажлын байрлалд (I) оруулахад манометрийн зүү шалгахын өмнө байсан байрлалдаа буцаж очих ёстой.



Арван нэгдүгээр зураг. Гурвалсан крант, сифон хоолойтой манометр
 1. хоолойт пүрш; 2. араат механизм; 3. зүү; 4. гурвалсан крант; 5. хяналтын манометр холбох фланец ; 6. сифон хоолой; 7. поводок; I. гурвалсан крантны ажлын байрлал; II. манометрийг шалгах байрлал; III. сифон хоолойн үлээлгэ; IV. сифон хоолойд ус хуримтлуулах дундаж байрлал; V. хяналтын манометр холбох байрлал.

Сифон хоолойг үлээлгэхдээ ажлын байрлалд байгаа бөглөөг эргүүлэн сифон хоолойг атмосфертэй холбоход түүний дотор байгаа ус буюу конденсат үлээгдэн гарна.

Үлээлгийг хийсний дараа гурвалсан крантыг богино хугацааны турш төвийн байрлалд байлгах бөгөөд энэ үед манометр, зуух, атмосферийн сувгууд хоорондоо таслагдсан байна. Энэ хугацаанд сифон хоолойд ус хуримтлагдах буюу уур нь шингэрээд усан түгжээ (гидро затвор) үүсч манометрийн дотоод механизмыг уурын даралтын хэлбэлзэл болон өндөр температурын нөлөөллөөс хамгаална.

Ажлын манометрийн заалтыг нарийн шалгахын тулд үлгэр жишээ манометрийг холбон гурвалсан крантны бөглөөг алгуур эргүүлэн V байрлалд тавина. Крантны бөглөөний байрлалаас хамааруулахгүйгээр зөвхөн түүнийг байрлуулах шаардлагатай чиглэлд эргүүлнэ. Ингэснээр бөглөөний • найдвартай ажиллагааг ханган нэг талын элэгдлээс хамгаална.

Шалгах хугацаа хэтэрсэн, шалгасан хугацааг тэмдэглэсэн тамга, лац байхгүй болон атмосфертэй холбон шалгахад зүү нь "O" байрлалаас дээш буюу доош тухайн манометрийн зөвшөөрөгдөх алдааны талаас илүү хувиар хазайж байвал, ажиллуулах үед зүү оцом хөдлөх буюу хөдлөхгүй, шил нь хагарсан болон ямар нэгэн эвдрэлтэй байвал ашиглахыг хориглох бөгөөд түүнийг засварлан хэвийн болгож шалгасны дараа ашиглана.

Манометрийн ашиглалтын нөхцөлд дараах эвдрэл, доголдол гардаг.

Үүнд: 1. Манометрийг шалгах үед зүү нь "O" байрлалд орохгүй, пүрш (гуурсан хоолой) хэв гажилтанд орсон байвал манометрийг солих шаардлагатай.

2. Ашиглалтын ба шалгах үед манометрийн зүү манометрийн штуцер ба гурвалсан крантны суваг бохирдноос шалтгаалан огцом хөдөлдөг. Энэ тохиолдолд крантыг үлээлгэн, манометрийг авч штуцер, крантыг цэвэрлэнэ. Харин механизм нь эвдэрсэн байвал манометрийг солих шаардлагатай.

3. Штуцер ба крантны сувгийн нүх хагас бохирдох, крантны бөглөөг буруу байрлуулсан зэргээс шалтгаалан манометрийн зүү "O" байрлалд орохгүй байвал сувгийг цэвэрлэх ба крантны бөглөөг зөв байрлуулах шаардлагатай.

4. Манометрийг шалгах үед гурвалсан крантыг огцом эргүүлэх, сифон хоолой дахь ус, конденсат усан цохио үүсгэх зэргээс шалтгаалан зүү эвдрэх, мултрах тохиолдолд манометрийг солино.

5. Манометрийн пүрш (гуурсан хоолой) эвдэрснээс гэрний шил ба хуваарь хөлрөх тул ийм манометрийг солих шаардлагатай.

Хуйтний улиралд зуухыг удаан хугацаагаар зогсоох үед сифон болон холбох хоолойнуудын усыг юүлж манометрийг салган авна.

Түлш, түүний шаталт

I. ТҮЛШНИЙ БҮТЭЦ, ШИНЖ ЧАНАР

- I.1. Түлшний бүтэц
- I.2. ТҮЛШНИЙ ДУЛААН ТЕХНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ
- I.3. ТҮЛШНИЙ ШАТАЛТ
- I.4. Түлшний тооцоо
 - a. Агаарын зарцуулалт.
 - b. Шаталтын бүтээгдэхүүний тооцоо
 - v. Шаталтын бүтээгдэхүүний дулаан агуулалтын тооцоо

I. ТҮЛШНИЙ БҮТЭЦ, ШИНЖ ЧАНАР

Нүүрсний шатамхай хэсэг (масс)

- нүүрстөрөгч (C)- 50
- устөрөгч (H)- 2 ... 8 %
- хүчилтөрөгч (O)- 2 ... 6 %
- азот (N)- 1 ... 2 %
- хүхэр (S)-

Нүүрсний шатамхай бус хэсэг (масс)

- үнслэг – 5...25 %
- Чийглэг-

Түлшний элементийн бүтэц

1. Зуухны галын хотолд шатаан ашиглаж байгаа түлшний ерөнхий бүтцийг ажлын масс гэнэ.

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S^r + A^r + W^r = 100 \%$$

Энд: $C^r, H^r, O^r, N^r, S^r, A^r, W^r$ - ашиглаж байгаа түлшинд агуулагдаж буй нүүрстөрөгч, устөрөгч, хүчилтөрөгч, азот, хүхэр, үнслэг, чийглэг, %.

