

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԱՐՄԻՆԵ ԱՐԾՐՈՒՆՈՒ ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

**ՄԻԱՏԱՐՐ ԿԵՆՍԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ԱՆԱԵՐՈՒ ԽՄՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ
ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԿԵՆՍԱԳԱԶ-ԷՆԵՐԳԻԱ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՄԱՆ ԻՆԺԵՆԵՐԱԿԱՆ
ՄՇԱԿՈՒՄՆԵՐԸ**

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ե.23.03-«Շենքերի և կառույցների ճարտարագիտական (էներգետիկ, հիդրավլիկ և այլն) ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Գիտական ղեկավար՝

Տեխ.գիտ.դոկտոր, պրոֆեսոր

Ա. Յա. Մարգարյան

ԵՐԵՎԱՆ 2016

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	4
ԳԼՈՒԽ 1. ԿԵՆՍԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՎ ՕԳՏԱՀԱՆՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ ...	9
1.1. Օրգանական թափոնների բնական ու արհեստական առաջացումը	9
1.2. Կենսագազի արտադրության հեռանկարները Հայաստանում	14
1.3. Կենսագազի անհատական տեղակայման պարամետրերի հաշվարկ	19
ԳԼՈՒԽ 2. ԱՆԱՄՆԱՊԱՀԱԿԱՆ ԹԱՓՈՆՆԵՐԻՑ ԿԵՆՍԱԳԱԶԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ	24
2.1 Փորձնական տեղակայման նկարագրությունը	25
2.3 Թաց գազակուտակիչ (գազգոլիեր)	31
2.3.1 Թաց գազգոլիերի երկրաչափական պարամետրերի ընտրությունը	32
2.3.2. Թաց գազգոլիերի հիդրավլիկական հաշվարկը	34
2.4 Միատարր կենսազանգվածից կենսաագազի արտադրության մեզոֆիլ գործընթացով խմորման արդյուքները	38
2.4.1. Կենսագազի արտադրողականության որոշումը	38
2.4.2. Գազարտադրության գործընթացի դինամիկան	40
2.4.3. Գազարտադրության գործընթացի կախվածությունը մուտքանյութի խոնավությունից	42
2.4.4. Խառնման ազդեցությունը գազարտադրության վրա	45
2.4.5 Մեզոֆիլ խմորման ջերմաստիճանի օպտիմալ միջակայքի որոշումը	47
2.5. Կենսագազի արտադրական տեղակայում	50
2.5.1 Արտադրական տեղակայման նկարագրությունը	50
2.5.2 Տեղակայման գործարկման կարգը	52
2.5.3 Արտադրական տեղակայման ցուցանիշները	54
2.6 Արևի էներգիայի օգտագործումը մուտքանյութի նախնական տաքացման համար	56
ԳԼՈՒԽ 3. ԿԵՆՍԱԳԱԶԻ ԳՈՐԾԱՐԱՆԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՈՒ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ	59

3.1 Կենսագազի գործարանի կառուցվածքների և սարքավորումների նկարագրությունը և դրանց նշանակությունը.....	59
3.2. Մուտքանյութի (ինֆլուենտ) համասեռացման հիդրոմեխանիկական եղանակը	65
3.3. Կենսագազի հիդրավլիկական փականքի նկարագրությունը և կառավարման սխեմայի կատարելագործումը.....	68
3.4 Ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման համակարգի կատարելագործման տարբերակները	71
3.5 Ծծմբաջրածնից կենսագազի մաքրման քիմիական եղանակը.....	75
Եզրակացություններ.....	80
ԳԼՈՒԽ 4. ԿԵՆՍԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ՏԵՂԱՓՈԽՄԱՆ ՀԻԴՐԱՎԼԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԸ, ԵԼՔԱՆՅՈՒԹԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՈՐՊԵՍ ՊԱՐԱՐՏԱՆՅՈՒԹ.....	81
4.1. Կենսազանգվածի խողովակաշարային տեղափոխման համակարգի հիդրավլիկական հաշվարկը	81
4.2. Լուսակերտի կենսագազի գործարանի կենսազանգվածի տեղափոխման հիդրավլիկական համակարգը	90
4.3. Օրգանական հեղուկ պարարտանյութի տրման գրավիտացիոն եղանակը.....	97
Եզրակացություններ.....	102
ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ.....	104

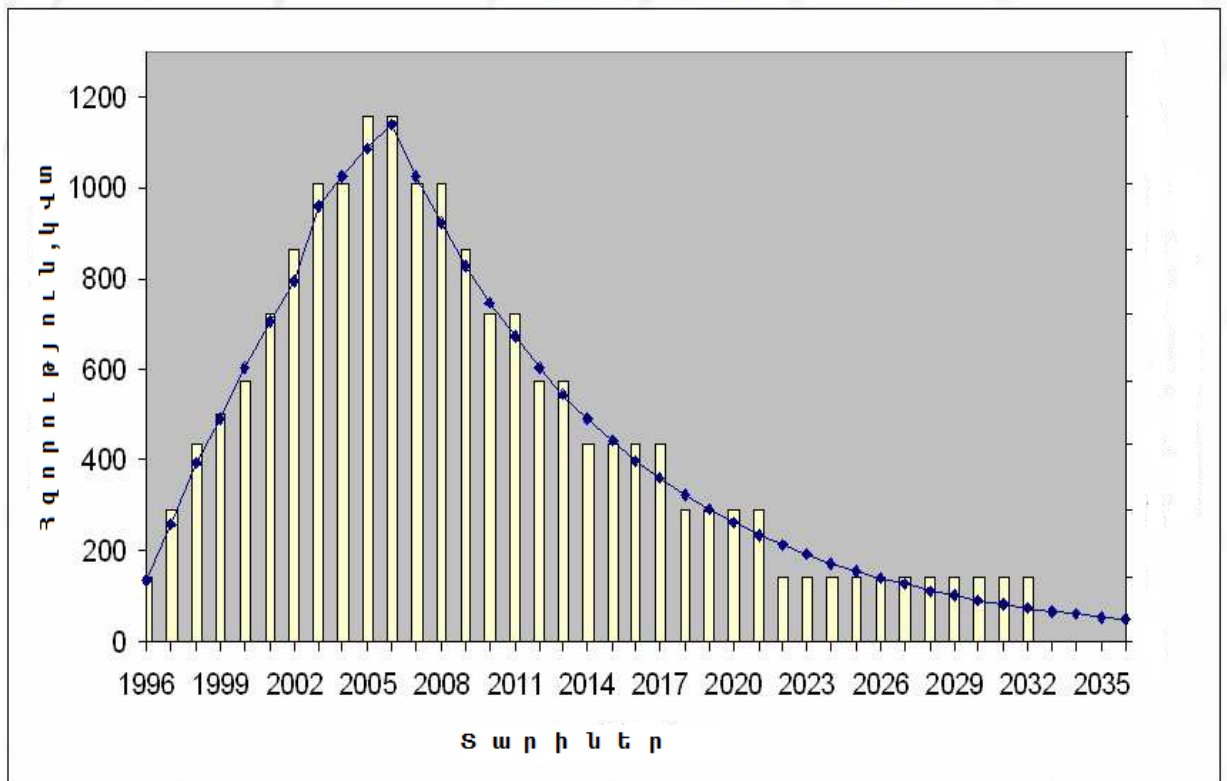
ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքի արդիականությունը: Մեր մոլորակի վրա բուսական ու արհեստական օրգանական թափոնների գումարային զանգվածը գնահատվում է տասնյակ մլր. տոննայով: Դրա մոտ մեկ քառորդն ամեն տարի վերարտադրվում է: Գյուղատնտեսության արագ զարգացումը, մասնավորապես, անասնապահական ու թռչնաբուծության խոշոր ֆաբրիկաների փոխադրումն արդյունաբերական հիմքի վրա, առաջացնում է մեծ քանակի պինդ և հեղուկ թափոնների տեղական կուտակումներ, ընդ որում պինդ թափոնները կուտակում են բաց հրապարակներում, հեղուկը թափոնները՝ հողային բաց ավազաններում, իսկ բնակավայրերի կենցաղային և արտադրական թափոնները՝ աղբանոցներում: Թափոնների այդ քանակության մեջ առկա օրգանական նյութերի բնական պայմաններում խմորման հետևանքով անջատվում է և մթնոլորտ է դուրս գալիս դյուրավառ գազ՝ կենսագազ, որի բաղադրության հիմնական տարրերն են մեթանը և ածխաթթու գազը: Կենսագազի դուրս գալը մթնոլորտ բերում է մարդկանց, կենդանիների ու բույսերի համար օդի վարակում թունավոր նյութերով ու գարշահոտություն տարածում շրջակա միջավայրում: Օդում կուտակված գազը որոշակի պայմաններում կարող է ինքնաբոցավառվել և, նույնիսկ, պայթել: Թափոնների նյութերի թափանցումը գրունտային ջրերի մեջ կարող է տեղափոխվել բավականաչափ մեծ հեռավորությունների վրա և մտնել ջրաղբյուրների մեջ [3,14,18,30]:

Բնական պայմաններում գազանջատման գործընթացը զարգանում է թթվածնի պակասության, առավել ևս, դրա բացակայության պայմաններում: Անասնապահական և գյուղատնտեսական այլ թափոնների վերամշակման տեխնոլոգիաներից ներկայումս լայն կիրառություն է ստացել փակ տարողությունում՝ ռեակտորում դրանց խմորման գործընթացը, որն ուղեկցվում է կենսագազի արագ անջատումով: Սույն գործընթացի արդյունքում արդեն մշակում անցած և ռեակտորից հանված հեղուկ զանգվածը հանդիսանում է որակյալ օրգանական պարարտանյութ: Եվրոպական երկրներում ռեակտորից հանված կենսազանգվածը հատուկ փակ տարողություններում վերստին ենթարկվում է ջերմային մշակման 70°C պայմաններում և նոր երաշխավորվում օգտագործման որպես օրգանական պարարտանյութ: Ջերմային մշակման հետևանքով

կենսազանգվածում առկա մոլախոտերի սերմերը զրկվում են ձելու հատկությունից [17,18,51,62]:

Նկ.1 Աղբանոցի ծառայության ժամկետում կենսազազի արտադրությունը



Նկ.1-ում բերված է միջին մեծության աղբանոցի մոտ 40 տարվա ծառայության ժամկետում բնական պայմաններում արտադրված կենսազազին համապատասխանող հզորությունների փոփոխման օրինանաչափությունն ըստ տարիների: Ակնհայտ է, որ տվյալ աղբանոցի ծառայության տարիներին մթնոլորտ արտազատվող կենսա'զազին համարժեք ջերմոցային գազի (CO_2) զանգվածը կկազմի հարյուր հազարավոր տոննա: Հետևաբար, միայն բնակավայրերի կենցաղային թափոնների օրգանական նյութերի անաերոբ պայմաններում վերամշակմամբ հնարավոր կլինի մեկ կարգով կրճատել աղբանոցից մթնոլորտ արտանետվող ջերմոցային գազի քանակը, որը ներկայումս, առավել ևս ապագայում, կունենա խիստ կարևոր էկոլոգիական նշանակություն:

Եվրոպական Հանձնաժողովի 99/31/EC դիրեկտիվով ԵՄ անդամ երկրներին հանձնարարվել է մինչև 2006թ. կուտակվող կենսաբանական թափոնների քանակը կրճատել 1995թ. մակարդակով կուտակված թափոնների նկատմամբ 75%-ով: Հետա-

գա տարիներին նախատեսվում է կրճատել կենսաբանական թափոնների կուտակման ծավալները ևս 50%-ով՝ մինչև 2009թ., և, վերջապես, 35%-ով՝ մինչև 2016թ. [5,85,87]:

Մեծ բնակավայրերի կենտրոնացված համակարգի կոյուղաջրերի վնասազերծման խնդիրը հաջողությամբ կարելի է լուծել դրանց մեջ առկա օրգանական նյութերի անաերոբ մշակման միջոցով և բացառել վնասակար նյութերի արտանետումները գետերի մեջ [26,88]:

Բնության մեջ գոյություն ունեցող ջերմոցային գազերը հիմնականում երեքն են՝ ածխածնի երկօքսիդը, ազոտի ենթօքսիդը և մեթանը: Այդ գազերը ջերմոցային էֆեկտի առաջացման առումով բնորոշվում են գլոբալ տաքացման պոտենցիալով (ԳՏՊ): Քանի որ ամենատարածված և հիմնական ջերմոցային գազը CO_2 -ն է, ապա պայմանականորեն այդ գազի ԳՏՊ-ն ընդունվում է հավասար 1-ի: Այդ պայմանական սանդղակում մեթանի (CH_4) և ազոտի ենթօքսիդի (N_2O) ԳՏՊ-ները համապատասխանաբար 21 և 310 են:

Թափոնային կենսագազը գրեթե զուրկ է ազոտի ենթօքսիդից, սակայն պարունակում է զգալի քանակությամբ մեթան, որը, ինչպես նշվեց վերևում, ածխաթթու գազի համեմատությամբ 21 անգամ ավելի վտանգավոր է ջերմոցային էֆեկտի առումով: Այդ կապակցությամբ կենսագազում պարունակող մեթանն ավելի նպատակահարմար է այրել ջահում, քան անմիջապես արտանետել մթնոլորտ: 1 կգ մեթանի այրումից առաջանում է շուրջ 2 կգ ածխաթթու գազ, հետևաբար, մեթանի այրումը ջահում նպաստում է մեթանի արտանետման հետևանքով մթնոլորտում առաջացող ջերմոցային էֆեկտի նվազեցմանը $21/2=10,5$ անգամ [1,3,85]:

Այսպիսով, օրգանական թափոնների մշակումը նախ և առաջ ունի չափազանց կարևոր բնապահպանական նշանակություն: Օրգանական թափոնների անաերոբ (ոչ թթվածնային պայմաններում) մշակման արդյունքում, կախված կենսազանգվածի օգտահանման տեխնոլոգիայից, ստացվող ջերմային և էլեկտրական էներգիաները, մաքուր մեթանն ու օրգանական պարարտանյութը հանդիսանում են բիզնեսի նպատակով կենսագազի տեղակայումների կառուցման հրապուրիչ գործոն [20,41,84]:

Արենախոսության նպատակն ու խնդիրները: Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական նպատակը միատարր կենսազանգվածից՝ թռչնաղբից անաերոբ պայման-

ներում գազարտադրության գործընթացի կայունության փորձնական ուսումնասիրությունն է, կենսագազից ծծմբաջրածնի անջատման խեմսորբցիայի անթափոն եղանակի մշակումը, ինչպես նաև կենսագազի գործարանի մի քանի տարրերի կառուցվածքային փոփոխությունների վերաբերյալ առաջարկությունների մշակումը:

Ըստ դրված նպատակի լուծվել են հետևյալ խնդիրները և տրվել հետևյալ առաջարկությունները՝

- միատարր կենսազանգվածից (թռչնաղբ) գազարտադրության գործընթացի փորձնական ուսումնասիրությունը կախված մուտքանյութի խոնավությունից,
- թաց գազգոլորների չափերի ընտրությունն ու հիդրավլիկական հաշվարկը,
- կենսագազից ծծմբաջրածնի անջատման խեմսորբցիայի եղանակի մշակումը,
- հեղուկ կենսազանգվածի խողովակային տեղափոխման համակարգի հիդրավլիկական հաշվարկը,
- ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման համակարգի կատարելագործմանն ուղղված միջոցառումների մշակումը, կառուցումն ու փորձարկումը,
- մուտքանյութի ավազանի խառնիչների էլեկտրաշարժիչների փոխարինումը կարգավորվող արտադրողականությամբ հիդրոշարժիչներով,
- անաերոբ մշակում անցած հեղուկ պարարտանյութի մշակաբույսերին տրման նոր եղանակի մշակումն ու փորձարկումը:

Հեղազոտության մեթոդները: Հիդրավլիկական հաշվարկներն իրականացվել են հիդրավլիկայի դասական մեթոդներով, ֆիզիկական մեծությունների չափումները կատարվել են ժամանակակից չափիչ սարքերով:

Արենախոսության գիտական նորույթներն են՝

- միատարր կենսազանգվածից մեզոֆիլ խմորման գործընթացում գազարտադրության կայունության ստուգումը փորձարկման ճանապարհով,
- ծծմբաջրածնից կենսագազի մաքրման խեմսորբցիայի անթափոն եղանակի մշակումը,
- մուտքանյութի օպտիմալ խոնավության որոշումը փորձնական եղանակով,

- մուտքանյութի ավագանի խառնիչների էլեկտրաշարժիչների փոխարինումը կարգավորվող արտադրողականությամբ պտտական շարժման հիդրոշարժիչներով,
- հիդրավլիկական փականքի կառուցվածքային փոփոխությունը և ռեակտորին միացման տեղի ընտրությունը,
- մշակաբույսերին հեղուկ պարարտանյութի տրման գրավիտացիոն եղանակի մշակումը և փորձարկումը Երասխավանում:

Աշխատանքի գործնական կիրառությունը: Պարունակում է հարուստ նյութ կենսագազի տեղակայումների հաշվարկի, կառուցվածքների հարմարադասման և գազարտադրության չափանիշների վերաբերյալ, կարող է օգտակար լինել կենսագազի անհատական տեղակայումներ նախագծող և շահագործող մասնագետների և “ՋԳՄՕ” մասնագիտության “Այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրներ” առարկան դասավանդողների համար:

Պաշտպանության են ներկայացվում: Կենսագազի տեղակայման հաշվարկի մեթոդը և նախագծման հիմունքները, կառուցվածքների տեղադրման և դրանց ֆունկցիոնալ կապի ապահովման խնդիրները, ջերմային էներգիայի օգտագործման հնարավոր տարբերակները, կենսագազից ծմբաջրածնի անջատման խեմսորբցիայի եղանակը, ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման գործընթացի հուսալիության ապահովման միջոցառումները, մուտքանյութի համասեռացման առավել նպատակահարմար եղանակը, հիդրավլիկական փականքի առավել պարզ կառուցվածքը, հեղուկ պարարտանյութի մշակաբույսերին տրման նոր եղանակը:

Հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը: Ստացված արդյունքները հավաստի են, քանի որ աշխատանքում քննարկված խնդիրների մեծ մասի վերաբերյալ լաբորատոր պայմաններում և արտադրական տեղակայման վրա կատարվել են փորձնական հետազոտություններ:

Հրապարակումները: Ատենախոսության հիմնական դրույթները և հետազոտության արդյունքները հրապարակված են գիտական 10 հոդվածում:

Արենախոսության կազմը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլխից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, օգտագործված գրականության ցանկից, շարադրված է 111 էջի վրա, ներառում է 30 նկար, 4 աղյուսակ:

ԳԼՈՒԽ 1. ԿԵՆՍԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՎ ՕԳՏԱՀԱՆՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

1.1. Օրգանական թափոնների բնական ու արհեստական առաջացումը

Օրգանական թափոնների բնական առաջացումը հիմնականում կապված է երկրագնդի բուսական ծածկույթի հետ կատարվող բնական երևույթների հետ՝ տերևաթափ, խոտի, թփերի ու ծառերի չորացում, զանազան պատճառներով վերջիններիս տապալում, վայրի կենդանիների ու թռչունների կղկղանք և այլն: Օրգանական թափոնների արհեստական առաջացումը հիմնականում կապված է մարդկային գործունեության հետ:

Երկրագնդի բուսական ծածկույթի չոր նյութը կազմում է մոտ 2000 մլդ. տոննա, որը էներգետիկորեն համարժեք է ներկայումս հայտնի բոլոր օգտակար հանածոների էներգիային: Այդ զանգվածների պինդ թափոնների մի մասը կարելի է անմիջապես օգտագործել որպես այլընտրանքային վառելիք, ստանալ ջերմություն, որն իր հերթին ձևափոխվում է էլեկտրական կամ մեխանիկական էներգիայի [52]:

Օրգանական պինդ և հեղուկ թափոնների առաջացման հիմնական բաժինն ընկնում է օգտակար հանածոներ արդյունահանող ձեռնարկություններին, ցելյուլոզայի, փայտանյութի վերամշակման և դրանից իրերի պատրաստման արտադրություններին, բնակավայրերին (կենցաղային), անասնապահական ձեռնարկություններին ու կոյուղաջրերին:

Կենսազազը հանդիսանում է կենսազանգվածի օրգանական մասի անաերոբ խմորման արդյունքում առաջացող նյութերից մեկը: Մեթանային խմորումն արդյունք է անաերոբ մանրէների բիոցենեզի, որն ընթանում է 10-ից մինչև 55 °C ջերմաստիճանի պայմաններում, երեք միջակայքով. փսիխրոֆիլ 10..25°C, մեզոֆիլ 35..40°C և թերմոֆիլ 52..55 °C: Այս պայմաններում կենսազանգվածում մանրէներն արագ բազմանում են և դրանց ազդեցության շնորհիվ օրգանական նյութերի քայքայումից առաջանում է կենսազազ: Վերջինիս հիմնական բաղադրիչներն են մեթանը՝ 50-75%, ածխաթթու գազը՝ 22-47 %, ծծրաջրածինը՝ մոտ 1% [71]:

Կենսազանգվածի մեթանային խմորումը՝ կենսամեթանագենեզը իրականացվում է երեք փուլով՝ 1. օրգանական միացությունների հիդրոլիզ, 2. ացիդագենեզ և 3.