2. Нунтаглан лабораторийн нөхцөлд хатааж шинжилгээнд зориулсан түлшний бүтцийг аналитик масс гэнэ.

$$C^d + H^d + O^d + N^d + S^d + A^d + W^d = 100 \%$$

3. Чийг агуулаагүй түлшний бүтцийг хуурай масс гэнэ.

$$C^d + H^d + O^d + N^d + S^d + A^d = 100 \%$$

4. Чийг ба үнс агуулаагүй түлшний бүтцийг шатамхай масс гэдэг.

$$C^{daf} + H^{daf} + O^{daf} + N^{daf} + S^{daf} = 100 \%$$

5. Органик хүхэр агуулсан түлшийг органик масс гэнэ.

$$C^o + H^o + O^o + N^o + S^o = 100 \%$$

Түлшний эдгээр бүтцийг нэгийг нь нөгөөгөөр нь илэрхийлэх

No	Түлшний бүтцийн төрөл	Шилжүүлэх томъёо			
		Ажлын масс	Хуурай масс	Шатамхай масс	Органик масс
1	Ажлын масс	1	$100/(100-W^r)$	$100/(100-A^r-W^r)$	$100/(100-A^r-W^r)$
2	Хуурай масс	$(100-W^r)/100$	1	$100/(100-A^r)$	$100/(100-S^d-A^d)$
3	Шатамхай масс	$(100-A^r-W^r)/100$	$(100-A^d)/100$	1	$(100-S^{daf})/100$
4	Органик масс	$(100-S^r-A^r-W^r)/100$	$(100-S^r-A^r)/100$	$100/(100-S^{daf})$	1

Жишээ: Багануурын нүүрсний ажлын массын бүтэц $C^r=39.7 \%$, $H^r=2.5 \%$, $O^r=11.9 \%$, $N^r=0.5 \%$, $S^r=0.3 \%$, $A^r=12.1 \%$, $W^r=33.0 \%$

- Шатамхай масс дахь нүүрстөрөгч
 $C^{daf} = C^r [100/(100 - A^r - W^r)] = 39.7[100/(100 - 12.1 - 33)] = 72.3 \%$
- Шатамхай масс дахь устөрөгч
 $H^{daf} = H^r [100/(100 - A^r - W^r)] = 2.5[100/(100 - 12.1 - 33)] = 4.55 \%$
- Шатамхай масс дахь хүчилтөрөгч
 $O^{daf} = O^r [100/(100 - A^r - W^r)] = 11.9[100/(100 - 12.1 - 33)] = 21.67 \%$
- Шатамхай масс дахь азот
 $N^{daf} = N^r [100/(100 - A^r - W^r)] = 0.5[100/(100 - 12.1 - 33)] = 0.91 \%$
- Шатамхай масс дахь хүхэр
 $S^{daf} = S^r [100/(100 - A^r - W^r)] = 0.3[100/(100 - 12.1 - 33)] = 0.54 \%$

Төрөл бүрийн түлшний ашиглалтын үеийн чанарыг үнэлэхэд тэдгээрийн шилжүүлсэн хүхэр агуулалт, чийглэг, үнслэг гэсэн үзүүлэлтүүдийг ашиглана

- Шилжүүлсэн хүхэр агуулалт
 $S^w = \frac{S^r}{Q_i^r}$, %-кг/ккал (%-кг/МДж)
- Шилжүүлсэн үнслэг
 $A^w = \frac{A^r}{Q_i^r}$, %-кг/ккал (%-кг/МДж)
- Шилжүүлсэн чийглэг
 $W^w = \frac{W^r}{Q_i^r}$, %-кг/ккал (%-кг/МДж)
- Шилжүүлсэн хүхэр агуулалт
 $S^w = \frac{S^r}{Q_i^r}$, %-кг/ккал = 0.0249 %-кг/МДж
- Шилжүүлсэн үнслэг
 $A^w = \frac{A^r}{Q_i^r}$, %-кг/ккал = 0.0249 %-кг/МДж
- Шилжүүлсэн чийглэг
 $W^w = \frac{W^r}{Q_i^r}$, %-кг/ккал = 0.0249 %-кг/МДж

Жишээ болгон Багануурын нүүрсний дээрх шилжүүлсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоё.

- Шилжүүлсэн хүхэр агуулалт

$$S^w = \frac{S_f^r}{Q_f^r} = \frac{0.36}{3450} = 1.04 \cdot 10^{-4} \quad \% \cdot \text{кг/ккал} = 0.0249 \quad \% \cdot \text{кг/МДж}$$

- Шилжүүлсэн үнслэг

$$A^w = \frac{A_f^r}{Q_f^r} = \frac{12.1}{3450} = 0.0035 \quad \% \cdot \text{кг/ккал} = 0.0249 \quad \% \cdot \text{кг/МДж}$$

- Шилжүүлсэн чийглэг

$$W^w = \frac{W_f^r}{Q_f^r} = \frac{33}{3450} = 0.009565 \quad \% \cdot \text{кг/ккал} = 0.0249 \quad \% \cdot \text{кг/МДж}$$

1.2. ТҮЛШНИЙ ДУЛААН ТЕХНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ

- илчлэг (дулаан гаргах чадвар),
- дэгдэмхий бодис,
- чийглэг,
- Үнслэг
- Хүхэр агуулалт

НҮҮРСНИЙ АНГИЛАЛ

- Хүрэн нүүрс- $Q_f^r < 24.0$ МДж/ кг
- чулуун нүүрс- $Q_{ir} \geq 24.0$ МДж/кг

Хүрэн нүүрс:

- Б1- $W_r > 40\%$
- Б2- $W_r = 30 \dots 40 \%$
- Б3 $W_r < 30\%$

Түлшний илчлэг.

Нэг кг хатуу, шингэн буюу хийн түлшийг бүрэн шатаахад ялгарах дулааныг түүний илчлэг буюу дулаан гаргах чадвар гэнэ.

- Мазут- 9000...9500 ккал/кг,
- чулуун нүүрс- 4500...6500 ккал/кг,
- хүрэн нүүрс- 1500...4000 ккал/кг,
- хүлэр- 2500...2600 ккал/кг,
- Мод- 2400...2500 ккал/кг,
- шатамхай занар 1400...2700 ккал/кг,
- байгалийн хий 8000...8500 ккал/кг

- Түлшний илчлэгийг туршилтаар калориметрийн аргаар тодорхойлно. Түлшний илчлэг буюу дулаан гаргах чадварыг дээд ба доод гэж 2 ангилна.

$$Q_l^r = Q_h^r - 224H^r - 25W^r, \quad \text{кДж/кг}$$

Түлшний шаталтаас үүсэх доод дулааныг туршилтаар тодорхойлоогүй тохиолдолд дараах туршилтаар гаргасан томъёогоор тодорхойлж болно.

- Хатуу ба шингэн түлшний хувьд $Q_f^r = 338 \cdot C_f^r + 1025 \cdot H_f^r + 108.5 \cdot (O_f^r - S_f^r) - 25 \cdot W_f^r$ кДж/кг
- Хийн түлшний хувьд $Q_f^r = 108 \cdot H_2 - 126 \cdot CO + 234 \cdot H_2S + 350 \cdot CH_4 + 913 \cdot C_3H_8 + 1187 \cdot C_4H_{10} + 1461 \cdot C_5H_{12} + 591 \cdot C_2H_4 + 860 \cdot C_3H_6 + 1135 \cdot C_4H_8$

Энд: H_2 , CO , H_2S , гэх мэт- хэвийн нөхцөлд хийн түлшинд агуулагдаж байгаа устөрөгч, нүүрстөрөгчийн дутуу исэл, хүхэрт устөрөгч гэх мэт хийн агууламж

хатуу-шингэн, хатуу-хийн түлшний хольц

- Хатуу ба шингэн түлшний хольц

$$Q_{im}^r = g_1 Q_1^{rl} + (1 - g_1) Q_1^{rl} \text{ ккал/кг (МДж/кг)}$$

Энд: g_1 - хольц дахь түлшний массын хэсэг, түлшний хэсгүүдийн шаталтаас үүсэх дулаан.

- Хатуу буюу шингэн ба хийн түлшний хольц

$$Q_{im}^r = Q_1^{rl} + k \cdot Q_1^{rl} \text{ ккал/кг (МДж/кг)}$$

Энд: k - 1 кг хатуу буюу шингэн түлшинд харгалзах хийн түлшний хэмжээ, м³/кг.

Түлээний мод

Түлээг модны төрлөөр

- хатуу
- Зөөлөн

Чийглэгээр нь:

- $W^c \leq 25\%$ байвал хуурай,
- $W^c \leq 25 \dots 30\%$ хагас хуурай,
- $W^c > 35$ бол нойтон гэж ангилна.

- For firewood transported by land (газраар тээвэрлэсэн)

$$Q_1^r = 18300 - 210 \cdot W^c$$

- For floating firewood (усаар тээвэрлэсэн)

$$Q_1^r = 16200 - 190 \cdot W^c$$

Хатуу ба шингэн түлшний илчлэг

Түлшний төрөл	Түлшний нэр	Илчлэг, МДж/кг
Хатуу	Мод	10.5...12.5
	Хүлэр	10.5...14.6
	Хүрэн нүүрс	10.5...16.7
	Чулуун нүүрс	16.7...27.1
	Антрацит	25.1...29.1
	Шатдаг занар	5.65...10.5
Шингэн	Бензин	43.7
	Керосин	43.0
	Дизелийн түлш	42.6
	Моторын түлш	41.4
	Мазут	39.1...41.4

Түлшний дэгдэмхий бодис.

- устөрөгч H_2 ,
- нүүрс-устөрөгч $C_m H_n$,
- нүүрс-устөрөгчийн дутуу исэл CO ,
- нүүрс хүчлийн хий CO_2
- Лабораторийн нөхцөлд нунтаглан хатаасан түлшний сорьцийг агаар өгөлгүйгээр $800 \dots 850 \text{ }^\circ\text{C}$ температурт 7 минут халаах аргаар дэгдэмхий бодисыг тодорхойлно. Сорьцийн жингийн багасалтыг түлшний шатамхай хэсгийн жинтэй харьцуулан дэгдэмхий бодисын хэмжээг хувиар илэрхийлнэ.

Түлшний дэгдэмхий бодис ялгарах температур, түүний хэмжээ

Түлш	Дэгдэмхий бодис ялгарах температур, $^\circ\text{C}$	Дэгдэмхий бодисын хэмжээ, %
Мод	160	85
Хүлэр	100...110	30
Хүрэн нүүрс	130...170	40...50
Чулуун нүүрс		
Д маркийн	170	40...50
Т маркийн	390	17хүртэл
Антрацит	400	4...9

Түлшний үнслэг.

- Урьдчилан хатаасан түлшний сорьцийг лабораторийн зуханд $800 \dots 850 \text{ }^\circ\text{C}$ температурт шатаан үнслэгийг тодорхойлно. Үнсийг бий болгож байгаа эрдэс хольцийг гарлаар нь гадаад ба дотоод гэж ангилна. Гадаад үнс нь түлш үүсэх явцад үе давхаргад хуралдсан хольц, дотоод нь түлшийг олборлох үед хүрээлж буй орчноос орсон хольцоос тус тус бий болно.
- Үнсний хэмжээ, шинж чанар нь шаталтанд ихээхэн нөлөөлөхөөс гадна зарим хэсэг нь утааны хийтэй хамт тээвэрлэгдэн галын хотлоос гарч түүний хурд ихсэхэд конвекцийн халаах гадаргууг элэгдүүлэн, хурд багасахад халаах гадаргуу дээр хуримтлагддаг. Халаах гадаргуу дээр үнс хуримтлагдснаар утааны хийгээс ажлын биед дулаан дамжих эрчмийг бууруулан гарах утааны хийн температур нэмэгдсэнээр зуухны ашигт үйлийн коэффициентийг бууруулдаг.
- Мөн түүнчлэн утааны хийтэй хамт тээвэрлэгдэн гарсан үнс нь хүрээлэн буй орчныг бохирдуулна.
- $A^r \uparrow \quad Q_1^r \downarrow$

Түлшний чийглэг.