մեթանագենեզ: Կենսամեթանագենեզի գործընթացում մասնակցում են երեք դասի մանրէներ: Առաջինները բարդ օրգանական նյութերը փոխակերպում են յուղային ($C_4H_8O_2$), պրոպինային ($C_3H_6O_2$) և կաթնային ($C_3H_6O_3$) թթուների, երկրորդները այդ օրգանական թթուները փոխակերպում են քացախաթթվի ($C_2H_4O_2$), ջրածնի ու ածխաթթու գազի, իսկ մեթանածին մանրէները, կլանելով ջրածինը, վերականգնում են ածխաթթու գազը մեթանի [20,28]:

Կենսագազից էլեկտրաէներգիա ստանալու համար գործող ջերմաէլեկտրակայաններն, ի տարբերություն դասական ՋԷԿ-երի, որոնք օգտագործում են օրգանական վառելիքներ, որպես կանոն չեն կարող մրցունակ լինել էլեկտրաէներգիայի ազատ շուկայական պայմաններում: Այդ կապակցությամբ դրանք դիտվում են նախ և առաջ որպես բնապահպանական նշանակության արտադրություններ և օգտվում են պետության կողմից սահմանված արտոնություններից: Այլ կերպ ասած, կենսագազային էլեկտրակայանը վառելիքի ձեռքբերման համար ոչ թե որոշակի ծախսեր է ներդնում, այլ ընդհակառակը, գումարներ է ստանում: Օրինակ, Օսլո քաղաքից մոտ 60 կմ հեռավորության վրա գտնվող 120 հազար բնակչություն ունեցող քաղաքի կոյուղաջրի վարակազերծման կենսագազի գործարանն իր հիմնական եկամուտն ստանում է քաղաքային բյուջեից, իսկ արտադրված կենսագազով լիցքավորում է քաղաքային 8 ավտոբուս, որից ստացվող եկամուտն անհամեմատ փոքր է քաղաքային թափոնների կառավարման ծախսից [25,68]:

Կենսագազի տեխնոլոգիայի, որպես ջերմաէներգետիկայի կարևոր այլընտրանքային աղբյուրի, վերաբերյալ բազմակողմանի ուսումնասիրություններ են կատարվել սկսած անցյալ դարի 50-ական թվականներից: Կենսագազի արտադրության առաջընթացը պայմանավորվեց հիմնականում երկու հանգամանքով՝ երկրորդ սերնդի մեծ ծավալի ռեակտորների ստեղծմամբ և անաերոբ խմորման գործընթացի տեխնոլոգիայի լրիվ ավտոմատացմամբ: Նախկինում գործող կենսագազի փոքր տեղակայումները ծառայում էին կենսազանգվածից կենսագազ ստանալու և վերջիս այրմամբ ջերմային էներգիայի փոխակերպման նպատակին: Անցյալ դարի 90-ական թվականներից կառուցվեցին և ներկայումս կառուցվում են խոշոր գործարաններ, որոնց մեծ մասը գործում են կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա, մյուս մասը՝ կենսագազմաքուր

մեթան փոխակերպման տեխնոլոգիաներով: Կենսազագի խոշոր գործարանների լայնածավալ կառուցմանը նպաստեց նաև եվրոպական հայտնի ֆիրմաների՝ Katerpillar, Jenbacher և այլն կողմից բարձր օգտակար գործողության գործակից ունեցող կոգեներացիայի շարժիչների արտադրությունը [39,60,86]:

Օրգանական նյութի մեզոֆիլ և թերմոֆիլ խմորման գործընթացների տեսական ու փորձնական ուսումնասիրություններ կատարել են Վ.Գ. Կոլոբրոդովը, Մ.Ա. Խաժմուրատովը, Ա. Ա. Կովալյովը, Դ.Ա. Կովալյովը, Է. Գ. Աֆրիկյանը, Ս.Ե.Մարգարյանը, Ա.Յա. Մարգարյանը և այլոք: Տեխնոլոգիական ուսումնասիրություններով զբաղվել են Ե. Ի. Գոնչառովը, Յու.Վ. Վորոտենկոն, Լ. Ս. Հովհաննիսյանը, Ռ. Զ. Մարուխյանը, Ա. Ա. Հովսեփյանը: Ծծմբաջրածնից կենսազագի մաքրման քիմիական եղանակի խնդիրների ուսումնասիրությունները բերված են Լ. Ի. Լազարևի, Մ. Ս. Լիտվինկոյի, Լ. Զ. Ալպերտի և այլոց աշխատություններում:

Աղյուսակներ 1 և 2-ում բերված են կենսազագի Դանիական գործարանների տեխնիկական ու տնտեսական ցուցանիշները: Աղյուսակի տվյալների հիման վրա կարելի է նշել հետևյալ խնդիրները, որոնցով առաջնորդվում են եվրոպական երկրները կենսազանգվածի անաերոբ մշակման արտադրություններ կազմակերպելիս՝

1. կենսազագի բոլոր գործարաններում օգտագործվում են կոմբինացված կենսազանգված, որում միջին հաշվով բնակավայրերի կենցաղային օրգանական թափոնների բաժնեմասը կազմում է միջինը 25%-ը: Աղբանոցներում կուտակվում են հիմնականում անօրգանական նյութեր և հնարավորինս կրճատվում է դրանցից մթնոլորտ դուրս եկող վտանգավոր գազերի քանակը,

2. կենսազագի բոլոր գործարանների կառուցման համար անհրաժեշտ ֆինանսական ներդրումների տրամադրման գործում կառավարության մասնակցությունը, որն արտահայտվում է անմիջական ներդրումների միջոցով՝ միջին հաշվով 27% չափով: Սա վկայում է այն մասին, որ կենսազանգվածի վերամշակումն ամենից առաջ հետապնդում է բնապահպանական խնդիր,

3. հավասարապես կիրառելի են անաերոբ խմորման մեզոֆիլ և թերմոֆիլ գործընթացները: Կենսազանգվածի թերմոֆիլ գործընթացով վերամշակումը հիմնվում է երկու կարևոր հանգամանքով.

ա. փորքանում է ռեակտորի ծավալը,

բ. ռեակտորի ելքանյութը վարակազերծվում է ավելի բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում:

Աղյուսակ 1

Կենսազազի Դանիական գործարանների տեխնիկական ցուցանիշները

h/h	գործար. անունը	հզորու թյունը տ/օր	կենցաղ. օրգան. թափոն տ	կենցաղ. օրգան. թափոնի %-ը	խմորման ջերմաս- տիճանը °C	կենսա- զազի արտադ. նմ³/օր	կենսա- զազի տես. ար տադր. նմ³/տ	ռեակտ. գումար. ծավալը մ³
1	Vaster	54	13	24	37	2740	51	1500
2	Vegger	59	17	29	55	5753	97	920
3	Davinde	28	3	11	36	822	29	750
4	Sinding	135	18	13	51	6575	49	2250
5	Fangel	143	19	13	37	6027	42	3750
6	Ribe	420	68	16	53	13150	31	5235
7	Lintrup	547	137	5	53	15616	29	7200
8	Lemving	437	75	17	52.5	14795	34	7600
9	Hodsager	48	6	13	37	1918	40	880
10	Hashoj	138	38	38	37	8219	60	3000
11	Thorso	261	31	12	53	7945	31	4650
12	Arhus Nor	392	46	12	38	10410	27	8500
13	Filskov	79	18	23	53	3561	45	880
14	Studsgaard	266	36	14	52	15616	59	6000
15	Blabjerg	309	87	27	53.5	8493	28	5000
16	Snertinge	108	42	39	52.5	4383	41	3000
17	Biahoj	87	17	20	53	3825	44	1320
18	Nysted	211	31	18	38	7123	34	5000

Մեթանտենկի միջ. տեսակարար ծավալը՝

Թերմոֆիլ- 17 մ³/տ

Մեզոֆիլ- 24 մ³/տ

Կենսազազի միջ. տես. արտադրութ.՝

Թերմոֆիլ- 44 մ³/տ

Մեզոֆիլ- 40 մ³/տ

Կենսագազի Դանիական գործարանների տնտեսական ցուցանիշները

h/h	գործար. անունը	ընդամենը ներդրում հազ. դոլար	այդ թվում կառավ. գրանտ հազ. դոլար	գրանտի տոկոսը %	ռեակտորի 1խ. մ հաշվով ֆինանս. ներդրումները դոլար	մուտքանյութի 1տ. հաշվով ֆինանս. ներ- դրումները դոլար
1	Vaster	2200	760	35	1467	40700
2	Vegger	2365	511	22	2571	40847
3	Davinde	1023	335	33	1364	36536
4	Sinding	4621	1570	34	2054	34229
5	Fangel	4462	1764	40	1190	31202
6	Ribe	2275	846	37	435	5417
7	Lintrup	7689	2962	39	1068	14057
8	Lemving	9735	2504	26	1281	22125
9	Hodsager	3386	688	20	3848	70541
10	Hashoj	3703	899	24	1234	26833
11	Thorso	5132	1111	22	1103	19662
12	Arhus Nor	9560	1904	20	1124	24388
13	Filskov	4092	441	11	4650	51797
14	Studsgaard	9824	2452	25	1637	36932
15	Blabjerg	7777	2028	26	1555	24379
16	Snertinge	8430	1622	13	2810	78055
17	Biahoj	5890	1217	21	4462	67701
18	Nysted	7707	1499	19	1541	36526

Մուտքանյութի 1 տ-ի հաշվով միջին տեսակարար ֆինանսական ներդրումները

Մեզոֆիլ՝ 38100 դոլար

Թերմոֆիլ՝ 36000 դոլար

1.2. Կենսագազի արտադրության հեռանկարները Հայաստանում

Հայաստանում կենսազանգվածի անաերոբ մշակման տեխնոլոգիայի գործնական կիրառության սկզբնավորումը 60-ական թվականն էր: 1964 թ. սկսվեց միկրոբիոլոգիական արդյունաբերության հիմնում, որի հիմնական ուղղություններից էր միկրոկենսաէներգետիկան, այդ թվում այրվող գազի՝ մեթանի ստացման տեխնոլոգիան: Հետագա տարիներին միկրոբիոլոգիայի ինստիտուտում նշված ուղղությամբ կատարվեցին տեսական և, մասնավորապես, փորձնական հետազոտություններ, իսկ հանրապետության տարբեր շրջաններում կառուցվեցին կենսագազի փոքր հզորության մի քանի տեղակայում: Ցավոք, այդ աշխատանքները հետագա զարգացում չունեցան: Հիմնական պատճառը գիտագործնական կազմակերպման բացակայությունն էր, որը պետք է անհրաժեշտ աջակցություն ցուցաբերեր այդ բնագավառի նախագծային, շինարարական և շահագործման աշխատանքներին: Հայտնի է, որ կենսագազի խոշոր գործարանները նույնիսկ շահութաբեր չեն առանց դրանց նկատմամբ պետականորեն արտոնյալ կարգավիճակի հաստատման, քանի որ դրանց կառուցումը նախ և առաջ հետապնդում է բնապահպանական նպատակ և հետո տնտեսական [23,34,76,87]:

Ինչպես նշվեց վերևում օրգանական ցանկացած նյութից անաերոբ խմորման գործընթացի արդյունքում ստացվում է այրվող գազ: Ներկայումս ողջ աշխարհում այդ նպատակով առավելապես օգտագործում են անասնապահական, թռչնաբուծական, կենցաղային թափոններ և կոյուղաջրեր: Չնայաց այն բանի, որ երկրագնդի բուսական ծածկույթը հանդիսանում է ամենամեծ քանակի օրգանական նյութեր պարունակող աղբյուր, այնուամենայնիվ, այդ տեխնոլոգիան հազվագյուտ կիրառություն ունի [46,47]:

Այս բնագավառում առավել զարգացած են փայտանյութի թափոնների, որպես վառելիք, օգտագործման տեխնոլոգիաները: Փայտանյութ կենսազանգվածի վերամշակումը բացառում է դրա կուտակումների վայրերում բնական պայմաններում կենսագազի անջատում՝ դրան ուղեկցող վտանգավոր երևույթների ի հայտ գալով: Ուրեմն, դրա վերամշակումն ու օգտագործումը որպես վառելիք հետապնդում է ոչ միայն էներգետիկական ու տնտեսական նշանակություն, այլ նաև որպես բնապահպանական միջոցա-

ում: Բացի այս անտառներում չորացած ծառերի հավաքումն ու անտառից դուրս բերումը մեծ չափով կանխում է հրդեհների առաջացման հավանականությունը:

ԽՍՀՄ-ի տարիներին Հայաստանում գործում էին թռչնաբուծական բազմաթիվ ֆաբրիկաներ, որոնց արտադրանքի մի մասն արտահանվում էր: Ներկայումս այդ ֆաբրիկաների մեծ մասը գործում է և կահավորված է ժամանակակից սարքավորումներով: 2015 թ. դրությամբ հանրապետության միայն թռչնաբուծական ֆաբրիկաների թռչունների (ածան և մսատու) քանակությունը 2 մլն.-ից ավել է: Թռչունների սույն քանակության թռչնաղբից կենսազազի գործարանի համար պատրաստվող մուտքանյութը կազմում է մոտ 1000 տ/օր (90-91% խոնավություն), որի կենսազանգված-կենսազազ-էլեկտրաէներգիա, ջերմային էներգիա տեխնոլոգիայով մշակման արդյունքում կարելի է ստանալ 4 ՄՎտ էլեկտրական, 5,1 ՄՎտ ջերմային հզորություններ և մոտ 1000 տ/օր օրգանական հեղուկ պարարտանյութ: Աշնան և վաղ գարնան ամիսներին վարից առաջ կամ հետո այդ քանակությամբ կարելի է պարարտացնել օրական 100 հա հողատարածք, իսկ մշակաբույսերի վեգետացիայի ընթացքում՝ օրական 200 հա:

Խոշոր եղջերավոր կենդանիների գոմաղբի մշակումն իրատեսական է միայն ձմռան ամիսներին: Ժամանակի ընթացքում կենտրոնացված խոշոր տնտեսությունների կազմավորման դեպքում հնարավոր կլինի կենսազազի գործարաններում մշակել դրանցից ստացվող գոմաղբը: Պետք է նկատի ունենալ նաև այն հանգամանքը, որ բազմատարր (թռչնաղբ, գոմաղբ, կենցաղային օրգանական թափոն) մուտքանյութի պարագայում անաներոք խմորման գործընթացն ըստ ժամանակի առավել կայուն է:

Կենսազազի արտադրության համար առավել իրատեսական է բնակավայրերի կենցաղային օրգանական թափոնների օգտագործումը որպես մշակման ենթակա կենսազանգվածի բաղադրամաս: Կենցաղային օրգանական թափոնների քանակը համեմատելի է անասնապահական թափոնների հետ: Հետևաբար անաներոք մշակման տեխնոլոգիայով դրանց համատեղ օգտագործումը կարող է զգալիորեն ավելացնել մշակվող կենսազանգվածի քանակն ու գազարտադրությունը, կրճատել աղբանոցներից բնական պայմաններում խմորման հետևանքով անջատվող և մթնոլորտ արտանետվող գազի քանակը: Մշակման ենթակա կենսազանգվածի ավելացումն իր հերթին

լուծում է նաև օրգանական հեղուկ պարարտանյութի արտադրության ավելացման խնդիրը:

Այս խնդրի իրականացման ճանապարհին արդեն վաղուց հայտնի է: Ամենից առաջ անհրաժեշտ է կենցաղային օրգանական և անօրգանական թափոնների զատում միմյանցից հենց բնակչության կողմից և աղբահանող կազմակերպությունների կողմից դրանց տեղափոխում և կուտակում առանձնացված կենտրոնական թափոնատեղերում: Կենսազազի գործարանը իր տրասպորտային միջոցներով տեղափոխում ու մշակում է կենցաղային օրգանական թափոնները և դրա դիմաց քաղաքային իշխանություններից ստանում է ֆինանսավորում: Ինչպես արդեն նշվել է նման սխեմայով գործում են շատ երկրների կենսազազի գործարանները, քանի որ թափոնների օգտահանումը դառնում է շահութաբեր և գրավիչ բիզնես [13]:

Աղյուսակ 3

ՀՀ անասնապահական թափոնների էներգետիկական պոտենցիալը

անասուն	քանակը 01.2015թ, դրությամբ գլուխ, թև	մեկ կենդանուց մեկ օրում ստացված թա- փոնի միջին զանգվածը կգ/օր	թափոնի ողջ զանգ- վածը մեկ տարում 10 ⁶ կգ/տ	խոնավու- թյունը, %	չոր նյութի զանգվածը 10 ⁶ կգ/տ	կենսազազի արտա- դրանքը մեկ տարում 10 ⁶ նմ ³ /տ,
կով	313800	12	1370	77	345	107
խոզ	142400	6	312	70	95	30
ոչխար և այծ	746000	2	545	65	190	61
թռչուն (վանդակային պահվածք)	2000000	0.22	160	76	38	21
ընդամենը			2387			219

Ծանոթություն՝ անասունների և թռչունների գլխաքանակի վերաբերյալ տվյալները վերցված են ՀՀ գյուղատնտեսության նախարարության վիճակագրությունից:

Աղյուսակի վերջին սյունակի տվյալով ՀՀ անասնապահական թափոնների օգտահանումը մեթանային խմորման գործընթացով գնահատվում է տարեկան մոտ 220 մլն. խոր. մետր կենսագազի ստացում: Եթե ընդունենք, որ կենսագազի բաղադրության մեջ մեթանի ծավալային բաժնեմասը կազմում է միջինը 65 %, ապա կստացվի 140 մլն խոր. մետր մաքուր մեթան: Ներկայումս Հայաստանում տարեկան սպառվում է մոտ 2 մլրդ խոր. մետր բնական գազ: Ստացվում է, որ անասնապահական թափոնների օգտահանումից ստացվող կենսագազը կազմում է հանրապետության տարեկան սպառվող բնական գազի 7 %-ը:

Եթե թափոնների վերամշակումը կատարվի կենսազանգված-կենսագազ-էներգիա տեխնոլոգիայով, ապա վերևում բերված կենսագազի քանակությունից կարելի է տեսականորեն ստանալ 110 ՄՎտ էլեկտրական և 140 ՄՎտ ջերմային հզորություններ:

Պետք է նկատի ունենալ, որ միայն վանդակային պահվածքի թռչունների թռչնաղբի քանակությունն է հաստատուն ըստ տարվա օրերի՝ դրա հավաքման առումով: Խոշոր եղջերավոր անասունների, խոզերի, ոչխարների և այծերի կղղանքի քանակությունը կարելի է ընդունել հաստատուն միմյան ծմեռային հինգ ամիսներին (Հայաստանի պայմաններում), իսկ մնացած ամիսներին (արոտի դուրս գալիս) այդ քանակությունը մոտավորապես կարելի է վերցնել բնական կղղանքի կեսի չափով: Մոտավոր հաշվարկով այդ կենդանիների գոմից հավաքվող թափոնի քանակությունը կազմում է բնական կղղանքի քանակության 70%-ը: Իսկապես, ընդունենք, որ կովերը ծմռան ամիսների 150 օրում գտնվում են գոմում, իսկ տարվա 215 օրում՝ արոտում, որի դեպքում բնական կղղանքի կեսը մնում է դաշտում, մնացած կեսը՝ (գիշերը) գոմում: Հետևաբար, մեկ օրում մեկ կենդանուց հավաքվող գոմաղբի քանակությունը կլինի՝

$$\frac{17 \cdot 150 + 8,5 \cdot 215}{365} \approx 12 \text{ կգ,}$$

որը մոտավորապես կազմում է բնական կղղանքի 70%-ը:

Այսպիսով, անասնապահական թափոնների էներգետիկական պոտենցիալը, կենսագազի արտադրության վերևում բերված տեխնոլոգիայով, մոտավորապես կարելի է ընդունել 80 ՄՎտ էլեկտրական և 100 ՄՎտ ջերմային հզորությունների չափով:

Կենսագազի արտադրության եվրոպական գործարանների փորձը հուշում է, որ Հայաստանում այս ոլորտում կառուցվող գործարանները ևս անասնապահական թափոնի հետ մեկտեղ պետք է վերամշակման ենթարկեն բնակավայրերի կենցաղային օրգանական թափոնները: Աղյուսակ 1-ի տվյալներից հետևում է, որ կենցաղային օրգանական թափոնների միջին բաժնեմասը կազմում է վերամշակման ենթակա զանգվածի մոտ 25 %-ը:

Եթե նկատի ունենանք այն հանգամանքը, որ օրգանական կենցաղային թափոնները խթանում են գազարտադրության գործընթացը, ապա իրատեսական է անասնապահական և կենցաղային օրգանական թափոնների մեթանային խմորման էներգետիկական պոտենցիալը գնահատել 100 ՄՎտ էլեկտրական և 125 ՄՎտ ջերմային հզորությունների չափով:

Հարկ է նշել, որ նույն դրվածքային հզորությունն ունեցող կենսագազի գործարանի էլեկտրաէներգիայի տարեկան արտադրանքը նկատելիորեն մեծ է քան հիդրոէլեկտրակայանինը՝ կապված տարվա ընթացքում գետի ելքի խիստ փոփոխության հետ:

Կենցաղային օրգանական թափոնների մշակումը կենսագազի գործարանում ունի կարևոր բնապահպանական նշանակություն, քանի որ աղբանոցներում կուտակվում են անօրգանական նյութեր և բնական պայմաններում բացակայում է թունավոր գազերի անջատումը:

Աղյուսակ 3-ի 4-րդ սյունակի տվյալը ներկայացնում է հանրապետության անասնապահական թափոնի բնական գումարային զանգվածը՝ մոտ 2.3 մլն տոննա: Եթե այս քանակից արոտի ժամանակաշրջանում եղած կորուստը համալրվի կենցաղային օրգանական թափոնով, ապա կենսագազի գործարաններից տարեկան հանվող հեղուկ ելքանյութի զանգվածը կլինի (համաձայն (2.1) բանաձևի)՝

$$2,3 \cdot 10^6 \cdot 2,4 = 5,52 \cdot 10^6 \text{ տ:}$$

Քանի որ հեղուկ ելքանյութը հանդիսանում է որակյալ օրգանական պարարտանյութ, որի վերաբերյալ հանգամանալից նշվում է ատենախոսության 4-րդ գլխում, ապա նկատելիորեն կկրճատվի հանքային պարարտանյութի օգտագործումը և, որ ամենակարևորն է, կբարելավվի հողի վիճակն ու գյուղատնտեսական արտադրանքի էկոլոգիական մաքրությունը:

1.3. Կենսագազի անհատական տեղակայման պարամետրերի հաշվարկ

Կենսագազի մեծ հզորության գործարանները մեծամասամբ վերամշակում են անասնապահության թափոնները, դրանց հետ խառնելով մոտակայքի բնակավայրերի կենցաղային օրգանական թափոնները: Կենսագազի եվրոպական գործարանների մեծ մասը գործում են <<կենսազանգված- կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա>> տեխնոլոգիայով: Գործարանի արտադրած կենսագազը կոգեներացիայի տեղակայման միջոցով փոխակերպվում է էլեկտրական և ջերմային էներգիաների: Էլեկտրական էներգիան արտոնյալ սակագնով առաքվում է միացյալ ցանց, ջերմային էներգիան մասամբ օգտագործվում է գործարանի սեփական կարիքների համար, իսկ մնացած մասը տաք ջրի ձևով շրջանառվում է մոտակա բնակավայրի և գործարանի միջև որպես ջերմակիր: Վերամշակում անցած հեղուկ կենսազանգվածն օգտագործվում է որպես օրգանական պարարտանյութ [2,12,48,71]:

Կենսագազի անհատական տեղակայումն ունենում է փոքր հզորություն և ծառայում է հիմնականում անասնապահական ձեռնարկության սեփական կարիքների (շինությունների ջեռուցում, էլեկտրասնուցում) լրիվ կամ մասնակի բավարարման համար:

Հաճախ ոչ մեծ անասնապահական ֆերման սեփական կարիքները (ջեռուցում, էլեկտրաէներգիա և այլն) բավարարելու համար ձեռնամուխ է լինում ֆերմայի թափոնների օգտահանման կենսագազի անհատական տեղակայման կառուցմանը: Նման մտադրության իրականացման համար անհրաժեշտ է նախապես պարզել կառուցվելիք տեղակայման ելակետային հետևյալ մեծությունները՝

1. ֆերմայի կենսազանգվածի տեսակը և 1 օրվա ելքը՝ q տ/օր,
2. կենսազանգվածի խոնավությունը՝ p % :
3. Ունենալով այդ մեծությունները, պետք է որոշել՝
 - մուտքանյութի ավազանի ծավալը՝ W_{IN} ,
 - ռեակտորի ծավալը՝ W_R մ³,
 - գազակուտակչի (գազգոլոր) տեսակը և ծավալը՝ W_G մ³,
 - խմորման գործընթացի ջերմաստիճանը՝ t °C ,
 - ելքանյութի կուտակման ավազանի ծավալը՝ W_{ER} մ³,

• ակնկալվող գազարտադրությունը՝ Q նմ³/օր:

Սույն պարամետրերի որոշումից հետո, պետք է ընտրել տեղակայման տեղադրվելու վայրը տեղանքում և կազմել կառուցվածքների հարմարադասման գծապատկերը, այնպես, որ կենսազանգվածի տեղափոխման գործընթացը լինի հնարավորինս դյուրին և քիչ ծախսատար:

Կախված տեղակայման հզորությունից, կենսազանգվածի օգտահանման երեք տեխնոլոգիա կարող է իրականացվել՝

1. կենսազանգված- կենսագազ-ջերմային էներգիա,
2. կենսազանգված-կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա.
3. կենսազանգված-կենսագազ- մաքուր մեթան:

Ըստ ամերիկյան մասնագետների փորձի, եթե օրական օգտահանվող կենսազանգվածի քանակությունը չի գերազանցում 10 տ, ապա օգտահանումը նպատակահարմար է կատարել 1-ին տեխնոլոգիայով:

Մինչև օրինակի քննարկումը, նշենք ռեակտոր լցվող միատարր կենսազանգվածի 1 տ նախապատրաստվածքից գազարտադրության մոտավոր չափանիշները. գոմաղբ կամ խոզաղբ՝ 20-25 մ³/օր, թռչնաղբ՝ 40-45 մ³/օր [2,48]:

Գազարտադրության բերված ծավալների մեծությունները պետք է հասկանալ հետևյալ կերպ. ռեակտորում խմորման գործընթացի կայունացումից հետո, եթե օրական ռեակտորի մեջ լցվում է, ասենք, 10տ նախապատրաստված կենսազանգված և ռեակտորից հանվում է նույն քանակի մշակում անցած ելքանյութ, ապա գոմաղբի և թռչնաղբի համար գազարտադրությունները համապատասխանաբար կլինեն՝ 200-250 և 400-450 նմ³/օր:

Օրինակ. թռչնաբուծական փոքր ֆերման ունի մեկ թռչնանոց, որում վանդակային պահվածքով 35000 ածան հավ կա:

Տեղակայման պարամետրերի հաշվարկը կատարում ենք հետևյալ հերթականությամբ՝

1. Որոշում ենք ֆերմայի 1 օրում թռչնաղբի ելքը՝ q -ն:

Հայտնի է, որ 1 հավից 1 օրում թռչնաղբի ելքը կազմում է 0,2 կգ: Հետևաբար,

$$q = 0,2 \cdot 35000 = 7000 \text{ կգ/օր} = 7 \text{ տ/օր:} \quad (1.1)$$

Հայտնի է նաև, որ վանդակի տակդիրի վրա թարմ թռչնաղբի խոնավությունը մոտ 76% է:

2. Որոշում ենք ռեակտորի մեկ օրվա մուտքանյութի չափաբաժինը: Որպեսզի ստանալ 90 % խոնավության կենսազանգված, թարմ թռչնաղբի սույն քանակության յուրաքանչյուր 1 տ-ին պետք է խառնել 1.4 տ ջուր: Հետևաբար մուտքանյութի զանգվածը կլինի՝

$$q_{IN} = 7 + 1,4 \cdot 7 = 16,8 \text{ տ/օր:} \quad (1.2)$$

3. Որոշում ենք տեղակայման 1 օրվա գազարտադրությունը՝

$$Q = 16.8 \cdot 40 = 672 \text{ նմ}^3/\text{օր:} \quad (1.3)$$

Եթե կենսագազի բաղադրության մեջ մեթանի միջին քանակությունն ընդունենք 65%, ապա մաքուր մեթանի քանակը կկազմի՝

$$Q_1 = 437 \text{ նմ}^3/\text{օր:}$$

4. Որոշում ենք ռեակտորի ծավալը: Թռչնաղբի անաէրոբ խմորման մեզոֆիլ գործընթացի համար օպտիմալ ժամանակամիջոցը 17-18 օր է: Սա այն ժամանակամիջոցն է, որի ընթացքում կենսազանգվածից անջատվում է դրա տեսականորեն հնարավոր գազատվության 85-90 %-ը: Հետևաբար ռեակտորի անհրաժեշտ ծավալը հեղուկ կենսազանգվածի տեղավորման համար կլինի՝

$$W_R = 17q = 17 \cdot 16,8 = 285 \text{ մ}^3: \quad (1.4)$$

Ռեակտորի ծավալը ընտրում ենք 300 մ³, որպեսզի դրա վերնամասում լինի գազի կուտակման ծավալ, մոտավորապես հավասար մուտքանյութի 1 օրվա չափաբաժնի ծավալին:

5. Անհատական տեղակայման համար որպես գազակուտակիչ նպատակահարմար է ընտրել հաստատուն ծավալի մետաղական տարողություն, որի ծավալը մոտավորապես հավասար է կենսագազի ժամային արտադրության եռապատիկին՝

$$W_G = 3 \cdot 672 / 24 = 84 \text{ մ}^3: \quad (1.5)$$

6. Մուտքանյութի բաց գլանական ավազանի ծավալը սովորաբար ընտրում են այնպես, որ դրանում հնարավոր լինի ամբարել կենսազանգվածի 3 օրվա չափաբաժինը:

Հետևաբար՝

$$W_{IN} = 3 \cdot q_{IN} = 3 \cdot 16.8 \approx 50 \text{ մ}^3: \quad (1.6)$$

7. Քանի որ ռեակտորից հանված և արդեն ջերմային մշակում անցած ելքանյութը հանդիսանում է հեղուկ որակյալ օրգանական պարարտանյութ, ապա դրա կուտակման համար պետք է նախատեսել հատուկ տարողություն, այնպես, որ դրանից ավտոմոբիլային փոխադրամիջոցի տարողության մեջ ինքնահոս ռեժիմով լցնելը հնարավոր լինի:

Արտադրված կենսագազը նպատակահարմար է օգտագործել սեփական կարիքների համար, ընդ որում ձմռանը թռչնանոցի տաքացման, ամռանը՝ մորթի արտադրամասին տաք ջուր և գոլորշի մատակարարելու նպատակով:

Մեկ օրվա ընթացքում արտադրված կենսագազի էներգաարդյունավետությունն ըստ մեթանի կկազմի՝

$$E = 437 \cdot 8600 / 860 = 4370 \text{ կՎտժ/օր}, \quad (1.7)$$

որտեղ մաքուր մեթանի այրման ստորին ջերմությունն ընդունված է 8600 կկալ/նմ³ կամ 10 կՎտժ/նմ³, իսկ 860-ը 1 կՎտժ-ի համարժեքն է կկալով արտահայտված:

Ձմռան ամիսներին ռեակտորի տաքացման համար ծախսված գազի քանակը ընդունենք արտադրվածի 20 %-ի չափով: Արտաքին սպառման վրա ծախսված կենսագազի էներգաարդյունավետությունն ըստ մեթանի կկազմի՝

$$E_1 = 0,8 \cdot 4370 = 3500 \text{ կՎտժ/օր}: \quad (1.8)$$

Թռչնանոցի ջեռուցման ջերմապահանջարկը կարելի է որոշել խոշորացված ցուցանիշով, հիմք ընդունելով կառույցի տեսակարար ծավալային բնութագիրը: Երևանի պայմաններում այն որոշվում է $q_v = 1,81 / V^{0,125}$ բանաձևով և կազմում է՝

$$q_v = 1,81 / 6500^{0,125} = 0,605 \text{ Վտ/(մ}^3 \cdot \text{սստ.)}, \quad (1.9)$$

այստեղ 18x90x4 մ չափերով թռչնանոցի շինարարական ծավալը կազմում է $V=6500 \text{ մ}^3$:

Այսպիսով, թռչնանոցի հաշվարկային ջերմային կորուստները դրսի օդի $t_1 = -19^\circ\text{C}$ և թռչնանոցի ներսի օդի $t_2 = 20^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանների պայմաններում կլինեն՝

$$Q_h = q_v V (t_2 - t_1) = 0,605 \cdot 6500 \cdot 39 = 153,4 \text{ կՎտ}: \quad (1.10)$$

Թռչնանոցի ջերմային հաշվարկը կատարենք հունվար ամսվա համար՝ ընդունելով այդ ամսին դրսի օդի միջին ջերմաստիճանը -4°C : Թռչնանոցի ջերմային կորուստները հունվարյան օրվա ընթացքում կլինեն՝

$$E = 153,4 \cdot 24 \cdot [20 - (-4)] / [20 - (-19)] = 2266 \text{ կՎտժ/օր:} \quad (1.11)$$

Համեմատելով ստացված մեծությունը վերը հաշվարկված էներգիայի օրական ելքի հետ (3500 կՎտժ/օր), կարելի է համոզվել, որ կենսագազի ելքը բավարար է ոչ միայն միջին օրական պահանջարկի, այլ նաև գրեթե հաշվարկային բեռնվածքի ծածկման համար ($153,4 \cdot 24 = 3682 \text{ կՎտժ/օր}$):

Ամռան ամիսներին ռեակտորի տաքացման համար ծախսված գազի քանակը ընդունենք արտադրվածի 5% չափով: Արտաքին սպառման մեկ օրվա կենսագազի էներգաարդյունավետությունն ըստ մեթանի կկազմի՝

$$E_1 = 0,95 \cdot 4370 = 4150 \text{ կՎտժ/օր:} \quad (1.12)$$

Քանի որ ամռան ամիսներին թռչնանոցի տաքացման անհրաժեշտություն չի առաջանում, ապա պետք է կազմակերպել էներգիայի արտաքին սպառիչներ: Որպես այդպիսիք կարող են լինել՝ թռչնաֆաբրիկայի մորթի արտադրամասը, տաք ջրի կենցաղային այլ սպառիչները:

Ներկայումս կոգեներացիայի տեղակայման մեքենաներ արտադրող GE Jenbacher (ԱՄՆ), Doutz (Գերմանիա) ֆիրմաները արտադրում են ներքին այրման շարժիչներ, որոնք զգայուն չեն կենսագազի բաղադրության մեջ քիչ քանակությամբ առկա ծծմբաջրածնի նկատմամբ: Ուրեմն տարվա ոչ ջեռուցման ամիսներին արտադրված կենսագազից կարելի է կոգեներացիայի փոխակերպմամբ ստանալ էլեկտրական էներգիա:

ԳԼՈՒԽ 2. ԱՆԱՍՆԱՊԱՀԱԿԱՆ ԹԱՓՈՆՆԵՐԻՑ ԿԵՆՍԱԳԱԶԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կենսագազի եվրոպական կենտրոնացած գործարաններում որպես անաերոբ պայմաններում մշակվող նյութ օգտագործում են կոմբինացված կենսազանգված, որի մեջ հիմնականում ներառվում են զանազան համամասնությամբ անասնապահական աղբ՝ գոմաղբ, խոզաղբ, թռչնաղբ և այլն, ինչպես նաև կենցաղային օրգանական թափոններ (տես աղ. 1):

Կենսագազի արտադրության ոլորտի մի շարք մասնագետների մոտ տիրում է այն համոզումը, որ միատարր կենսազանգվածի, մասնավորապես թռչնաղբի, անաերոբ խմորումը կարող է ընթանալ ոչ կայուն ռեժիմով, այսինքն խմորման ենթակա կենսազանգվածից գազանջատման գործընթացը հնարավոր է լինի անկայուն:

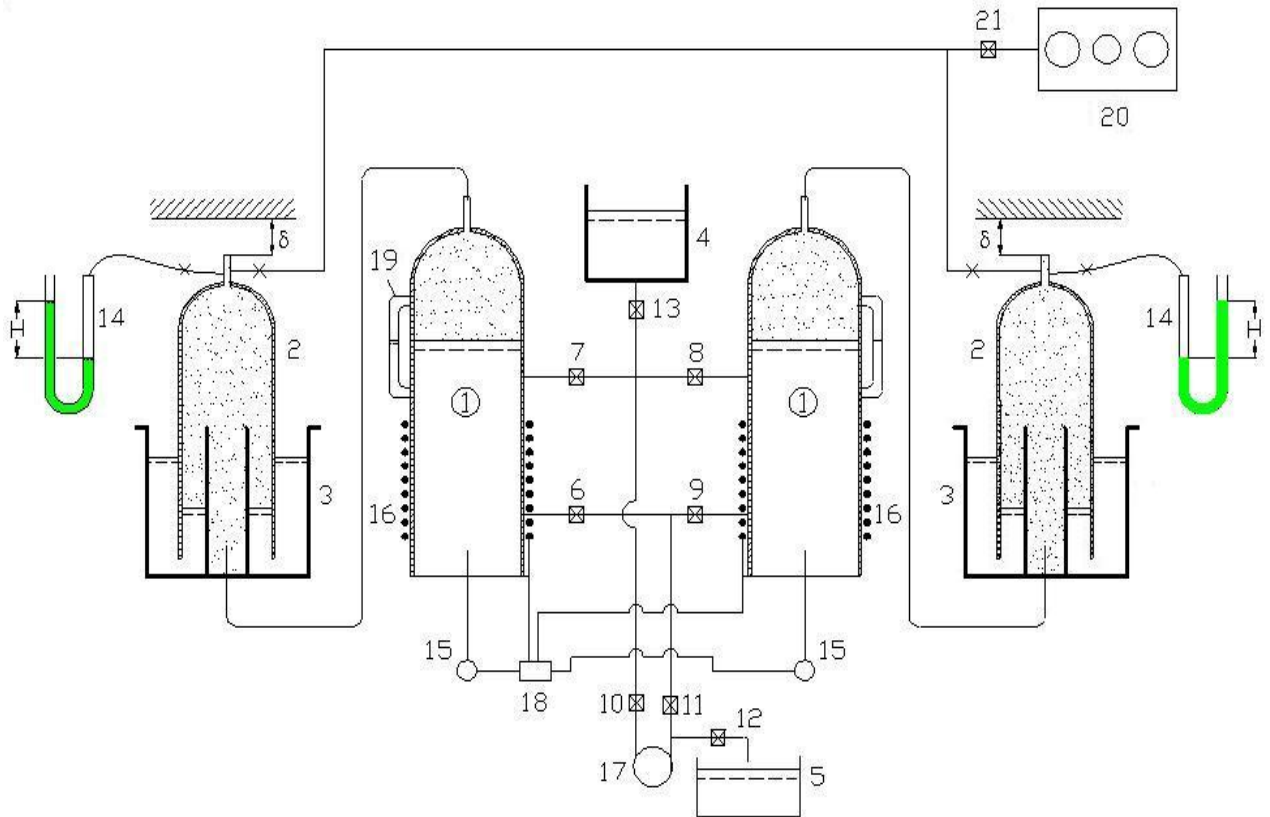
Թռչնաղբի անաերոբ խմորման գործընթացի վերաբերյալ մասնագետների կողմից գիտականորեն հիմնավորված միասնական կարծիքի և փորձի բացակայությունը ստիպեցին մեզ հանգելու փորձնական ուսումնասիրություն կատարելու գաղափարին: Սույն նպատակով Լուսակերտի թռչնաբուծական ֆաբրիկայի լաբորատորիայում պատրաստվեց թռչնաղբի վերամշակման սկզբում լաբորատոր փորձասարք, այնուհետև կառուցվեց արտադրական տեղակայում:

Կենսագազի արտադրության փորձնական ուսումնասիրությունները կատարվել են Լուսակերտի թռչնաբուծական ֆաբրիկայում և Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի (այժմ՝ ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան) գիտական կենտրոնի հիդրավլիկական հետազոտությունների լաբորատորիայում:

Լուսակերտում թափոնը հիմնականում թռչնաղբն է, որին խառնվում էր նաև ֆաբրիկայի կոյուղաջրերը ու մորթի արտադրամասի թափոնը (արյուն, փորոտիք և այլն): Գիտական կենտրոնում իրականացված փորձերի ժամանակ օգտագործվել է բացառապես թռչնաղբ:

2.1 Փորձնական տեղակայման նկարագրությունը

Փորձնական տեղակայման գծապատկերը ներկայացված է նկ. 2.1-ում:



Նկ.2.1. Կենսագազի լաբորատոր փորձասարքի գծապատկերը

1.ռեակտոր, 2. գազգոլիդերի թասակ, 3.գազգոլիդերի անոթ, 4. մուտքանյութի չափաբաժնի անոթ, 5. ելքանյութի չափաբաժնի անոթ, 6,7,8,9. 10, 11, 12, 13 ռեակտորների հեղուկ կենսազանգված լցնելու և հանելու համակարգի խցանային փականներ, 14. ջրային մանոմետր, 15. ջերմաստիճանի տվիչ, 16. ռեակտորի էլեկտրական տաքացուցիչ, 17.ատամնանվային պոմպ, 18. ջերմաստիճանի կարգավորիչ, 19. մակարդակաչափ, 20. գազայրիչ, 21. գազի խցանային փական

Տեղակայումը ներառում է ուղղաձիգ դիրքով տեղադրված գլանական տեսքի բարակապատ երկու մետաղական տարողություն՝ ռեակտոր (1), գազի կուտակման և առաքման թաց տիպի երկու գազակուտակիչ՝ գազգոլիդեր, որն իր հերթին ներառում է կիսագնդային առաստաղով երկու բարակապատ թասակ (2), մետաղական բաց գլանական երկու անոթ (3), մուտքանյութի (ինֆյուզենտ) և ելքանյութի (էքֆյուզենտ) բաց

անոթներ (4,5), ռեակտորների լիցքավորման և դատարկման պլաստիկ խողովակների վրա տեղադրված խցանային փականներ (6,7,8,9,10,11,12,13), ռեակտորի մակարդակաչափ թափանցիկ խողովակ (19), ջրային մանոմետր (14), ջերմաստիճանի տվիչ (15), ռեակտորի մալուխային էլեկտրական տաքացուցիչ (16), էլեկտրամեխանիկական բանեցմամբ ատամնանվային պոմպ (17), ջերմաստիճանի կարգավորիչ (18), գազայրիչ (20): Գազատար բոլոր խողովակները թափանցիկ են և կահավորված ապակե հերմետիկ խցանային փականներով [1]:

Տեղակայումը կահավորված է գազգոլիերի թասակում գազի ճնշումը կարգավորող հակակշռային հարմարանքով: Նկ. 2.2-ում պատկերված է կենսագազի լաբորատոր փորձասարքի նկարը:



Նկ. 2.2 կենսագազի լաբորատոր փորձասարքի նկարը

Մուգ դեղին- ռեակտոր, մուգ կարմիր- գազգոլիերի թասակ, բաց կապույտ- գազգոլիերի բաց անոթ, սև (ռեակտորների միջև) ատամնանվային պոմպ

2.2.Փորձի կատարման կարգը

Մուտքանյութի պատրաստումը. գազանջատման գործընթացի արդյունավետությունը մեծապես կախված է ռեակտոր լցվող կենսագանգվածի (մուտքանյութ) բա-

դադրությունից ու խոնավությունից:

Որպես անաերոբ խմորման մուտքանյութ մեր կողմից օգտագործվել է միատարր կենսազանգված՝ թռչնաղբ: Սովորաբար միատարր կենսազանգվածից գազարտադրության պոտենցիալը գնահատվում է կենսազանգվածի չոր նյութի 1 կգ զանգվածին բաժին ընկնող անջատվող կենսագազի քանակով: Հայտնի է, որ թռչնաղբի համար այդ քանակի առավելագույն մեծությունը կազմում է 600 լ/կգ կամ 600 մ³/տ, որը նկատելիորեն գերազանցում է գոմաղբի ցուցանիշը:

Մեր կողմից կատարված փորձնական հետազոտություններով պարզվել է, որ գազարտադրության առումով թռչնաղբի անաերոբ խմորման գործընթացի համար նպատակահարմար խոնավությունը կազմում է $p \approx 89-91\%$: Պարզվում է, որ կենսազանգվածի այդ խոնավության դեպքում դրանում գտնվող մեթանածին մանրէների բազմացման համար ամենանպաստավոր պայմաններն են: Մյուս կողմից նման խոնավության կենսազանգվածի ճնշումային ռեժիմով ինքնահոս կամ ստիպողական եղանակով մղումը խողովակներով փոքրացնում է վերջիններիս խցանման հավանականությունը:

Թռչնանոցի վանդակի տակդիրի վրայից վերցված թարմ թռչնաղբի խոնավությունը՝ $p_0 \approx 76\%$ է: Հետևաբար պետք է թարմ թռչնաղբին խառնել մաքուր ջուր՝ խոնավությունը մինչև օպտիմալի հասցնելու համար:

Որոշենք թե m_0 զանգվածով $p_0 = 76\%$ խոնավություն ունեցող թարմ թռչնաղբին ինչ m զանգվածով ջուր պետք է խառնել, որպեսզի խառնուրդի խոնավությունը դառնա՝ $p = 90\%$: Հեշտությամբ գտնում ենք, որ

$$\frac{m}{m_0} = \frac{p - p_0}{100 - p} = 1,4: \quad (2.1)$$

Ստացվեց, որ օպտիմալ խոնավության մուտքանյութ ստանալու համար թարմ թռչնաղբի յուրաքանչյուր 1 կգ-ին պետք է խառնել 1,4 կգ մաքուր ջուր:

Այս հանգամանքին պետք է լրջորեն վերաբերվել, այսինքն, անհրաժեշտ է ստույգ իմանալ (չափել) կենսագազի գործարան բերվող կենսազանգվածի p_0 խոնավությունը:

Հեղուկ կենսազանգվածի պատրաստումից հետո այն ենթարկվում է խառնման և զտման նրանում առկա պինդ կուտակումներից: Այնուհետև պետք է որոշ ժամանակ

թողնել անոթի պարունակությունը դադարի վիճակում, որպեսզի կատարվի թոչնադրի մեջ գտնվող ավազի նստեցում:

Ռեակտորի լիցքավորումը. նախ թարմ թոչնադրից պատրաստված p խոնավությամբ մուտքանյութը լցվում է (4) անոթի մեջ: Ռեակտորի լցումը կատարվում է ինքնահոս ռեժիմով կամ պոմպի միջոցով, վերջինիս ձեռքի կամ էլեկտրական բանեցմամբ, (6) և (9) փականների բաց դիրքում: Ռեակտորի լցման չափը հսկվում է 13 մակարդակաչափի միջոցով, որը միացված է ռեակտորի հեղուկ և գազային միջավայրներին, այնպես, որ ռեակտորի վերնամասում մնա դրա բարձրության $1/10$ –րդ մասը: Լցման ընթացքում օդը առաստաղի անցքից դուրս է գալիս մթնոլորտ: Ռեակտորների լիցքավորումից հետո միացվում են էլեկտրական տաքացուցիչները, որպեսզի դրանցում ջերմաստիճանի կարգավորիչի միջոցով պահպանվի հաստատուն ջերմաստիճան: Ջերմային կորուստների նվազեցման նպատակով ռեակտորները մեկուսացվում են ասբեստի շաղախի 4 սմ հաստության շերտով:

Ռեակտորները միացնող խողովակների վրա տեղադրված խցանային փականների միջոցով հնարավորություն է ստեղծվում պոմպի միջոցով իրականացնել կենսազանգվածի հիդրավլիկական խառնում՝ ինչպես առանձին ռեակտորի մեջ, այնպես էլ ռեակտորներից մեկից մյուսի մեջ շրջանառություն իրականացնելով:

Գազի ճնշման չափումը. գազի ելքի ճկուն խողովակը եռաբաշխիչի միջոցով միացվում է ջրային մանոմետրին, որի ցուցմունքով որոշվում է գազգոլղերի թասակում ժամանակի ցանկացած պահին գազի ավելցուկային ճնշումը: Ակնհայտ է, որ մանոմետրի ցուցմունքը պետք է լինի հավասար գազգոլղերի ջրաչափական ապակու միջոցով որոշվող բարձրությանը: Այսպիսով, գազի ճնշման չափման նկարագրված երկու եղանակը հնարավորություն է տալիս դրանց արդյունքների չհամընկնելու դեպքում անմիջապես հայտնաբերել պատճառը:

Փորձնական հետազոտության հիմնական նպատակը ժամանակից կախված գազգոլղերի թասակում առաջացող ավելցուկային ճնշման մեծության կախվածության $p(t)$ չափումն է, ինչպես նաև ռեակտորի առաջին լցումից հետո գազանջատման գործընթացի զարգացման վարքի ուսումնասիրությունն ու կենսազանգվածի խմորման գործընթացի կայունացման (ստացիոնարացման) ժամանակամիջոցի որոշումը:

Որպեսզի ռեակտորում կենսազանգվածի խմորման գործընթացն ընթանա հնարավորինս անաէրոբ պայմաններում պետք է ռեակտորի լիցքավորումից հետո ձեռքի պոմպի միջոցով դուրս հանել դրա վերնամասի օդը, այնուհետև փակել գազատար անցքի փականը:

Լաբորատոր փորձնական հետազոտությունները կատարվել են երկու դեպքի համար. թաց գազգոլիերի թասակի լրիվ արգելակված և դրա ազատ վիճակի դեպքերի համար:

Առաջին դեպքի փորձերի ժամանակ ճնշումը թասակում անընդհատ աճում է մինչև փորձասարքի համար նախատեսված սահմանը: Ուսումնասիրության նպատակն ըստ ժամանակի ճնշման գրադիենտի որոշում է, ինչպես նաև գազարտադրության գործընթացի վրա ռեակտորում առաջացող հակաճնշման ազդեցության գնահատումը:

Երկրորդ դեպքի փորձերի ժամանակ ճնշումն աճում է մինչև մի մեծություն, որի դեպքում թասակի առաստաղին առաջացող ճնշման ուժը հաղթահարում է թասակի քաշը և այն սկսում է լողալ, որի ընթացքում ճնշումը մնում է անփոփոխ: Ռեակտորից շարունակաբար թասակ եկող գազը ստիպում է, որ թասակը դեպի վեր տեղափոխվի, որպեսզի այդ տեղափոխության ընթացքում առաջացող ծավալը զբաղեցնի գազը: Ակնհայտ է, որ չափելով թասակի տեղափոխության մեծությունը, հնարավոր կլինի պարզել գազի արտադրողականության մեծությունը: Այս մասին ավելի հանգամանալից կխոսվի հետագա շարադրանքում:

Հարկ է նշել, որ թասակի լողալու ողջ ժամանակամիջոցի ընթացքում անհրաժեշտ է հետևել ջրային մանոմետրի ցուցմունքին, այն պետք է մնա անփոփոխ: Եթե մանոմետրի ցուցմունքն աճում է, ապա դա նշան է այն բանի, որ թասակի ուղղորդներում առկա է մասնակի արգելակում (շփման ուժի առաջացում): Հետևաբար ժամանակի տվյալ պահին թասակի տեղափոխության չափը գրանցելուց առաջ այն պետք է ձեռքի փոքր հպումով ազատել արգելակված վիճակից, հակառակ պարագայում չափված արտադրողականություն կլինի փոքր իրականից:

Փորձասարքի ռեակտորների մեջ լցված կենսազանգվածի գումարային ծավալը 30 լիտր է: Սկսած լցման 6-րդ օրից, յուրաքանչյուր օր ամեն ռեակտորից դատարկման և լիցքավորման փականների միջոցով հանվում է 1-ական կգ և հետո լցվում նույն

քանակի թարմ թռչնաղբ, այսինքն, ռեակտորում առկա կենսազանգվածի մոտ 7%-ի չափով: Նկատենք, որ կենսազազի խոշոր գործարաններում օրական օգտահանվող կենսազանգվածի քանակը կազմում է ռեակտորի օգտակար ծավալի մոտ 6 %-ը:

Ռեակտորի լիցքավորումից 6-8 օր հետո նշմարվում է թույլ արտահայտված գազանջատում, որը երևում է ջրային մանոմետրի վրա գազի փականի բացումից հետո: Դրանից հետո գազանջատման գործընթացն սկսում է արագանալ և արդեն 16-17-րդ օրերին կայունանում է: Գազարտադրության չափումներն սկսվում են գործընթացի կայունացումից հետո: Գազարտադրության գործընթացը խթանելու համար պոմպի միջոցով ռեակտորի պարունակությունը պետք է պարբերաբար խառնել երկու ժամը մեկ անգամ:

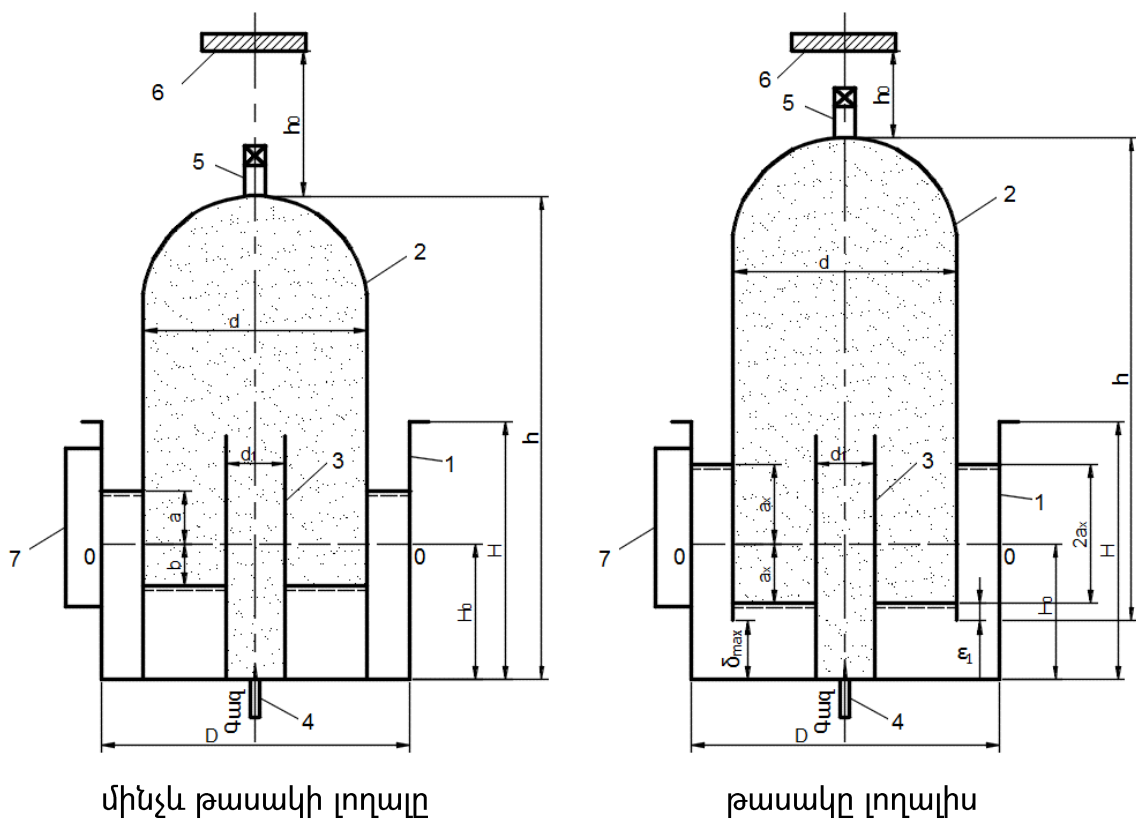
Գազի արտադրման թափի տեսողական դիտման համար գազատար թափանցիկ խողովակի կորացման ստորին մասում լցվում է քիչ քանակությամբ ջուր, այսինքն որ խողովակի կտրվածքը փակվի: Այս դեպքում դեպի գազգոլդեր գնացող գազի ճնշումն ավելանալով հաղթահարում է ջրի սյունիկի ճնշումն ու առաջ շարժվում, որից հետո սյունիկն իջնում է ամենացածր կետը: Այսպիսով գազի մուտքը գազգոլդեր կատարվում է ընդհատ-ընդհատ: Ուրեմն գազի շարժման ընդհատումները հաշվելով կարելի է գաղափար կազմել գազարտադրության թափի վերաբերյալ:

Փորձերը կատարվում են օրվա աշխատանքային ժամերին: Փորձը սկսելուց առաջ գազգոլդերում եղած գազը այրվում է գազայրիչում մինչև ճնշումն ընկնի 50 մմ ջ.ս: Այնուհետև, մնացած ճնշմանը համապատասխանող գազը բաց է թողնվում մթնոլորտ մինչև գազգոլդերի թասակում ավելցուկային ճնշումը հավասարվի զրոյի, որից հետո փակում են գազատար խողովակի փականը և այդ պահը վերցնում որպես ժամանակի սկիզբ: Այնուհետև յուրաքանչյուր 10 րոպեն մեկ գրանցում են ջրային մանոմետրի ցուցմունքը: Փորձի կատարման ժամանակ հետևում են գազգոլդերի անոթում ջրի մակարդակի բարձրացմանը: Տվյալ փորձն ավարտվում է ժամանակի այն պահին, երբ անոթում ջրի մակարդակը հասնում է նախապես որոշված և նշված սահմանայինին: Այնուհետև կուտակված գազը դարձյալ պետք է այրել, ինչպես նշվեց վերևում, և անցնել հաջորդ փորձի կատարմանը: Աշխատանքային օրվա ավարտին

գազի ելքի ճկուն խողովակը միացվում է մեծ ծավալի ճկուն տարողության՝ գիշերային ժամերին արտադրված գազի կուտակման համար:

2.3 Թաց գազակուտակիչ (գազգուլեր)

Գազակուտակիչները լինում են թաց և չոր: Չոր գազակուտակիչներն իրենց հերթին լինում են հաստատուն և փոփոխական ծավալի: Վերջինս պատրաստվում է ճկուն նյութից և, կախված դրա մեջ մտնող գազի քանակությունից, աստիճանաբար տեղի է ունենում ծավալի մեծացում: Գազարտադրության չափման համար նպատակահարմար է թաց գազգուլերի կիրառությունը: Բացի այդ, թաց գազգուլերը հնարավորություն է ստեղծում ռեակտորի գազային միջավայրում պահպանել հաստատուն ճնշում, որը նպաստավոր պայմաններ է ստեղծում գազանջատման գործընթացի համար:



Նկ. 2.3-ում պատկերված է թաց գազգուլերի գծապատկերը:

1. բաց գլանական անոթ, 2. թասակ, 3. ուղղաձիգ խողովակ, 4. գազի մուտքի կցափող
5. ելքի կցափող, 6. թասակի տեղափոխության արգելակ, 7. ջրաչափական ապակի,
- H_0 - ջրի սկզբնական մակարդակ, երբ թասակում ավելցուկային ճնշումը զրո է, H -բաց անոթի բարձրությունը, h - թասակի բարձրությունը, ϵ_1 -պաշարի բարձրություն

Թաց գազգորդերը բաղկացած է գլանական բաց անոթից (1), կոր մակերևույթ ունեցող առաստաղով թասակից (2), անոթի հատակի կենտրոնում զոդված ուղղաձիգ խողովակից (3), գազի մուտքի կցափողից (4), գազի ելքի կցափողից (5) և թասակի տեղափոխության արգելակից (6): Թասակը իր բաց ծայրով դրվում է անոթի մեջ, այնպես, որ, (3) խողովակը լինի դրա կտրվածքի կենտրոնում, և ուղղորդների միջոցով ուղղաձիգ ուղղությամբ կատարի տեղափոխություն:

Անոթը լցվում է ջրով մինչև 0-0 մակարդակը, որի բարձրությունը հատակից H_0 է: Ռեակտորում անջատված գազը ճկուն խողովակով (4) կցափողով մուտք է գործում թասակի մեջ և ավելցուկային ճնշում գործադրում ջրի մակերևույթի վրա, որի հետևանքով թասակում ջրի մակարդակն իջնում է ներքև: Արտամղված ջրի ծավալը կուտակվում է անոթ-թասակ գլանական օղակում՝ բերելով մակարդակի բարձրացում:

2.3.1 Թաց գազգոլղերի երկրաչափական պարամետրերի ընտրությունը

Թաց գազգոլղերը ցածր ճնշման՝ 400-500 մմ ջ.ս. փոփոխական ծավալի ու հաստատուն ճնշման (լողալիս) գազակուտակիչ է:

Ընդունենք, որ գազի p ճնշմանը համապատասխանում է թասակում մակարդակի b իջեցում և անոթում մակարդակի a բարձրացում: Ակնհայտ է, որ ջրի մակարդակների տարբերության $a+b$ բարձրությամբ կորոշվի թասակում գազի p ավելցուկային ճնշման մեծությունը, այսինքն՝

$$p = \rho g(a + b) \quad (2.2)$$

Հեշտությամբ կարելի է ստանալ, որ՝

$$\frac{a}{b} = \frac{d^2 - d_1^2}{D^2 - d^2} : \quad (2.3)$$

Քանի որ գազարտադրության որոշումն իրականացվում է թասակի տեղափոխության միջոցով, ապա չափումների բավարար ճշտություն ապահովելու համար անհրաժեշտ է գազգոլղերի չափերն ընտրել այնպես, որ a / b հարաբերությունը լինի հավասար 1-ի:

Այս դեպքում (2.3) առնչությունից կստանանք

$$d^2 = \frac{1}{2}(D^2 + d_1^2), \quad (2.4)$$

և թասակում գազի ավելցուկային ճնշումն ըստ (2.2)-ի կլինի՝

$$p = 2\rho g a : \quad (2.5)$$

Այսպիսով, ընտրելով թասակի՝ d և անոթի՝ D տրամագծերը, (2.4) պայմանից որոշվում է գազի խողովակի տրամագիծը՝ d_1 -ը:

Եթե $d_1 \ll d$, ապա ըստ (2.4)-ի՝

$$\frac{a}{b} = \frac{D^2}{d^2} - 1 : \quad (2.6)$$

(2.3)-ից հետևում է, որ եթե $d \rightarrow D$ (տես նկ. 2.2), ապա $a \rightarrow \infty$:

Այս դեպքում, եթե $a / b = 1$, ապա (2.6)-ից հետևում է՝

$$d = D / \sqrt{2} : \quad (2.7)$$

Ընդունենք, որ թասակի լողալու դեպքում ավելցուկային ճնշումը դրանում p_* է:

Թասակի լողալու պայմանը կլինի՝

$$M g = p_* A_0 ; \quad \left(A_0 = \frac{\pi}{4} d^2 \right) , \quad (2.8)$$

որտեղ A_0 -ն թասակի լայնական կտրվածքի մակերեսն է, M -ը զանգվածը:

Ըստ (2.5)-ի, ջրաչափական ապակու (7) միջոցով, չափելով a -ի մեծությունը, կարելի է որոշել գազի ճնշումը: Գազի ելքի ճկուն խողովակը եռաբաշխիչի միջոցով միացվում է ջրային մանոմետրին, որի ցուցմունքով որոշվում է գազգուլների թասակում գազի ճնշումը ժամանակի ցանկացած պահին: Մանոմետրի ցուցմունքը պետք է լինի հավասար գազգուլների ջրաչափական ապակու միջոցով որոշվող բարձրության կրկնապատիկին: Այսպիսով, գազի ճնշման չափման նկարագրված երկու եղանակները հնարավորություն են տալիս դրանց չհամընկնելու դեպքում անմիջապես հայտնաբերել պատճառը:

Քանի որ գազարտադրության որոշումն իրականացվում է թասակի տեղափոխության միջոցով, ապա չափումների բավարար ճշտություն ապահովելու համար անհրաժեշտ է գազգուլների չափերն ընտրել այնպես, որ a / b հարաբերությունը լինի հավասար 1-ի:

Թասակի բարձրությունը՝ h -ն ընտրում ենք այնպես, որ դրա ընկղմված վիճակում ($p \leq p_*$) գազգուլների անոթի վերին շուրթից վերև մնա բարձրության 1/3 մասը:

Այդ պայմանի դեպքում կունենանք՝

$$h = \frac{3}{2} \cdot H \quad (2.9)$$

2.3.2. Թաց գազգոլիների հիդրավլիկական հաշվարկը

Թաց գազգոլիների հիդրավլիկական հաշվարկի նպատակը դրա երկրաչափական նպատակահարմար չափերի ընտրությունն է կախված գազի արտադրության զանգվածային ելքից ու գազի սպառման պարապուրդի ժամանակամիջոցից:

Գազգոլիների D, H, d, d_1 երկրաչափական և H_0 հիդրավլիկական չափերի մեծությունները նախ և առաջ կախված են գազարտադրության զանգվածային ելքի՝ q մեծությունից:

Քանի որ գազարտադրության գործընթացն ըստ ժամանակի կայուն գործընթաց է, այսինքն ռեակտորից դուրս եկող գազի ելքը գրեթե հաստատուն է, իսկ գազի սպառումը կարող է լինել փոփոխական, ապա դրա կուտակման համար որոշ ծավալի ստեղծման անհրաժեշտություն է առաջանում: Օրվա այն ժամերին, երբ $q > q_1$, որտեղ q_1 -ը սպառվող ելքն է, տեղի է ունենում գազի կուտակում, իսկ երբ $q < q_1$ ՝ տվյալ ծավալը (գազգոլիները) սնում է համակարգը՝ սպառման պահանջի և արտադրվածի տարբերության չափով:

Գազի սպառման համակարգի զանազան պատճառներով առաջացող հարկադիր պարապուրդի դեպքում, կախված դրա տևողությունից, որպեսզի արտադրված գազն ամբողջությամբ կուտակվի, անհրաժեշտ է ունենալ երբեմն մեծ չափերի կուտակիչ, որը թանկացնում է կառուցվածքը: Այդ պատճառով, որպես կանոն, ստեղծում են գազի արհեստական սպառիչ՝ ջահ, որն ավտոմատորեն գործում է, երբ գազգոլիների թասակում գազի ճնշումը բարձրանում է մինչև նախապես ընտրված ճնշման սահմանը:

Մասնագիտական գրականության մեջ մեզ չեն հանդիպել համընդհանուր ճանաչում գտած չափանիշներ, որոնցով հնարավոր լինի մշակել գազգոլիների նպատակահարմար չափերի ընտրության եղանակ: Սույն հանգամանքը բացատրվում է այն բանով, որ բազմաթիվ գործոններ, մասնավորապես կենսագազի արտադրության տեխնոլոգիան, իրենց ազդեցությունն ունեն այդ խնդրում: Այսպես, կենսազանգված- կենսագազ-էներգիա տեխնոլոգիայի դեպքում կոգեներացիան իրականացվում է հաստատուն հզորության պայմաններում, երբ արտադրվող էլեկտրական էներգիան առաքվում է

ցանց: Հասկանալի է, որ այդ դեպքում գազագեներատորային ագրեգատն աշխատում է ըստ արտադրվող գազին համապատասխան հզորությամբ, հետևաբար, գազգոլիերի տարողությունը կարելի է ընտրել փոքր չափերի: Մինչդեռ օգտահանման կենսագանգված-կենսագազ տեխնոլոգիայով գործող տեղակայման դեպքում, երբ չկա գազի հաստատուն սպառում, գազակուտակման տարողությունը պետք է ունենա համեմատաբար մեծ ծավալ:

Գազակուտակչի ծավալը որոշենք առավել վտանգավոր դեպքի համար, ընդունելով, որ գազի սպառման հարկադիր դադարի ժամանակամիջոցը T ժամ է:

Թող գազարտադրության զանգվածային ելքը լինի q : T ժամանակամիջոցի ընթացքում գազգոլիերի թասակում կուտակվող գազի լրացուցիչ զանգվածը կլինի՝ qT , որին համապատասխանող ծավալի մեծությունը կախված կլինի թասակում առաջացող ճնշման փոփոխության օրինաչափությունից:

Ընդունենք, որ ժամանակի $t = 0$ պահին գազի բացարձակ ճնշումը թասակում p_0 է, ծավալը V_0 , զանգվածը m_0 , իսկ $t > 0$ պահին՝ համապատասխանաբար p , V , m :

Գազի արտադրությունը բավականաչափ դանդաղ գործընթաց է, իսկ թասակի ծավալն անհամեմատ մեծ է գազի ծավալային ելքից, որի պատճառով գազի ջերմաստիճանը թասակում կարելի է ընդունել հաստատուն՝ $T = const$:

Օգտվենք իդեալական գազի վիճակի Կլապեյրոնի հավասարումից ժամանակի սկզբնական և ընթացիկ պահերի համար:

$$p_0 V_0 = \frac{m_0}{\mu} RT, \quad (2.10)$$

$$p V = \frac{m}{\mu} RT, \quad (2.11)$$

որտեղ μ -ն գազի մոլեկուլյար զանգվածն է, իսկ մնացած մեծությունները համընդհանուր հայտնի են:

(2.10) և (2.11) հավասարումներից ստանում ենք՝

$$\frac{pV}{p_0 V_0} = \frac{m}{m_0}: \quad (2.12)$$

Մյուս կողմից ունենք՝

$$p = p_0 + \rho g h, \quad (2.13)$$

$$V = V_0 + Ah, \quad (2.14)$$

$$m = m_0 + qt, \quad (2.15)$$

որտեղ A -ն թասակում ջրի հայելու մակերեսն է, h -ը մանոմետրի ցուցմունքը:

(2.13) և (2.14) հավասարումներից արտաքսենք h -ը, մեծությունները տեղադրենք (2.12) հավասարման մեջ և մի շարք ձևափոխություններից հետո կստանանք՝

$$t = \frac{m_0}{q} \left(\frac{\rho g}{A p_0 V_0} V^2 + \left(\frac{1}{V_0} - \frac{\rho g}{A p_0} \right) V - 1 \right): \quad (2.16)$$

(2.16) կախվածությունն հնարավորություն է տալիս ժամանակի ցանկացած պահի համար որոշել գազի ծավալը՝ V -ն, այնուհետև, (2.3)-ից որոշել թասակում ջրի մակարդակի իջեցման b չափն ու (2.5)-ով՝ գազի ճնշումը՝ p -ն:

Պետք է նկատի ունենալ, որ, ի տարբերություն չոր գազգոլիերի, թաց գազգոլիերի թասակը գազի որոշակի ճնշման դեպքում սկսում է լողալ և տեղափոխվել ուղղաձիգ ուղղությամբ դեպի վեր: Ակնհայտ է, որ թասակի լողալու ընթացքում դրանում ճնշումը մնում է անփոփոխ, հետևաբար թասակում ջրի մակարդակը ևս մնում է անփոփոխ:

(2.16) կախվածությունը կիրառելի է ժամանակի $(0, t_*)$ միջակայքի համար, որտեղ t_* -ը ժամանակի այն պահն է, երբ թասակն սկսում է լողալ: Ժամանակի $t > t_*$ պահի համար թասակ մուտք գործած գազի զանգվածը կլինի՝ $q(t - t_*)$, որին համապատասխանում է գազի p_* ավելցուկային ճնշման պայմանում՝

$$V = \frac{q(t - t_*)}{\rho} \frac{p_{at}}{p_{at} + p_*} \frac{T_1}{273} \quad (2.17)$$

ծավալ և թասակի այդ ծավալին համապատասխան $\delta = \frac{V}{A}$ տեղափոխություն, որտեղ ρ -ն կենսագազի խտությունն է նորմալ պայմաններում, T_1 -ը գազի բացարձակ ջերմաստիճանը: Թասակի լողալու պայմանի p_* ճնշմանը համապատասխանում է դրանում ջրի մակարդակի իջեցում սկզբնական մակարդակից, որի մեծությունը $a = b$ պայմանի դեպքում կլինի՝

$$a_* = \frac{p_*}{2\rho g}: \quad (2.18)$$

Թասակի տեղափոխության ընթացքում դրա ստորին շուրթը պետք է լինի ընկղմված ջրի մեջ ε_1 պաշարի խորությամբ, որպեսզի գազը դուրս չհորդի, իսկ որպեսզի ջուրը դուրս չթափվի գազգոլիերի անոթից, ապա անոթի շուրթը պետք է դրանում ամփոփված ջրի մակարդակից բարձր լինի ε_2 չափով:

Նկ. 2.3-ում պատկերված է թասակի սահմանային դիրքը, որին հասնելուց հետո դրանում գազի կուտակում չի թույլատրվում: Այդ դիրքի համար թասակի առավելագույն քայլը՝ $\delta_{\max}$ -ը և գազգոլիների անոթի հաշվային բարձրությունը՝ H -ը համապատասխանաբար կլինեն՝

$$\delta_{\max} = H_0 - a_* - \varepsilon_1, \quad (2.19)$$

$$H = H_0 + a_* + \varepsilon_2: \quad (2.20)$$

Գազգոլիների թասակի ուղղաձիգ տեղափոխությունն իրականացվում է ուղղորդների միջոցով: Թասակի տեղափոխության ընթացքում, կապված ուղղորդի հանգույցում առաջացող շփման ուժի հետ, հաճախ առաջանում են թասակի լայնական փոքր տեղաշարժեր, որոնց պատճառով գոյանում են դրանում ջրի մակերևույթի տատանումներ: Որպեսզի վերջինիս հետևանքով գազի արտահոսք տեղի չունենա բավական է, որ թասակի սահմանային դիրքում, կախված դրա չափերից, պահպանվի $\varepsilon_1 = 5..10$ սմ ընկղմվածություն: Գազգոլիների անոթի շուրթի բարձրությունը ջրի մակարդակից կարելի է ընդունել $\varepsilon_2 = 5$ սմ:

Ընտրված չափերի գազգոլիներին զուգահեռ պետք է գործի ջահը: Ժամանակի այն պահին, երբ գազգոլիների թասակը հասնում է վերին սահմանային դիրքը, ջահը ավտոմատորեն միանում է՝ դադարեցնելով գազգոլիների լիցքավորումը:

Ի վերջո գազգոլիների չափերի ընտրությունը պետք է հիմնավորվի տնտեսական հաշվարկով՝ համեմատության մեջ դնելով կուտակվող գազի քանակից ստացվող եկամուտը ֆինանսական լրացուցիչ ներդրումների հետ:

Հաշվարկի օրինակ: Դիցուկ կենսագազի տեղակայման արտադրողականությունը $500 \text{ նմ}^3/\text{օր}$ է: Տեղակայումն աշխատում է կենսազանգված-կենսագազ-էներգիա տեխնոլոգիայով, հարկադիր պարապուրդը 2 ժամ, գազի ջերմաստիճանը թասակում 20°C : Տեղակայումը գտնվում է տեղանքի 1500 մ նիշի վրա, ուր մթնոլորտային ճնշումը $635 \text{ մմ ս.ս. (սնդիկի սյուն) [57,69]}$:

Անհրաժեշտ է ընտրել գազգոլիների տարրերի չափերը:

Գազգոլիների թասակում կուտակվող գազի լրացուցիչ ծավալը կլինի՝

$$V = 2 \frac{500}{24} \approx 42 \text{ նմ}^3: \quad (2.21)$$

Կենսագազի ճնշումը թասակի լողալու դիրքում ընդունենք 400 մմ ջս :

Տվյալ ծավալի գազը թասակում զբաղեցնում է՝

$$V_1 = 42 \frac{635}{635 + 400} = 26 \text{ մ}^3 \text{ ծավալ:} \quad (2.22)$$

Քանի որ՝

$$V_1 = \frac{\pi}{4} d^2 \delta, \quad (2.23)$$

ապա d և δ մեծություններից մեկն ընտրվում է, իսկ մյուսը որոշվում:

Ստորև բերվող աղյուսակում տրվում է թասակի առավելագույն տեղափոխության՝ $\delta_{\max}$ -ի մի քանի արժեքների համար թասակի տրամագծի՝ d -ի և անոթի բարձրության ու տրամագծի մեծությունները:

Աղյուսակ 2.1

Գազգոլղերի չափերի ընտրման ու որոշման տարբերակները,

$$a_* = 0,2 \text{ մ; } \varepsilon_1 = 0.05 \text{ մ; } \varepsilon_2 = 0.05 \text{ մ}$$

$\delta_{\max}, \text{ մ}$	1.2	1.5	2.0	2.4	2.6
$d, \text{ մ}$	5.25	4.7	4,1	3.7	3,6
$H_0, \text{ մ}$	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75
$D = \sqrt{2} d, \text{ մ}$	7.4	6.6	6,58	5,2	5,1
$H, \text{ մ}$	2.00	2.50	3,00	3,50	4,00
$h = \frac{3}{2} H, \text{ մ}$	3,0	3.75	4.50	5,25	6,00

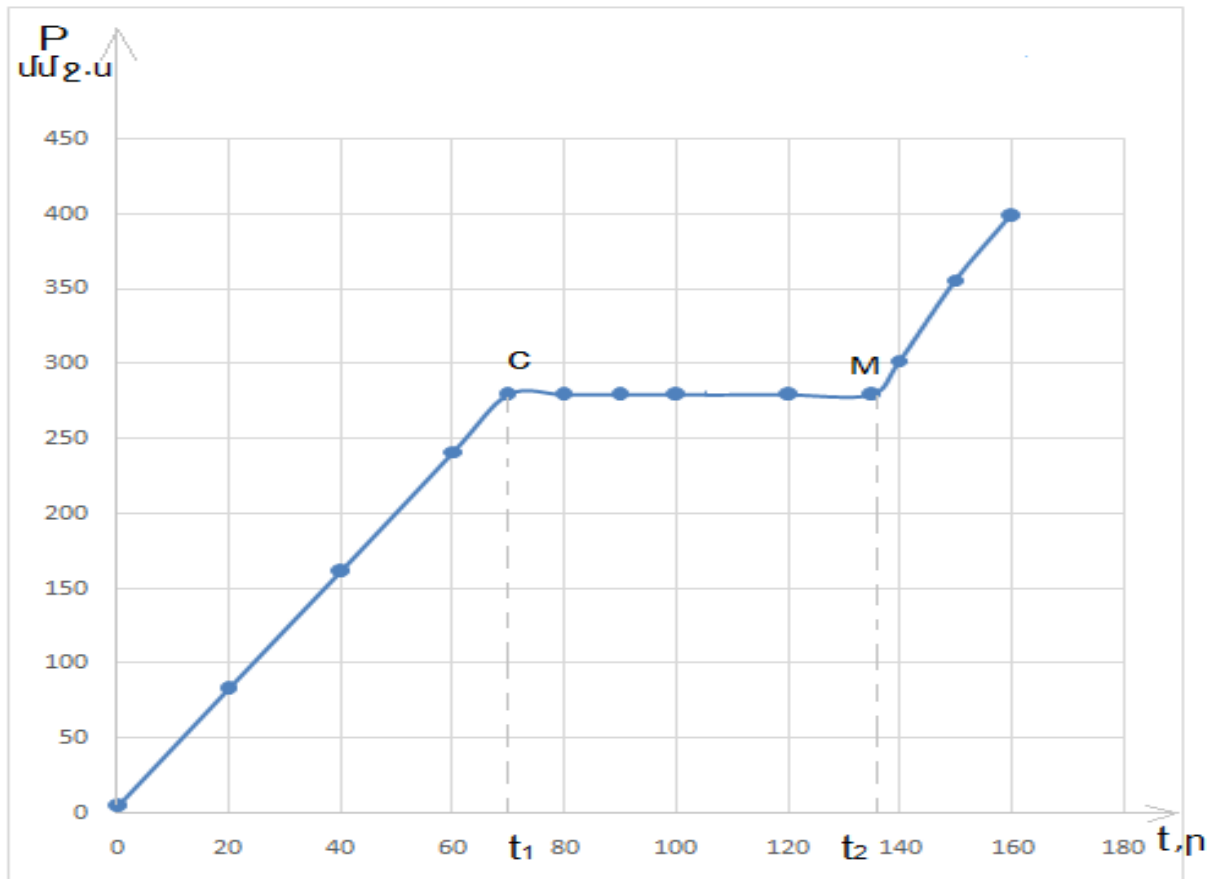
Հիդրավլիկական տեսանկյունից աղյուսակում բերված տարբերակներից յուրաքանչյուրն էլ ընդունելի է: Պետք է նկատի ունենալ, որ թասակի տեղափոխության՝ δ -ի մեծ արժեքի դեպքում գազգոլղերի անոթի և թասակի բարձրությունները մեծանում են:

2.4 Միատարր կենսազանգվածից կենսազացի արտադրության մեզոֆիլ գործընթացով խմորման արդյուքները

2.4.1. Կենսազազի արտադրողականության որոշումը

Փորձի կատարման նպատակն ըստ ժամանակի գազի ճնշման չափումն է:

Ինչպես նշվեց վերևում, փորձի կատարման ժամանակ յուրաքանչյուր 10 րոպեն մեկ վերցվում է գազի ճնշման՝ ջրային մանոմետրի ցուցմունքը: Գազարտադրության գործընթացում ըստ ժամանակի գազգոլիերի թասակի մեջ ճնշումն աստիճանաբար մեծանում է, և երբ այն հասնում է այնպիսի մեծության, որի դեպքում թասակի առաստաղին գազի ճնշման ուժը հավասարվում է թասակի ծանրության ուժին, վերջինս պոկվում է գլանական բաց անոթի հատակից ու սկսում է լողալ:



Նկ. 2.4 Փորձնական $p(t)$ կախվածությունը կորը

Թող այդ ճնշման մեծությունը լինի p_* (փորձերի ժամանակ հակակշռային համակարգով թասակում հաստատվել է $p_* = 280$ մմ ջ.ս.):

Ակնհայտ է, որ գազի ճնշման $0 < p \leq p_*$ միջակայքում գազարտադրության գործընթացը կատարվում է փոփոխական ճնշման տակ: Քանի որ փորձի կետերը մոտավորապես դասավորվում են O-C ուղղի վրա, ապա այդ ուղղի թեքությունը՝ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{p}{t_1} = \operatorname{const}$ ներկայացում է գազի արտադրողականությունը բնորոշող մեծություն:

Գազգոլիների թասակի լողալու ողջ ժամանակամիջոցում՝ $t_1 \leq t \leq t_2$ գազի ճնշումը դրանում մնում է հաստատուն և գազարտադրության գործընթացը կատարվում է հաստատուն ճնշման՝ p_* տակ (CM ուղղի գիծ): Այս ժամանակահատվածում թասակի մեջ գազի զանգվածը անընդհատ մեծանում է և, որովհետև ճնշումն անփոփոխ է, ապա a և b մեծությունները (տես նկար 2.2) ևս մնում են անփոփոխ, հետևաբար թասակը կրում է ուղղաձիգ դեպի վեր տեղափոխություն: Թասակի տեղափոխությունն ավարտվում է ժամանակի t_2 պահին, երբ այն հանդիպում է արգելակ 6-ին: Ժամանակի այդ պահին թասակի տեղափոխությունը կլինի առավելագույնը՝ $\delta_{\max}$: Ակնհայտ է, որ արգելակումից հետո գազարտադրության գործընթացը կատարվում է փոփոխական ճնշման տակ: Հասկանալի է, որ այս պայմաններում ջրի մակարդակի b իջեցումը թասակի տակ և a բարձրացումը անոթի մեջ շարունակաբար մեծանալու են: Թող ժամանակի t_3 պահը լինի փորձի ավարտը (երբ կա վտանգ գազի արտահոսք թասակից):

Գազի արտադրողականության մեծության որոշումը հարմար է կատարել հաստատուն ճնշման գործընթացի պարամետրերով (CM ուղիղ): Անջատված գազի ծավալը $p = p_* = \text{const}$ պայմանում կլինի՝

$$W = \frac{\pi d^2}{4} \delta_{\max}, \quad (2.24)$$

հետևաբար, գազարտադրության ելքը կլինի՝

$$Q = \frac{W}{t_2 - t_1}: \quad (2.25)$$

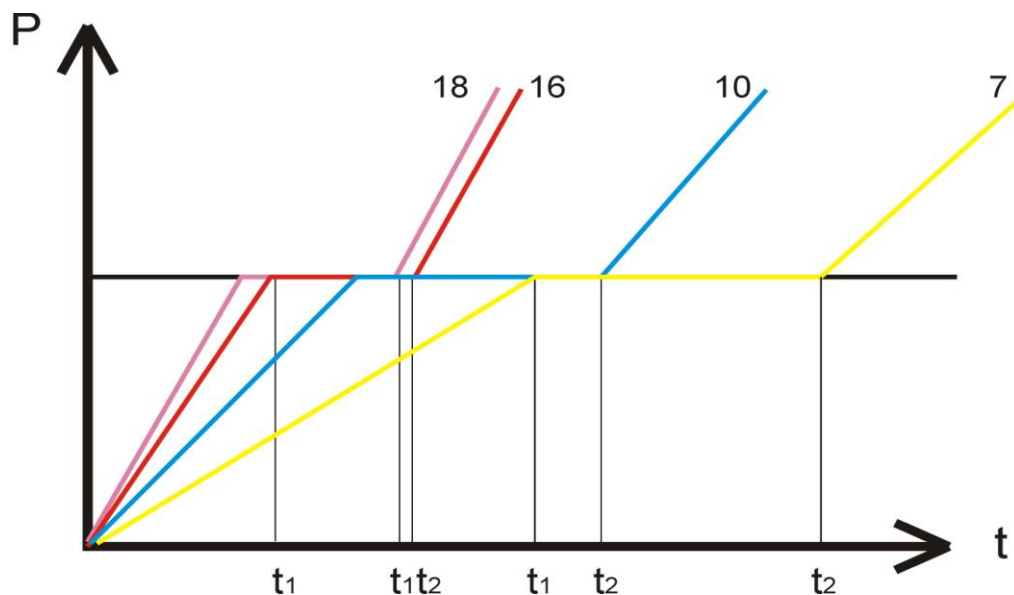
2.4.2. Գազարտադրության գործընթացի դինամիկան

Ռեակտորի առաջին լցումից 6-7 օր հետո նկատվում է գազանջատման երևույթ՝ ջրային մանոմետրի վրա թույլ արտահայտված ցուցմունքով, այնուհետև օր-օրի վրա այդ գործընթացն ակտիվանում է: Չափազանց կարևոր է պարզել, թե քանի օրից հետո գազարտադրությունը կսկսի գործնականում մնալ անփոփոխ: Այդ ժամանակահատվածի որոշման փորձնական հետազոտությունը խիստ կարևոր է այն առումով, որ ռեակտորի ծավալը մոտավորապես որոշվում է այդ ժամանակամիջոցի և ռեակտոր մտնող մուտքանյութի օրական քանակի արտադրյալով, այսինքն՝

$$W_{\text{reac}} = T \cdot W_{\text{inf}} \quad , \quad (2.26)$$

որտեղ W_{reac} -ն ռեակտորի ծավալն է՝ մ³ -ով, T -ն անաերոբ գործընթացի ստացիոնարացման ժամանակամիջոցը՝ օր-ով, W_{inf} -ն մուտքանյութի մեկ օրվա չափաբաժինը՝ մ³-ով:

T ժամանակամիջոցի մեծությունը կախված է հիմնականում 3 գործոնից՝ մուտքանյութի տեսակից, անաերոբ մեթանային խմորման ջերմաստիճանից և նվազ չափով մուտքանյութի խոնավությունից: Սույն նկատառումները հաշվի առնելով, կատարվել են մանրակրկիտ փորձնական ուսումնասիրություններ միատարր կենսազանգվածից՝ թռչնաղբից, ըստ օրերի գազարտադրության քանակի որոշման վերաբերյալ: Գազարտադրության առաջին նշանները երևում են ռեակտորը գազգոլղերի հետ միացնող ճկուն թափանցիկ խողովակի ստորին մասի կորացման մեջ առկա ջրի փոքրիկ սյան տատանումների միջոցով: Նկ. 2.5 –ում բերված են գազարտադրության կորերը 7, 10, 16 և 18-րդ օրերի համար:



Նկ. 2.5 Գազարտադրության $p(t)$ կախվածությունները 7-րդ, 10-րդ, 16-րդ և 18-րդ օրերին (խմորման մեզոֆիլ գործընթաց)

Ինչպես երևում է փորձնական հետազոտությունների արդյունքից, միատարր նյութից՝ թռչնաղբից մեզոֆիլ մեթանային խմորման դեպքում գազանջատման գործ-

ընթացը ստացիոնարանում է ռեակտորի լցումից հետո արդեն 17- 18 օրերին: Հետևաբար, ռեակտորի ծավալը կլինի՝

$$W_{\text{Reac}} = (17 - 18) \cdot W_{\text{inf}} : \quad (2.27)$$

Գոմաղբի մեզոֆիլ (35-37 °C) խմորման գործընթացի ստացիոնարացման ժամանակամիջոցը եվրոպական գործարանները սովորաբար ընդունում են 20 օր: Հետևաբար կենսագազի գործարանի համեմատաբար ծախսատար տարրի՝ ռեակտորի ծավալը թոչնաղբի վերամշակման դեպքում ավելի փոքր է ստացվում, քան գոմաղբի:

Թերմոֆիլ (52-55 °C) խմորման գործընթացի ստացիոնարացման ժամանակամիջոցը միջին հաշվով 2-3 օր պակաս է, քան մեզոֆիլի:

Սա նշանակում է, որ թերմոֆիլ գործընթացի անցնելիս ռեակտորի ծավալը փոքրանում է 10-15 %-ով:

Սակայն այս դեպքում, որպեսզի ռեակտորից ջերմային կորուստները չմեծանան, անհրաժեշտություն է առաջանում մեծացնել ռեակտորը ջերմամեկուսացնող շերտի հաստությունը և ավելի շատ էներգիա ծախսել ջերմափոխանակիչում՝ մուտքանյութի ջերմաստիճանը հաշվայինի հասցնելու գործընթացում:

Չնայած վերևում ասվածի, այնուամենայնիվ, ինչպես երևում է աղյուսակ 1-ից, կենսագազի դանիական 18 գործարաններից 11-ը աշխատում են թերմոֆիլ գործընթացով:

Դա պայմանավորված է երկու հանգամանքով. նախ թերմոֆիլ խմորման գործընթացի գազարտադրությունը բարձր է, երկրորդ, ավելի բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում ելքանյութը, որը պետք է օգտագործվի որպես օրգանական պարարտանյութ, առավել խորը վարակազերծման է ենթարկվում:

Աղյուսակ 2-ի ստորին մասում բերված են մուտքանյութի 1 տ-ին բաժին ընկնող ռեակտորի տեսակարար ծավալի մեծությունները:

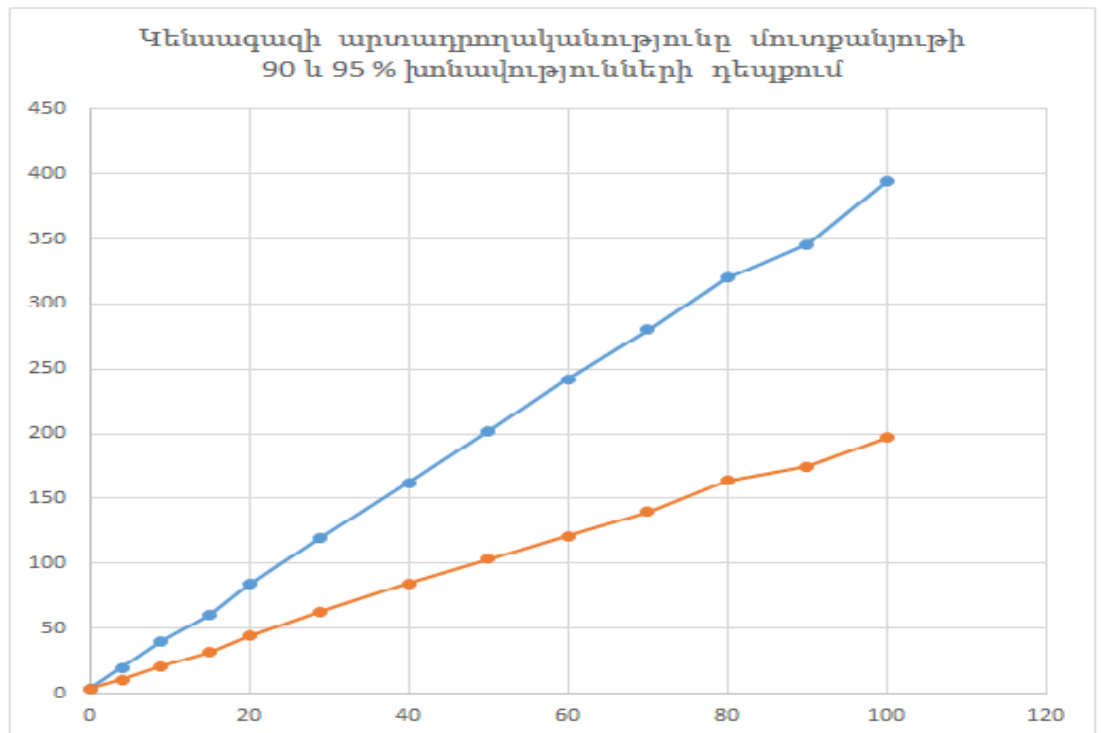
2.4.3. Գազարտադրության գործընթացի կախվածությունը մուտքանյութի խոնավությունից

Կենսագազի արտադրությունը մեծ չափով կախված է ռեակտոր մտնող կենսագանգվածի խոնավությունից: Այդ կախվածության վերաբերյալ քանակական տվյալներ

ստանալու, ինչպես նաև մուտքանյութի նպատակահարմար խոնավությունը որոշելու նպատակով, կատարվել է փորձնական հետազոտություն:

Թոչնավանդակի տակդիրի վրայից տվյալ օրը հավաքված թարմ թռչնաղբից սենյակային պայմաններում մաքուր ջրի ավելացմամբ պատրաստվել է տարբեր խոնավության երկու մուտքանյութ: Քանի որ փորձասարքը ներառում է միմյանցից անկախ ռեժիմով գործող երկուական ռեակտոր և գազգոլղեր, ապա յուրաքանչյուրի մեջ միևնույն չափաբաժնով լցվում է տվյալ խոնավության մուտքանյութը և գազի կուտակումն իրականացվում է համապատասխան գազգոլղերում: Սույն գործողությունները կրկնվում են ամեն օր, մինչև գազարտադրության գործընթացի ստացիոնարացումը (16-18 օրերին): Անաերոբ խմորման գործընթացի կայունացումից հետո, մեր կողմից որպես գազարտադրության համեմատության չափանիշ ընդունվել է գազգոլղերում առաջացող տվյալ ճնշման հաստատման ժամանակամիջոցների հարաբերությունը, կամ, որ նույնն է, ժամանակի տվյալ պահին գազգոլղերներում գոյացող ճնշումների հարաբերությունը: Փորձնական տվյալների միաժամանակյա չափումը լավ երաշխիք է ստացված արդյունքների հավաստիության վերաբերյալ:

Նկ. 2.6 բերված են $p(t)$ կախվածության կորերը մուտքանյութի 90 և 95 % խոնավությունների համար:



Նկ. 2.6 $p(t)$ կախվածության կորերը

Փորձի կատարումը նպատակահարմար է իրականացնել գազգոլիերի թասակի արգելակված վիճակում, որպեսզի կենսագազի ճնշումն ըստ ժամանակի անընդհատ աճի:

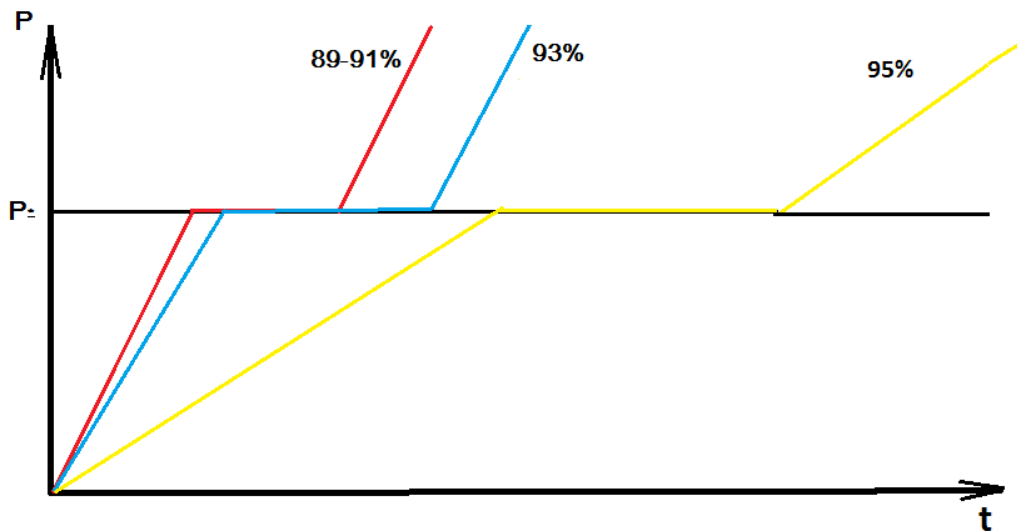
Այսպես, $t = 80$ ր ժամանակամիջոցում գազգոլիերներում առաջացող ճնշումները 90 և 95% խոնավությունների համար համապատասխանաբար ունեն 390 և 189մմ ջս մեծություններ: Հետևաբար, որպես գազարտադրության ցուցանիշ կարելի է ընդունել՝ $k = 164/320 = 0.51$, այսինքն մուտքանյութի խոնավության 5 % աճը՝ 90 %-ից 95 % բերում է գազարտադրության կրկնակի կրճատման:

Այսպիսով, որպեսզի նույն քանակի գազ արտադրվի անհրժեշտ է 95 % խոնավության դեպքում մուտքանյութի 1 օրվա չափաբաժինը գրեթե կրկնապատկել:

Այս եզրահանգումը գործնական առումով ունի չափազանց կարևոր նշանակություն: Քանի որ ռեակտորի ծավալը ուղիղ համեմատական է մուտքանյութի մեկ օրվա չափաբաժինին, ապա մուտքանյութի 95 % խոնավության դեպքում ռեակտորի ծավալը պետք է կրկնապատկվի: Ռեակտորի անփոփոխ ծավալի դեպքում մուտքանյութի կլրկնապատկումը բերում է ելքանյութում լրիվ չմշակված մնացորդային կենսազանգված:

Գազգոլիերի թասակի լողալու պայմանում մեթանային խմորման գործընթացի $p(t)$ կախվածությունը մուտքանյութի խոնավության մի քանի արժեքների համար պատկերված է նկար 2.6-ում բերված կորերի տեսքով:

Ակնհայտ է, որ ի վերջո գազի արտադրողականությունն ուղիղ համեմատական է մուտքանյութի մեջ առկա չոր նյութի քանակից: Կարելի է կարծել, որ որքան փոքր լինի խոնավությունն, այնքան մեծ կլինի գազի արտադրողականությունը: Սակայն մանրէների արագ բազմացումը, որով պայմանավորված է գազարտադրությունը, տեղի է ունենում խոնավության որոշակի միջակայքի դեպքում: Մյուս կողմից մուտքանյութի խոնավության պակասեցումը ստեղծում է խողովակագծերում (պոմպի ներծծման և մղման խողովակում, ջերմափոխանակիչում) խցանումների հավանականության մեծացում: Փորձերի արդյունքներով կառուցված նկ. 2.7-ում բերված $p(t)$ կախվածության կորերը ցույց են տալիս, որ մուտքանյութի նպատակահարմար խոնավության միջակայքը պետք է համարել 89-91 % , որն էլ հետազոտության հիմնական նպատակն է եղել:



Նկ. 2.7 $p(t)$ կախվածությունները մուտքանյութի խոնավությունից

2.4.4. Խառնման ազդեցությունը գազարտադրության վրա

Կենսագազի միջին և մեծ հզորության գործարաններում ռեակտորի պարունակությունը օրվա ընթացքում պարբերաբար մեխանիկական խառնման են ենթարկում: Այդ նպատակով լայն կիրառություն են ստացել գլանական ռեակտորի ուղղաձիգ առանցքով տեղադրվող խառնիչները, որոնց էլեկտրաբանեցման շարժիչները տեղադրվում են ռեակտորի կոնական առաստաղի արտաքին մակերևույթի վրա: Խառնիչի ուղղաձիգ լիսեռի վրա ամրացվում են երկու պրոպելլերային տիպի անիվ, այնպես, որ առաջինն ընկղմված լինի հեղուկ զանգվածի մակերևույթի մոտակայքում, մյուսը՝ մոտ 2/3 խորության վրա: Ռեակտորի առաստաղի անցքի հանգույցը կահավորվում է հերմետիկ քփացումով՝ գազի արտահոսքը բացառելու համար:

Խառնիչի գործարկումից որոշ ժամանակ անց ռեակտորի պարունակության հեղուկ զանգվածը, բացառությամբ հատակի նստվածքային շերտի, ընկնում է բարդ շարժման մեջ՝ պտտական և անիվի մոտակայքում հարաբերական: Վերինիս արագության վեկտորն ուղղված է ռեակտորի առանցքին զուգահեռ դեպի ներքև:

Պտտական շարժման հետևանքով հեղուկ զանգվածի մակերևույթն ընդունում է պտտման քառակուսի պարաբոլիդի տեսք, որի արդյունքում ռեակտորի պատի մոտ տեղի է ունենում մակարդակի բարձրացում, իսկ կենտրոնում՝ մակարդակի նույն չափի

իջեցում, որի մեծությունն ուղիղ համեմատական է պտտման անկյունային արագության քառակուսուն:

Հեղուկի մասնիկի բացարձակ արագությունը տեղափոխական և հարաբերական արագությունների վեկտորական գումարն է: Հավասար ճնշումների մակերևույթները ևս ներկայացնում են պտտման պարաբոլիդներ: Նույն լիսեռի վրա երկու անվի առկայությունը, ինչպես նաև ռեակտորի հատակի ու պատերի առկայությունը, որպես էկրաններ հանգեցնում են այն բանին, որ հեղուկի զանգվածները ռեակտորի կենտրոնական մասում շարժվում են դեպի ներքև, իսկ պատերի մոտ՝ դեպի վերև: Շարժման նման բնույթը նպաստավոր պայմաններ է ստեղծում թարմ կենսազանգվածով սնուցելու մեթանածին մանրէներին, որոնք արագորեն բազմանում են հատակային նըստվածքի շերտի վերնամասերում: Խառնիչի վերևի անիվը քայքայում է մակերևույթի վրա առաջացող փրփրային գոյացումները և դյուրին դարձնում հեղուկ զանգվածից ռեակտորի գազային միջավայրը գազի դուրս գալուն: Խառնիչի ստորին անիվը նպաստում է ավելի մեծ զանգվածներ շարժման մեջ ընդգրկելուն:

Հարկ ենք համարում նշել, որ արտերկրի առաջավոր ֆիրմաների կողմից իրականացվել են ռեակտորի պատի վրա դրա նորմալի նկատմամբ որոշ անկյան տակ տեղադրվող խառնիչերի միջոցով գազանջատման գործընթացի խթանման տարբերակներ: Խառնման նման եղանակի առավելությունը քիսացման հանգույցից բացառում է գազի արտահոսքը մթնոլորտ, պարզեցնում է քիսացման հանգույցի կառուցվածքը, ինչպես նաև մի քանի խառնիչի տեղադրման հնարավորություն ստեղծում:

Որպեսզի ռեակտորի լիցքավորման (թարմ կենսազանգվածի լցում) և մշակում անցած կենսազանգվածի հանման գործընթացում թարմ կենսազանգված ռեակտորից չհանվի, ապա այդ գործողությունները կատարվում են միաժամանակ, ընդ որում լցումը կատարվում է վերևից, հանումը ներքևից կամ ընդհակառակը:

Որոշ հեղինակներ առաջարկում են ռեակտորի մեջ ստեղծել այսպես կոչված լաբիրինթոսային միջնորմներ, որպեսզի ռեակտորի լցման ժամանակ թարմ կենսազանգվածը չխառնվի մշակում անցածի հետ: Այս առաջարկությունը կիրառություն չի գտել և կրում է զուտ ցանկության բնույթ: Դրա հիմնական թերությունը ռեակտորի կառուցվածքի բարդացումն է, միջնորմի առկայությունը հնարավորություն չի տալիս լիարժեք խառ-

նում իրականացնել, ինչպես նաև դժվարություն է ստեղծում նստվածքների հեռացման գործում:

Մեր լաբորատոր փորձասարքը, չափերի փոքրության և քիացումների իրականացման անհրաժեշտության պատճառով, չի կահավորվել մեխանիկական խառնիչով: Ռեակտորի պարունակության կենսազանգվածի խառնման գործընթացն իրականացվում է հիդրավլիկական եղանակով՝ ծավալային (ատամնանվային) պոմպի միջոցով, որի ներծծման և մղման գծերը միացվում են համապատասխանաբար ռեակտորի ստորին և վերին մասերին: Նման միացման դեպքում կենսազանգվածը ռեակտորի հատակային մասից տրվում է դրա վերնամասը: Գիտենալով պոմպի արտադրողականությունը, խառնման ժամանակամիջոցն ընտրվում է այպես, որ ռեակտորի ողջ պարունակությունը մի անգամ անցնի պոմպի միջով:

Հայտնի է, որ ռեակտորի մեջ եղած կենսազանգվածի խառնումը նպաստում է գազարտադրության գործընթացին: Սակայն գազարտադրության գործընթացի վրա խառնման հաճախականության ազդեցության վերաբերյալ քանակական տվյալներ մասնագիտական գրականության մեջ բերված չեն, կամ մեզ չի հաջողվել դրանք հայթհայթել:

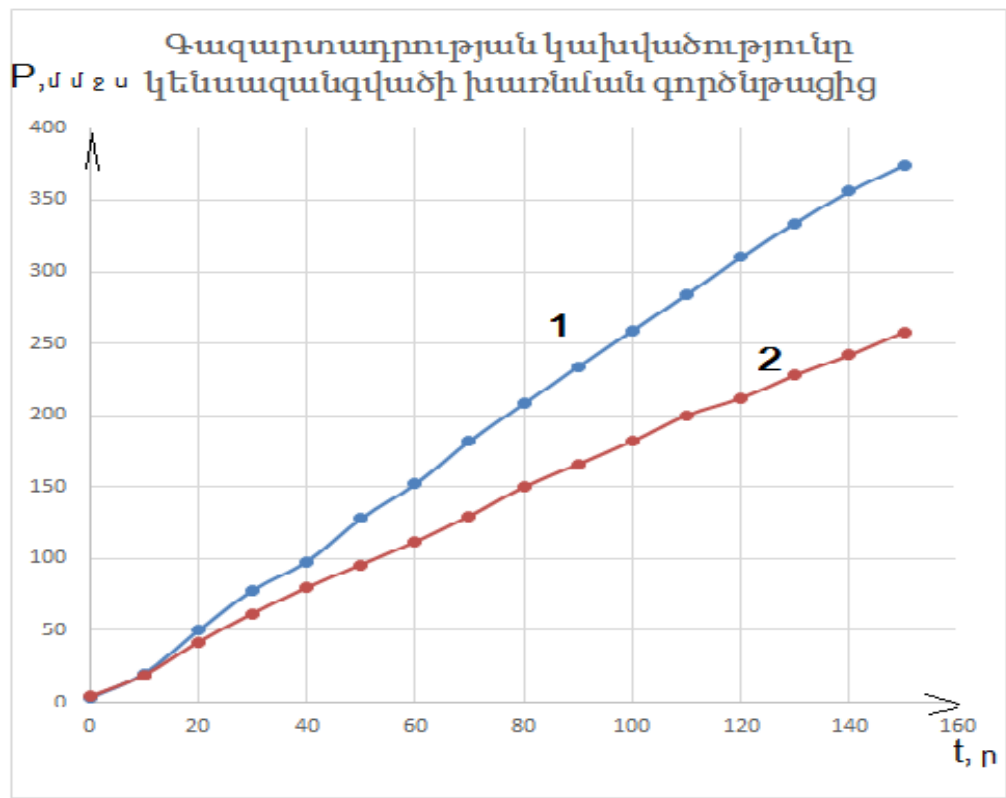
Նկ.2.8-ում բերված փորձական $p(t)$ կորերը պատկերացում են տալիս այդ կախվածության քանակական կողմի վերաբերյալ: Այսպես, ժամանակի, ասենք, 140-րդ րոպեյին երեք խառնում անցած կենսազանգվածից անջատված գազի ճնշումը հասել է 360 մմ-ի, մինչդեռ նույն պայմաններում խառնման բացակայության դեպքում՝ 290 մմ-ի:

Սա նշանակում է, որ խառնման գործընթացը մոտ 20%-ով խթանում է գազարտադրությունը: Տվյալ ժամանակամիջոցում խառնման քանակի ավելացումը գրեթե ազդեցություն չի ունենում գործընթացի վրա:

2.4.5 Մեզոֆիլ խմորման ջերմաստիճանի օպտիմալ միջակայքի որոշումը

Մեզոֆիլ խմորման գործընթացի ծավալման ջերմաստիճանային տիրույթը բավականին նեղ է՝ $(35-38)^{\circ}\text{C}$, որը վերաբերվում է բազմաբաղադրամաս կենսազանգվածին: Միատարր նյութի՝ թռչնաղբի անաերոբ խմորման գործընթացի նպատակա-

հարմար ջերմաստիճանի որոշման համար կատարված փորձնական հետազոտությունների արդյունքները ներկայացված են $p(t)$ կախվածության կորերի տեսքով նկ. 2.9-ում: Սույն փորձերի կատարման ժամանակ երկու ռեակտորի մեջ լցվել է միևնույն քանակի ու խոնավության թռչնադր և փորձասարքի ջերմաստիճանի կարգավորիչի միջոցով ռեակտորներում պահպանվել են ջերմային տարբեր ռեժիմներ:



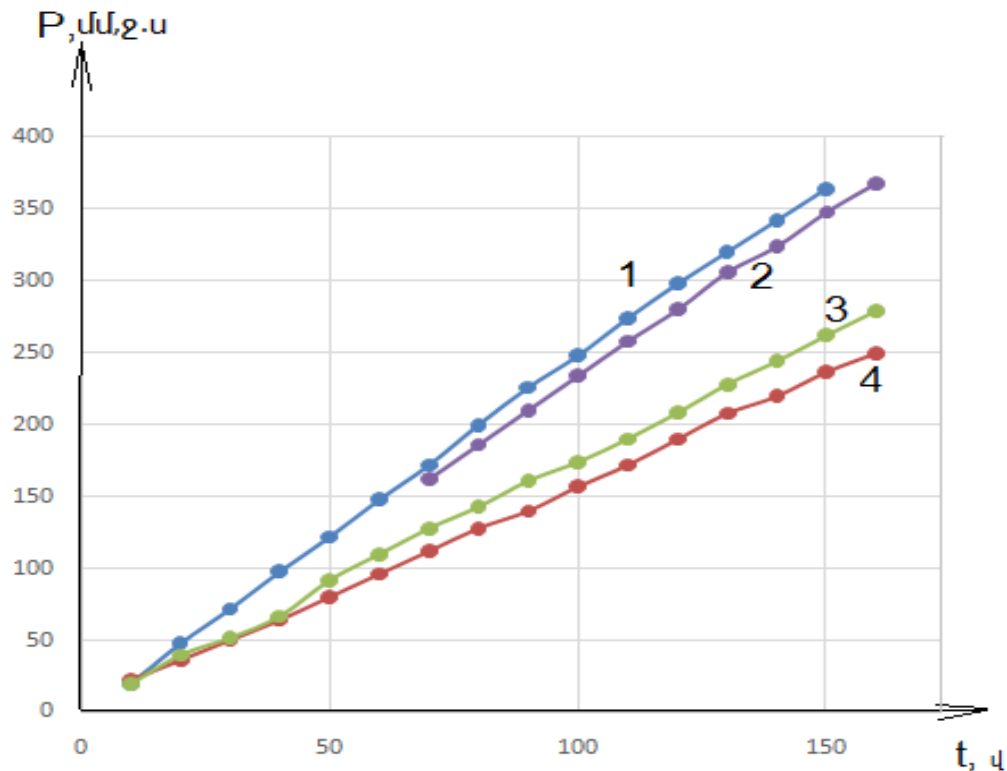
Նկ. 2.8 Գազարտադրության կախվածությունը ռեակտորի պարունակության կենսազանգվածի խառնման գործընթացից

1. երեք խառնում, 2. խառնում չի կատարվել

Այս փորձերը կատարվել են գազգոլորների թասակի արգելակված (բեռնավորմամբ) վիճակով, որպեսզի գործընթացի ծավալման ժամանակի ցանկացած պահի համար հնարավոր լինի չափված ճնշումների հարաբերությամբ գաղափար կազմել գազարտադրության վերաբերյալ: Միաժամանակ կատարվել են. առաջին փորձը 35°C ու 40°C և երկրորդը՝ 36°C ու 38°C ջերմային ռեժիմների համար: Ռեակտորների լցումից առաջ ջրային տաք միջավայրում մուտքանյութերի ջերմաստիճանները հասցվել են հաշվայինին մոտ ջերմաստիճանի: Փորձի չափումներն սկսվել են ժամանակի այն պահին,