- Түлшийг лабораторийн хатаах шүүгээнд 102... 105 °C 1 цаг 30 минут халааж тодорхойлно.
 - Чийг галын хотол дахь температурыг бууруулж, утааны хийн хэмжээг ихэсгэдэг учраас түүнтэй алдах дулааны алдагдлыг нэмэгдүүлж, зуухны ашигт үйлийн коэффициентийг бууруулдаг.
 - Түлшний чийгийг дотоод ба гадаад гэж ангилна. Дотоод буюу кристал гидрат чийг нь түлшний гадна минерал хэсэгт бөх холбогдсон байдаг. Гадаад чийг нь түлшний гадна гадаргууг механикаар барьцалдуулж түүний нүх сүвэнд оршино.
- $W_{г↑}$ $Q_{г↓}$

Жишмэл түлш.

- $Q_i^r = 7000$ ккал/кг = 29.33 МДж/кг илчлэг бүхий түлшийг жишмэл түлш гэнэ. Зууханд төрөл бүрийн түлшийг ашиглах үед тухайн түлшийг жишмэл түлшинд шилжүүлэх

$$B_{ж} = B_{б} \cdot E$$

Энд: $B_{ж}$, $B_{б}$ - жишмэл ба бодит түлшний зарцуулалт, т/ц
E - түлшний дулааны эквивалент коэффициент.

$$E = \frac{Q_i^r}{7000} \quad \text{буюу} \quad E = \frac{Q_i^r}{29.3}$$

Энд: Q_i^r , $Q_{ж}$ - бодит ба жишмэл түлшний илчлэг, ккал/кг (кДж/кг).

1.3. ТҮЛШНИЙ ШАТАЛТ

- Үеэр буюу хөдөлгөөнгүй даавхаргад
- Буцлах давхаргад
 - а. Өндөр температурын
 - б. Нам температурын
 - в. Эргэлдэх
- Дөлт,
- Хуйлралт

Шаталтын хугацаа

- $\tau = \tau_{xy} + \tau_{xa} + \tau_x$
- $\tau_{ф} = \tau_{xy} + \tau_{xa}$
- $\tau = \tau_{ф} + \tau_x$
- $\tau_{ф} \ll \tau_x$ - кинетик ($\tau \approx \tau_x$).
- ($\tau_{ф} \gg \tau_x$) нэвчилтийн (диффузын) ($\tau \approx \tau_{ф}$)
- $\tau_{ф} \approx \tau_x$ завсрын муж

а. Бүрэн шаталтын дулаан ялгаруулах анхдагч урвалууд

- $C + O_2 \leftrightarrow CO_2 + 408.8$
- $H + 1/2O_2 \leftrightarrow H_2O + 241.8$
- $CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O + 803.4$

- б. Бүрэн шаталтын дулаан шингээх анхдагч урвал
 $C + 2H_2O \leftrightarrow CO_2 + 2H_2 - 75.2$
- в. Дутуу шаталтын дулаан ялгаруулах анхдагч урвалууд
 $C + 1/2O_2 \leftrightarrow CO + 246.4$
 $CH_4 + 1/2O_2 \leftrightarrow CO + 2H_2 + 36.4$
- г. Дутуу шаталтын дулаан шингээх анхдагч урвал
 $C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2 - 118.8$

д. Бүрэн ба дутуу шаталтын хоёрдогч урвалууд

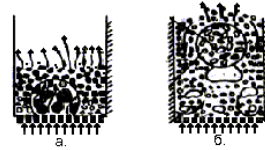
- $\text{CO} + 1/2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}_2 + 285.6$
- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 + 43.5$
- $\text{CO}_2 + \text{C} \leftrightarrow 2\text{CO} - 162.4$

- Температур ихсэхэд эхний 5 урвалаас их хэмжэний дулаан ялгаруулах урвалын хурд саардаг.
- Өөрөөр хэлбэл өндөр температурт (1600...1800°C– ээс дээш) түлшний нүүрстөрөгч хүчилтөрөгчтэй урвалд орсноор голчлон CO ,
- Харин 1000...1300°C орчим нам температурт CO_2 үүснэ.
- Даралт нэмэгдэхэд дулаан шингээх урвалын хурд саарна.

Хатуу түлшний шаталт

- Ноцолт
- Идэвхтэй шаталт
- Гүйцээх шаталт
- Эхний шатанд түлш халж 105 ... 110 0C температурт чийг нь ялгаран хуурайшина. Цаашид 250 ... 3500C температурт хүрэхэд дэгдэмхий бодис нь ялгаран шатсанаар температур огцом нэмэгдэн түүний коксын хэсгийн ноцох температурт хүрмэгц түлш шатаж эхлэнэ.Хатуу түлшний шаталтыг
- Хатуу түлшний ноцох температур нь түүнд агуулагдаж буй дэгдэмхий бодисын хэмжээнээс хамаарна. Дэгдэмхий бодисын хэмжээ их байх тусам, түлш төдий чинээ хялбархан ноцож түүний ноцох температур нь төдий чинээ бага байна.
- Жишээлбэл: Мод- 300°C, хүрэн нүүрс- 300... 400 °C, чулуун нүүрс 450...500 °C, антрацит 700...750 °C, шингэн түлш 500...600°C, хий ойролцоогоор 600°C температурт ноцно.

Хөдөлгөөнгүй ба буцлах давхарга дахь шаталт



Түлш шатаах зарим арга

- Буцлах давхарга үүсгэх хурд

$$\text{Re}' = \frac{\text{Ar}}{1400 + 5.2\sqrt{\text{Ar}}}$$

- Хийн тээвэрлэлтийн хурд

$$\text{Re} = \frac{\text{Ar}}{18 + 0.61\sqrt{\text{Ar}}}$$

- Буцлах (псевдошингэрсэн) давхаргын ажлын хурд

$$\text{Re}'' = \frac{\text{Ar}}{18 + 5.2\sqrt{\text{Ar}}}$$

- Энд: $\text{Re} = \frac{\omega d}{\nu}$ - Рейнольдсийн тоо; $\text{Ar} = \frac{gd^3(\rho_1 - \rho_0)}{\nu^2 \rho_0}$ - Архимедийн тоо; ν - үлзэж байгаа ажлын биеийн кинематик зунгаарлын коэффициент; ρ_0 - инертийн материалын нягт; ρ_1 - псевдошингэрүүлэгч ажлын биеийн нягт; g - чөлөөт уналтын хурдатгал; ω - буцлах давхарга үүсгэх, хийн тээвэрлэлтийн ба ажлын хурд; d - инертийн материалын эквивалент диаметр, м.

1.4. Түлшний тооцоо

- **а. Агаарын зарцуулалт.** Нэгж хэмжээний түлшийг бүрэн шатаахад шаардлагатай агаарын онолын хэмжээг тухайн түлшний элементийн бүтцийг ашиглан тодорхойлно.

Жишээлбэл, 1 кг нүүрстөрөгчийн шаталтын дараах урвалыг бүрэн явуулахад $32/12=8/3=2.67$ кг хүчилтөрөгч шаардагдана.
 $12 \text{ кг C} + 32 \text{ кг O}_2 = 44 \text{ кг CO}_2$

- 1 кг устөрөгчийг бүрэн шатаахад 8 кг хүчилтөрөгч хэрэгтэй байна.
 $4 \text{ кг H}_2 + 32 \text{ кг O}_2 = 36 \text{ кг CO}_2$ ($32/4=8$)
- 1 кг хүхрийн исэлдэх урвал буюу шаталтыг бүрэн явуулахад 1 кг хүчилтөрөгч хэрэгтэй.
 $32 \text{ кг S} + 32 \text{ кг O}_2 = 64 \text{ кг SO}_2$ ($32/32=1$)

- 1 кг түлшний бүрэн шаталт явуулахад шаардагдах хүчилтөрөгчийн масс

$$L_0 = 8 \cdot C^r / (3 \cdot 100) + 8 \cdot H^r / 100 + S^r / 100 - O^r / 100 =$$

$$= (2.67 \cdot C^r + 8 \cdot H^r + S^r - O^r) / 100, \text{ кг} \quad (1)$$
 - Атмосферийн агаарын эзлэхүүний 23.2 хувийг хүчилтөрөгч эзлэх тул хэвийн нөхцөлд 1 кг түлшийг бүрэн шатаахад шаардлагатай агаарын онолын масс

$$L_1 = (2.67 \cdot C^r + 8 \cdot H^r + S^r - O^r) / (100 \cdot 0.232) =$$

$$= 0.115 \cdot C^r + 0.3448 \cdot H^r + 0.0431(S^r - O^r), \text{ кг} \quad (2)$$
 - Хэвийн нөхцөлд агаарын нягт $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$ байх тул 1 кг хатуу буюу шингэн түлшийг бүрэн шатаахад шаардлагатай агаарын онолын эзлэхүүнийг тодорхойлно.

$$V_1 = L_1 / \rho = L_1 / 1.293$$
- буюу
- $$V_1 = (0.115 \cdot C^r + 0.3448 \cdot H^r + 0.0431(S^r - O^r)) / 1.293 =$$
- $$= 0.0889 \cdot C^r + 0.267 \cdot H^r + 0.0333(S^r - O^r), \text{ нм}^3 / \text{кг} \quad (3)$$
- Энд: C^r , H^r , S^r ба O^r - түлшний ажлын масс дахь хүүрстөрөгч, устөрөгч, хүхэр, хүчилтөрөгчийн агууламж, %.

- Түлшний шаталтыг явагдах байдлаар нь төгс, бүрэн ба дутуу гэж 3 ангилж болно.
- Зөвхөн онолын хувьд шаардлагатай агаарыг хэрэглэн түлшний бүрэн явагдаж байвал төгс шаталт гэнэ.
- *Онолоор шаардлагатай агаараас илүү хэмжээний агаар зарцуулж түлшний шаталтыг бүрэн явуулна. Гэхдээ илүүдэл агаар нь түлшний шаталтын урвалд орохгүй утаатай хамт гардаг.*

Жишээ: Бага нуурын нүүрсний элементийн бүтцийг ашиглан түүний шаталтанд шаардагдах хүчилтөрөгчийн ба агаарын онолын масс, эзлэхүүнийг тодорхойлоё.

No	Бүтцийн элемент үүд	Жингийн хувь p	Жин, G-аар
1	C ^r	39.7	0.397
2	H ^r	2.5	0.025
3	N ^r	0.5	0.005
4	ī ^r	11.9	0.119
5	S ^r	0.3	0.003
6	A ^r	12.1	0.121
7	W ^r	33.0	0.33
8	Бүгд	100	1.0

1	Шатах элемент	1 кг-ын шаталтанд шаардлагатай	
		O ₂	агаар
1	C ^r	2.67	11.53
2	H ^r	8.00	34.56
3	S ^r	1.00	4.32

Нүүрсэнд агуулагдаж байгаа нүүрстөрөгчийг шатаахад шаардагдах

- Хүчилтөрөгч
- $m_{O_2} = 0.397 \times 2.67 = 1.06 \text{ kg O}_2$
- Агаарын массын зарцуулалтуудын онолын хэмжээ
- $m_a = 1.06 / 0.232 = 4.568 \text{ kg}$
- Агаарын онолын эзлэхүүн
 $V_a = 4.568 / 1.293 = 3.538 \text{ нм}^3$

Нүүрсэнд агуулагдаж байгаа устөрөгчийг шатаахад шаардагдах

- Хүчилтөрөгч
 $m_{O_2} = 0.025 \times 8.0 = 0.2 \text{ кг}$
- Агаарын массын зарцуулалтуудын онолын хэмжээ
- $m_a = 0.2 / 0.232 = 0.862 \text{ кг}$
- Агаарын онолын эзлэхүүн
- $V_a = 0.862 / 1.293 = 0.6667 \text{ нм}^3$

Нүүрсэнд агуулагдаж байгаа хүхрийг шатаахад шаардагдах

- Хүчилтөрөгч
 $m_{O_2} = 0.003 \times 1.0 = 0.003 \text{ кг}$
- Агаарын массын зарцуулалтуудын онолын хэмжээ
 $m_a = 0.003 / 0.232 = 0.01293 \text{ кг}$
- Агаарын онолын эзлэхүүн
 $V_a = 0.003 / 1.293 = 0.00232 \text{ нм}^3$

**Багануурын 1 кг нүүрсний шаталтанд
шаардлагатай хүчилтөрөгч ба
агаарын онолын хэмжээ**

No	Элемент	Массын хувь, %	1кг түлшин дахь хэмжээ, кг	Шардагдах хэмжээ		
				O ₂ , kg	агаар, kg	агаар, nm ³ /kg
1	Нүүрстөрөгч, C ^r	39.7	0.397	1.06	4.568	3.568
2	Устөрөгч, H ^r	2.5	0.025	0.2	0.862	0.6667
3	Хүхэр, S ^r	0.3	0.003	0.003	0.1293	0.00232
	Бүгд	42.5	0.425	1.263	5.5593	4.237
Азот ба хүчилтөрөгчийн агуламжаар оруулах засвар						
5	Азот, N ^r	0.5	0.005	-	-	-
6	Хүчилтөрөгч, O ^r	-11.9	-0.119	-0.119	-0.513	-0.3967
7	Corrected total	100	1.0		5.0464	3.84

• Агаарын массын онолын хэмжээ
 $m_t = 0.115 \cdot C^r + 0.3448 \cdot H^r + 0.0431(S^r - O^r) =$
 $= 0.115 \cdot 39.7 + 0.3448 \cdot 2.5 + 0.0431(0.3 - 11.9) = 4.9275 \text{ кг}$

• Агаарын онолын эзлэхүүн
 $V_t = 0.0889 \cdot C^r + 0.2666 \cdot H^r + 0.0333(S^r - O^r) =$
 $= 0.0889 \cdot 39.7 + 0.2666 \cdot 2.5 + 0.0333(0.3 - 11.9) = 3.81 \text{ нм}^3/\text{кг}$

Илүүдэл агаар

- Түлш бүрэн шатаахад зарцуулагдаж байгаа агаарын бодит хэмжээ онолоор шаардагдах тооцоот хэмжээнээс их байдаг. Иймд бодит нөхцөлд заруулагдаж байгаа болон онолоор шаардлагатай агаарын хэмжээний зөрөөг илүүдэл агаар гэнэ.
- Илүүдэл агаарын хэмжээг тодорхойлоход хийн шинжилгээний багажууд хэрэглэн утааны хий дахь хүчилтөрөгчийн хэмжээг тодорхойлно. Утааны хийд агуулагдаж байгаа хүчилтөрөгч ба азот илүүдэл агаарыг бүрдүүлнэ.
- Утааны хийн бүтэц дэх нүүрсхүчлийн хий (CO₂), хүчилтөрөгч (O₂), нүүрстөрөгчийн дутуу исэл (CO) эзлэх хувийг 100- аас хасч азотын (N₂) хувийг тодорхойлно.
- Илүүдэл агаар онолоор шаардлагатай агаарын хэдэн хувийг эзэлж байгааг дараах илэрхийллээр тодорхойлно.

$$\text{Илүүдэл агаар} = \frac{O_2 - 0.5 \cdot CO}{0.263 \cdot N_2 + 0.5 \cdot CO - O_2} \times 100, \% \quad (4)$$

- Химийн дутуу шаталт үүсээгүй тохиолдолд:

$$\text{Илүүдэл агаар} = \frac{O_2}{0.263 \cdot N_2 - O_2} \times 100, \% \quad (5)$$

Жишээ: түлшний шаталтаас үүсч байгаа утааны хийн бүтцийн шинжилгээний үр дүнд үндэслэн илүүдэл агаарын хувийг тодорхойлъё.

Analysis	CO ₂ , %	O ₂ , %	CO, %	N ₂ , %
A	13.7	3.5	1.8	81.0
B	13.5	5.5	0.0	81.0

$$\text{Analysis A} \quad \text{Илүүдэл агаар air} = \frac{3.5 - 0.5 \cdot 1.8}{0.263 \cdot 81 + 0.5 \cdot 1.8 - 3.5} \times 100 = 13.9 \%$$

$$\text{Analysis B} \quad \text{Илүүдэл агаар} = \frac{5.5}{0.263 \cdot 81 - 5.5} \times 100 = 34.8 \%$$

Илүүдэл агаарын коэффициент

$$\alpha = V_g / V_o$$

Энд: V_g - Нэг кг түлшний шатаахад бодит нөхцөлд зарцуулсан агаарын эзлэхүүн V_o - Нэг кг түлшний шатаахад агаарын онолын эзлэхүүн.

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2}$$

Дээрх хүснэгт дэх утааны хийн бүтцийг ашиглан илүүдэл агаарын коэффициентийг тодорхойлъё.

$$\text{Analysis A} \quad \alpha = \frac{21}{21 - O_2} = \frac{21}{21 - 3.5} = 1.2$$

$$\text{Analysis B} \quad \alpha = \frac{21}{21 - O_2} = \frac{21}{21 - 5.5} = 1.354$$

Analysis A (by formula 4 and 6)
 $\Delta\alpha = 0.139 \approx 0.2 \quad \alpha = 1.139 \approx 1.2$
 Analysis B (by formula 5 and 6)
 $\Delta\alpha = 0.348 \approx 0.354 \quad \alpha = 1.348 \approx 1.354$

b. Шаталтын бүтээгдэхүүний тооцоо

- Шаталтын бүтээгдэхүүн.

$$V = V_{xx} + V_{H_2O}, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (7)$$

Энд: V_{xx} - хуурай хийн эзлэхүүн, V_{H₂O} - усны уурын эзлэхүүн.

- Хуурай хийн эзлэхүүн

$$V_{xx} = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{O_2} \quad (8)$$

Энд: V_{RO₂} = V_{CO₂} + V_{SO₂} - 3 атомт хийн эзлэхүүн. (9)

1 кг нүүрстөрөгчийн шаталтаас үүсэх нүүрсхүчлийн хий (CO₂)

- 12 kg C + 32 kg O₂ = 44 kg CO₂
- 12/12 kg C + 32/12 kg O₂ = 44/12 kg CO₂
- 1 kg C + 2.67 kg O₂ = 3.67 kg CO₂
- 1 kg C + 2.67·22.4/32 kg O₂ = 3.67·22.4/44 kg CO₂
- 1 kg C + 1.866 m³ O₂ = 1.866 m³ CO₂

1 кг хүхрийн шаталтаас үүсэх хүхрийн давхар исэл (SO₂)

- 32 kg S + 32 kg O₂ = 64 kg SO₂
- 32/32 kg S + 32/32 kg O₂ = 64/32 kg SO₂
- 1 kg S + 1 kg O₂ = 2 kg SO₂
- 1 kg S + 1·22.4/32 kg O₂ = 2·22.4/64 kg SO₂
- 1 kg S + 0.7 m³ O₂ = 0.7 m³ SO₂

• 3 атомт хийн эзлэхүүн.

$$V_{RO_2} = 1.866 \cdot C' / 100 + 0.7 \cdot S' / 100 = 0.01866 \cdot (C' + 0.375 \cdot S'), \text{ нм}^3/\text{кг} \quad (10)$$

- Илүүдэл агаарын коэффициент $\alpha > 1$ байхад шаталтаас үүсэх хуурай хийн эзлэхүүн

$$V_{xx} = V_{\text{minxx}} + (\alpha - 1) V_t \quad (11)$$

- Илүүдэл агаарын коэффициент $\alpha = 1$ байхад ($V_6 = V_0$) шаталтаас үүсэх хуурай хийн эзлэхүүн

$$V_{\text{minxx}} = V_{N_2} + V_{RO_2} = (0.79 \cdot V_t + 0.008 \cdot N') + 0.01866 \cdot (C' + 0.375 \cdot S') \quad (12)$$

- Азотын онолын эзлэхүүн

$$V_{N_2} = 0.79 \cdot V_t + 0.008 \cdot N' \quad (13)$$

- Энд: 0.79·V_t – онолоор шаарлагатай агаар дахь азотын эзлэхүүн; 0.008·N_г – түлшинд агуулагдаж байга азотын эзлэхүүн.

Устөрөгчийн шаталтаас үүсэх усны уур ($\rho = 805 \text{ кг/нм}^3$)

- 4 kg H₂ + 32 kg O₂ = 36 kg H₂O
 - 4/4 kg H₂ + 32/4 kg O₂ = 36/4 kg H₂O
 - 1 kg H₂ + 8 kg O₂ = 9 kg H₂O
 - 1 kg H₂ + 8·22.4/32 kg O₂ = 9·22.4/18 kg H₂O
 - 1 kg H₂ + 5.6 m³ O₂ = 11.2 m³ H₂O
 - 1 кг түшний шаталтаас үүсэх усны уурын эзлэхүүн
- $$V_{H_2O} = 11.2 \cdot H' / 100 + W' / 100 \cdot 0.805 = 0.112 \cdot H' + 0.0124 \cdot W'$$
- $$V_{H_2O} = 0.0124 (9 \cdot H' + W')$$

- Түлшний шаталтаас үүсэх усны уурын бодит эзлэхүүн

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0.0161 (\alpha - 1) \cdot V_a^0, \text{ нм}^3/\text{кг}$$

- Түлшний шаталтаас үүсэх азотын бодит эзлэхүүн

$$V_{N_2} = V_{N_2}^0 + (\alpha - 1) \cdot 0.79 \cdot V_a^0, \text{ нм}^3/\text{кг}$$

- Шаталтын бүтээгдэхүүн утааны бүрэн эзлэхүүн

$$V_y = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O}, \text{ нм}^3/\text{кг}$$

- Гурван атомт хий ба усны уурын эзлэхүүний нэгжид оногдох хувь

$$r_{RO_2} = V_{RO_2} / V_y = 0.1304 \quad \text{ба} \quad r_{H_2O} = V_{H_2O} / V_y = 0.1648$$

- Тэдгээрийн нийлбэр хувь $r_H = r_{RO_2} + r_{H_2O} = 0.295$

- Утааны хий дэх үнсний концентраци

$$\mu_{3л} = 10^{-2} A' \cdot a_{yH} / V_y \cdot \rho_y, \text{ г/м}^3$$

Энд: $\rho_y = 1.34 \text{ кг/м}^3$ - утааны хийн нягт, a_{yH} - утааны хий дэх үнсний хувь.

- Шлак үүсгэх үнсний хувь

$$a_{шл} = 1 - a_{yH}$$

Шаталтын бүтээгдэхүүний тооцооны хүснэгт

1	Үзүүлэлтүүдийн нэр	Хэмж. Нэгж	ГХ	Фестон	УХХ-I	УХХ-II	Утаа
1	3 атомт хийн бодит эзлэхүүн, V_{RO_2}	нм ³ /кг					
2	Азотын бодит эзлэхүүн, V_{N_2}	нм ³ /кг					
3	Усны уурын бодит эзлэхүүн, V_{H_2O}	нм ³ /кг					
4	Утааны хийн бодит эзлэхүүн, V_0	нм ³ /кг					
5	3 атомт хийн эзлэхүүний хувь, r_{RO_2}	-					
6	Усны уурын эзлэхүүний хувь, r_{H_2O}	-					
7	$r_{RO_2} + r_{H_2O}$	-					
8	Үнсний концентраци, μ_y	г/нм ³					

в. Шаталтын бүтээгдэхүүний дулаан агуулалтын тооцоо

- Шаталтын бүтээгдэхүүний дулаан агуулалт

$$H = \sum V_i \cdot C_i \cdot t_i$$
- Энд: V_i - хий тус бүрийн эзлэхүүн; C_i -хий тус бүрийн дулаан багтаамж; t_i -хий тус бүрийн температур.
- Түлшний шаталтанд шаардагдах агаарын дулаан агуулалтын онолын утга
 $I_B^0 = V_B^0 (c \cdot t), \text{ кДж/кг (ккал/кг)}$
- Шаталтаас үүсч байгаа утааны хийн дулаан агуулалтын онолын утга
 $I_y^0 = [V_{RO2} (c \cdot t)_{RO2} + V_{N2}^0 (c \cdot t)_{N2} + V_{H2O}^0 (c \cdot t)_{H2O}] t, \text{ кДж/кг (ккал/кг)}$
- Үнсний дулаан агуулалт
 $I_r = (a_{\text{ун}} \cdot A) / (100 \cdot C_r t_r) \text{ кДж/кг (ккал/кг)}$
- Шаталтын бүтээгдэхүүн утааны хийн дулаан агуулалт
 $I_y = I_y^0 + (\alpha - 1) I_B^0, \text{ кДж/кг (ккал/кг)}$

Шаталтын бүтээгдэхүүний дулаан агуулалтын тооцооны хүснэгт

t, °C	I _B ⁰ , кДж/кг	I _а ⁰ , кДж/кг	I _y = I _y ⁰ + (α-1) I _B ⁰ , кДж/кг				
			ГХ	Фестон	УХ	УХХ	Утаа
			α ₁	α ₂	α ₃	α ₄	α=1.55
30	-	-					
100	-	-					-
200	-	-					-
300	-	-					-
400	-	-					-
500	-	-					-
600	-	-					-
700	-	-					-
800	-	-					-
900	-	-					-
1000	-	-					-
1100	-	-					-
1200	-	-					-
1300	-	-					-
1400	-	-					-
1500	-	-					-
1600	-	-					-
1700	-	-					-
1800	-	-					-

5. Зуухны дулааны баланс

- Дулааны баланс
- $Q_{3AP} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$
буюу
 - $q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100 \%$

Энд: Q_2 - утааны хийтэй алдах дулаан, кЖ/кг;
 Q_3 - химийн дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдал, кЖ/кг; Q_4 - механик дутуу шаталтаас үүсэх дулааны алдагдал, кЖ/кг;
 Q_5 - орчинд алдах дулаан, кЖ/кг;
 Q_6 - шааргатай хамт алдах дулаан, кЖ/кг.

- Түлшний шаталтаас ялгарах дулаан
 $Q = Q_i^r$
- Утааны хийтэй алдагдах дулааны алдагдал
 $q_2 = (100 - q_4)(I_{yX} - \alpha_{yX} I_{XB}) / Q_i^r$

- Шлакийн физикийн дулааны алдагдал
 $q_6 = a_{\text{шл}} (c \cdot t)_{\text{шл}} AP / Q_i^r$
- Зуухны ашигт үйлийн коэффициентийг урвуу балансар тодорхойлбол:

$$\eta = 1 - q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

- Бага чадлын ус халаах зуухны ашигтай ашигласан дулаан буюу дулааны хүчин чадал

$$Q = G \cdot C \cdot (t_1 - t_2),$$

- Энд: G - сүлжээний усны зарцуулалт, т/ц; c - усны дулаан багтаамж, кДж/кгК; t_1, t_2 - сүлжээний усны температур, °C.
- Зуухны төхөөрөмжид ашигтай ашигласан дулаанаар Q буюу шууд балансар зуухны ашигт үйлийн коэффициентийг (АҮК) тодорхойлбол:

$$\eta = \frac{Q}{B \cdot Q_i^r} \cdot 100 \%$$

- Зуухны АҮК-ийг дээшлүүлэхийн тулд ямар алдагдлыг бууруулах шаардлагатай байгааг тогтоохын тулд урвуу балансын аргыг хэрэглэнэ. Түлшний шаталтын үед үүсч байгаа бүх алдагдлуудыг тодорхойлсны дараа аль алдагдлуудыг яаж бууруулах талаар арга хэмжээг авч хэрэгжүүлнэ.

- Зуухны АҮК-ийг дээшлүүлэхийн тулд дараах арга хэмжээнүүдийг авч хэрэгжүүлэх хэрэгтэй.
- Түлшний аль болох бүрэн шатаах
- Илүүдэл агаарыг боломжийн хэрээр бууруулах
- Өрлөг, дулаалгын нягтралыг сайжруулж, гаднаас илүүдэл агаар соролт, гадагш утаа савсулахгүй нөхцлийг бүрдүүлэх
- Халаах гадаргуугийн дотоод ба гадна гадаргууг цэвэр байлгах, цэвэрлэгээг сайн хийх
- Усны алдагдлыг бууруулах
- Зуухны бүх хэсгийн өрлөг, дулаалгыг сайжруулж орчинд алдах дулааныг бууруулах
- Утааны хийн температурыг бууруулж, түүнтэй алдах дулааныг багасгах

- Зуухны ашигт үйлийн коэффициентийг олсноор түлшний цагийн зарцуулалтыг тодорхойлж болно.

$$B = 100 \cdot Q_3 / Q_4^r \cdot \eta_3$$

- Түлшний тооцоот зарцуулалт

$$B_T = B \cdot (1 - q_4 / 100)$$

- Дулаан хадгалалтын коэффициент

$$\varphi = 1 - [q_5 / (\eta_3 + q_5)]$$

- **Жишээ:** Бага нуурын нүүрсний доод илчлэг 3450 ккал/кг байхад 1 МВт чадалтай ус халаах зуухны АҮК 68 % байсан бол зуухны нүүрсний цагийн зарцуулалтыг тодорхойлоё.

$$B = 100 \cdot Q_3 / Q_4^r \cdot \eta_3 = 100 \cdot 860000 / 3450 \cdot 68 = 366.6 \text{ кг/ц}$$

- Энэ зуухыг шинэлэн өөрчилж АҮК-ийг нь 75 % болтол нэмэгдүүлсний дараа түлшний хэрэглээ ямар хэмжээгээр буурахыг тодорхойлоё.

$$B = 100 \cdot Q_3 / Q_4^r \cdot \eta_3 = 100 \cdot 860000 / 3450 \cdot 68 = 332.38 \text{ кг/ц}$$

- 1 сар ажиллуулахад $34.2 \times 30 \times 24 = 24624.0$ кг буюу 24.6 т нүүрс хэмнэнэ гэсэн үгв Ингэснээр халаалтын улиралын 7 сард 172.4 т нүүрс хэмнэхээр байна.

- Хүлэмжийн хийн бууралт

$$\Delta CO_2 = (44/12) \cdot 0.39 \cdot 172.4 = 203.6 \text{ т}$$