երբ ջերմաստիճանի էլեկտրական կարգավորիչն անջատվում է՝ ազդարարելով ռեակտորում հաշվային ջերմաստիճանի հաստատումը:

Նկ. 2.9-ում բերված են $p(t)$ կախվածության կորերը կենսազանգվածի մեթանային խմորման զանազան ջերմաստիճանների համար:



Նկ. 2.9 մեզոֆիլ խմորման $p(t)$ կախվածության

կորերը զանազան ջերմաստիճաններում

1. 36°C, 2. 35°C, 3. 38°C, 4. 40°C

Ժամանակի տվյալ պահին համապատասխանող ճնշումների հարաբերությամբ կարելի է գաղափար կազմել խմորման գործընթացի գազարտադրության մեծության վրա ռեակտորում պահպանվող ջերմաստիճանի ազդեցության վերաբերյալ: Օրինակ, 40 °C ջերմաստիճանի պայմաններում գազարտադրությունը գրեթե 35 %-ով նվազում է 36 °C-ի նկատմամբ:

Փորձնական արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ թռչնաղբի համար խմորման մեզոֆիլ գործընթացի օպտիմալ ջերմաստիճանը գտնվում է (35-37) °C միջակայքում:

Հարկ ենք համարում անպայմանորեն նշել որոշ նկատառումներ սույն բնագավառում մեր կողմից կատարված փորձնական հետազոտությունների վերաբերյալ:

Նախ նշենք, որ դրանց կատարման ընթացքում չափումներ կատարելու համար (10 ր մեկ) անպայմանորեն անհրաժեշտություն է առաջանում լինել փորձասարքի մոտ և հետևել գազգոլիների բաց անոթի ջրաչափական ապակու ու ջրային մանոմետրերի ցուցմունքներին, որպեսզի գազի արտահոսք տեղի չունենա: Երկրորդ, քանի որ կենսազանգվածի խմորման և գազարտադրության գործընթացի վրա ազդեցություն ունեն մի շարք գործոններ, որոնց մասին նշվեց վերևում, ապա դրանցից յուրաքանչյուրի փորձնական ուսումնասիրությունը կատարելիս պետք է սպասել մի քանի օր, մինչև նոր պարամետրի համար գործընթացը ստացիոնարացվի, որից հետո կատարել չափումներ: Այսպես, խմորման գործընթացի վրա որևէ նոր պարամետրի ազդեցության ուսումնասիրությունը կատարվում է առնվազն 10 օրում, ընդ որում յուրաքանչյուր օրում երկու փորձ:

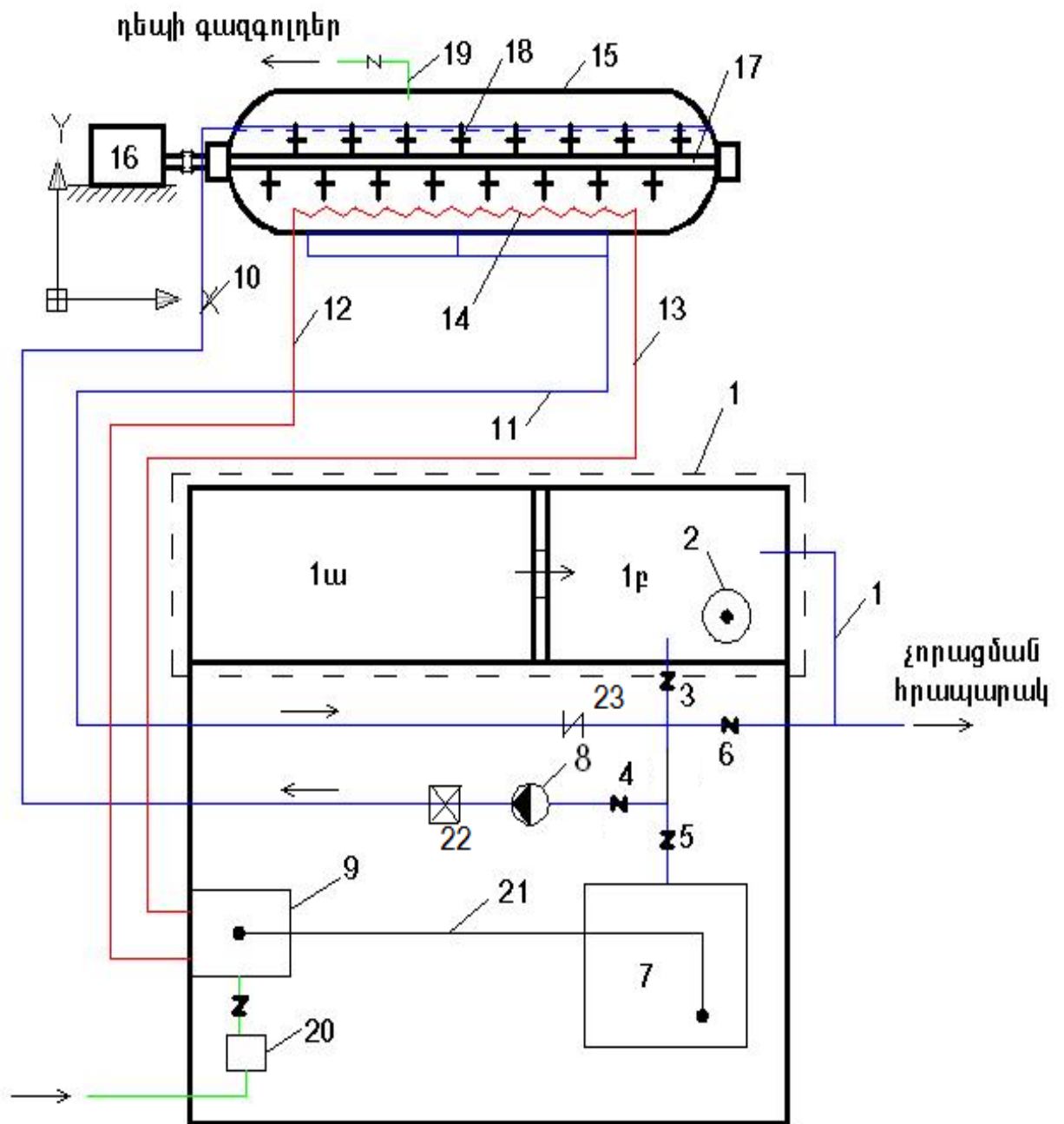
2.5. Կենսագազի արտադրական տեղակայում

Լաբորատոր պայմաններում կատարված փորձնական հետազոտություններից հետո միատարր նյութից գազարտադրության գործընթացի փորձնական ուսումնասիրությունը կատարվել է արտադրական տեղակայման վրա: Վերջինս կառուցվել է Լուսակերտի թոչնաբուծական ֆաբրիկայի թոչնաղբի օգտահանման բաց լաբորատորիայում:

2.5.1 Արտադրական տեղակայման նկարագրությունը

Արտադրական տեղակայումը ներառում է 60 մ³ ծավալի մետաղական հորիզոնական դիրքով գլանական ռեակտոր (1), որը տեղադրված է երկաթբետոնյա երեք հենարանների վրա, 60 մ³ ծավալի չոր գազակուտակիչ (գազգոլիեր)՝ (2), ստորգետնյա կաթսայատուն (3), մուտքանյութի ընդունող ավազան (4) և մետաղական ու պլաստիկ խողովակագծեր, որոնց վրա տեղադրված են համապատասխան տրամագծերի հարթ և խցանային փականներ:

Նկ. 2.10-ում բերված է արտադրական տեղակայման գծապատկերը:



Նկ. 2.10. Կենսազազի արտադրական տեղակայման գծապատկերը

1.մուտքանյութի ավազան, 1ա.թարմ կենսազանգվածի պաշարի բաժանմունք, 1բ.կենսազանգվածի խառնման բաժանմունք, 2.խառնիչ 3, 4, 5, 6,ռեակտորի հեղուկ կենսազանգվածի լցնելու ու հանելու համակարգի հարթ փականներ, 7. չափաբերման ավազան, 8. պոմպ, 9.կաթսա, 10.լցման խողովակ, 11.հանման խողովակ, 12.տաք ջրի տրման խողովակ, 13.տաք ջրի հետհոսի խողովակ, 14.ջերմափոխանակիչ, 15.ռեակտոր, 16.էլեկտրական շարժիչ, 17.խառնիչի լիսեռ, 18.խառնիչի թևեր, 19.գազի փական, 20.գազի հաշվիչ, 21.ծխատար խողովակ, 22.հակադարձ կափույր , 23.հետադարձ գծի փական:

Ռեակտորի ներսում՝ պատերի վրա երկայնական ուղղությամբ տեղադրված է ջերմափոխանակիչ՝ մետաղական $d=50$ մմ տրամագծի խողովակի 3-ական երկայնական գալարներով: Կաթսայատան սրահում տեղադրված է մեծ արագընթացության գործակից ունեցող ագրեսիվ հեղուկ մղող կենտրոնախույս պոմպ, ձմեռային ռեժիմի մուտքանյութի ավազան, ջրային կաթսա և գազի հաշվիչ:

Կաթսայատան կտուրի վրա տեղակայվել է արևային ջրային տաքացուցիչը:

Ռեակտորը կահավորված է էլեկտրամեխանիկական բանեցման լիսեռի հորիզոնական հարմարադասման խառնիչով, որի հենարանային հանգույցները տեղադրված են ռեակտորի ճակատային կոր մակերևույթների կենտրոնում և ռեակտորի ներսի ուղղաձիգ երկու միջնորմների վրա: Լիսեռի ընդհանուր երկարությունը 9 մ է:

Օգտահանվող կենսազանգվածը կազմում է օրական 2.8տ: Մուտքանյութի բաց ավազանի տարողությունը 12մ^3 է: Մուտքանյութի ավազանում տեղադրված է ուղղաձիգ լիսեռով էլեկտրական խառնիչ՝ թռչնաղբի մեջ առկա կոշտ գոյացումները մանրելու համար: Կաթսայատնում տեղակայված է ուղղանկյուն պրիզմայաձև ավազան, որի միջոցով չափվում են լցվող և հանվող հեղուկ զանգվածները (մեկ օրվա օգտահանվող):

2.5.2 Տեղակայման գործարկման կարգը

Ռեակտորի լիցքավորումը. թարմ հեղուկ թռչնաղբը ֆաբրիկայի կենտրոնական աղբամբարից ավտոմոբիլային տրանսպորտով 1կմ հեռավորությունից տեղափոխվում ու դատարկվում է ընդունող ավազանի 1ա բաժանմունքը: Այստեղ տեղի է ունենում հեղուկ թռչնաղբի մեջ առկա ավազի նստեցում: Այնուհետև հեղուկ կենսազանգվածն անցնում է ավազանի միջնորմի վրա տեղադրված ճաղավանդակով, որի վրա բռնվում են լողացող պինդ մարմինները (հիմնականում փետուր և ծղոտ) և մուտք գործում ընդունող ավազանի կենսազանգվածի խառնման 1բ բաժանմունքը: Կենսազանգվածի խառնումից հետո բացում են 3 և 5 փականները և հեղուկն ինքնահոս ռեժիմով մուտք է գործում չափաբերման մետաղական 7 ավազանը: Երբ հեղուկի մակարդակը ավազանում բարձրանում է մինչև օրական չափաբաժնի կեսին՝ 1.4տ փակում են 3 փականը և գործարկում 8 պոմպը ու բացում մղման խողովակի 4 փականը: Երբ հեղուկի մակարդակն

իջնում է մինչև ստորին սահմանայինը, փակում են 4 փականը և հետո անջատում պոմպը: Չափաբերված ծավալը մղվում է ռեակտորի մեջ, դրանում առկա կենսազանգվածի մակարդակից որոշ խորության վրա, որի արդյունքուն ռեակտորում առաջանում է հեղուկ կենսազանգվածի մակարդակի բարձրացում:

Ռեակտորի լիցքաթափումը. բացում են 23 և 5 փականները և ռեակտորի հատակային մասից հետադարձ խողովակագծով հեղուկը մուտք է գործում չափաբերման ավազանը: Երբ հեղուկի մակարդակը բարձրանում է մինչև վերևի սահմանայինը, փակում են 23 փականը ու բացում 6 փականը, որի արդյունքում մշակում անցած կենսազանգվածը չափաբերման ավազանից ինքնահոս ճնշումային ռեժիմով հեռանում է դեպի չորացման հրապարակ-ավազանը: Այսքանով ավարտվում է ռեակտորից կենսազանգվածի հանման գործընթացը և ռեակտորի մեջ դարձյալ հաստատվում է մինչև լցումը եղած հեղուկի մակարդակը:

Ռեակտորում անջատված գազը 50 մմ տրամագծի գազի պլաստիկ խողովակով տրվում է չոր գազգոլորեին, որտեղից մետաղական խողովակով տրվում է սպառման: Գազգոլորեից պլաստիկ խողովակով գազը տրվում է կաթսայատան ջրի կաթսային, որի տաքացրած ջուրը բնական շրջանառությամբ իր ջերմությունը ջերմափոխանակիչի միջոցով տալիս է ռեակտորի պարունակությանը: Կաթսայի ծխատար խողովակի մի հատվածն անցնում է մուտքանյութի չափաբերման ավազանի միջով, որպեսզի մուտքանյութի նախնական տաքացման համար օգտագործվի ծխագազերի ջերմությունը:

Տեղակայման թռչնաղբի տեղափոխման խողովակների տրամագծերն ընտրվում են ոչ պակաս 100 մմ- ից խցանումների հավանականության փոքրացման համար:

Ռեակտորի արտաքին մակերևույթը պատվում է մետաղական ցանցով ու սվաղվում 10 սմ հաստությամբ ասբեստի շաղախի շերտով, որի վրա կպցվում է 6 մմ հաստության իզոգամ: Գազգոլորեի մակերևույթը պատվում է միայն իզոգամով:

Ռեակտորի ջերմամեկուսացման նպատակը դրանում հաստատուն ջերմաստիճանի պահպանումն է, գազգոլորեինը՝ արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանի փոփոխության հետ կապված գազի ճնշման տատանումների նվազեցումը:

Գազգոլորներից գազը տրվում է փակ զով նկուղում տեղադրված 300 մմ ջրի շերտով հիդրավլիկական փականքի մեջ, որում տեղի է ունենում գազում առկա ջրային գոլորշիների մասնակի կոնդենսացում: Այստեղից գազը, անցնելով հաշվիչով, տրվում է երեք ուղղություններով՝ 100 մ² մակերեսով գրասենյակին՝ ջեռուցման և կենցաղային նպատակով, գնացքի կայարանի սրահին՝ ջերմաքարշի ջրի տաքացման համար և մորթի արտադրամասին՝ հարկադիր մորթի համար տաք ջուր ստանալու նպատակով:

2.5.3 Արտադրական տեղակայման ցուցանիշները

Գազի տեղակայման օրական առավելագույն ու նվազագույն արտադրողականություններն, համապատասխանաբար կազմում են 125 և 85 նմ³: Օրական օգտահանվող հեղուկ թռչնաղբի զանգվածը կազմում է 2,8 տ: Հետևաբար, գազի առավելագույն և նվազագույն տեսակարար արտադրողականությունները (մուտքանյութի մեկ տ. հաշվով) համապատասխանաբար կլինեն՝

$$Q_{\max} = 44,6 \text{ նմ}^3/\text{տ և } Q_{\min} = 30,4 \text{ նմ}^3/\text{տ:}$$

Արտադրական տեղակայման ստացված տեսակարար արտադրողականությունները հանդիսանում են կարևոր չափանիշներ, որոնցով գնահատում է կենսագազի գործարանի աշխատանքի արդյունավետությունը: Համեմատելով այդ մեծությունները մեզոֆիլ գործընթացով աշխատող դանիական գործարանների չափանիշների հետ (աղ.1), նկատում ենք, որ արտադրական տեղակայման գազարտադրության արդյունավետությունը բավականին բարձր է:

Կենսագազի դանիական գործարաններում հիմնականում օգտահանվում (վերամշակվում) է ոչ միատարր կենսազանգված՝ բաղկացած հիմնականում խոզի աղբից, գոմաղբից և կենցաղային օրգանական թափոններից: Հայտնի է, որ թռչնաղբն առավել արդյունավետ է գազի արտադրության տեսանկյունից, քան ոչ միատարր այլ կենսազանգված:

Առավելագույն և նվազագույն արտադրողականությունների նկատելի տարբերությունը կապված է մուտքանյութի տարբեր խոնավություններ ունենալու հետ: Մասնավորապես, անձրևային օրերին զանազան պատճառներով կենտրոնական աղբամ-

բար է թափանցում լրացուցիչ ջուր, որի պատճառով այդ օրերին գազի արտադրողականությունը նվազում է: Նկատենք, որ հաջորդող օրերին գազի արտադրությունն աստիճանաբար է մեծանում է, քանի դեռ ռեակտորում չի հաստատվում օպտիմալ խոնավություն: Հետևաբար, տեղակայման աշխատանքի արդյունավետության կարևոր երաշխիքներից մեկը մուտքանյութի 89 -91% խոնավության պահպանումն է:

Այժմ անդրադառնանք չոր նյութի հաշվով գազի արտադրության խնդրին, որով հաշվարկներ են կատարում Մաքուր Զարգացման Մեխանիզմի (ՄԶՄ) փորձագետները:

Ընդունենք, որ մուտքանյութի խոնավությունը 91% է, տեղակայման օգտահանվող զանգվածը և արտադրողականությունը համապատասխանաբար 2,8տ/օր, 120 նմ³/օր: Այս դեպքում մուտքանյութի չոր զանգվածը կլինի՝ $2.8 \cdot 9 / 100 = 0.25$ տ:

Հետևաբար չոր նյութի հաշվով տեսակարար արտադրողականությունը կլինի՝ $120 / 0.25 = 480$ նմ³/ տ: Նկատի ունենանք, որ թռչնաղբի համար առավելագույն հնարավոր տեսակարար արտադրողականությունը մոտ 600 նմ³/ տ է :

Տեղակայման սեփական կարիքների բավարարման համար ամռան ամիսներին ծախսվում է արտադրված գազի մոտ 12 %-ը, ձմռանը՝ մինչև 40 %-ը:

Որպեսզի ձմռանը փոքրացվի գազի ծախսը, անհրաժեշտ է, որ մուտքանյութի 3-4 օրվա պաշարի ավազանը լինի փակ և ստորգետնյա՝ հեղուկ զանգվածում դրական ջերմաստիճան պահպանելու համար: Ռեակտորում հեղուկ զանգվածի անհրաժեշտ ջերմաստիճան պահպանելու համար կան զանազան եղանակներ՝

- ա. ջերմափոխանակիչի տեղադրում ռեակտորի ներսում,
- բ. ռեակտորի շապիկում տաք ջրի շրջանառություն և,
- գ. ջերմափոխանակիչի տեղադրում ռեակտորից դուրս:

Առաջին եղանակի թերությունը կայանում է նրանում, որ ժամանակի ընթացքում ջերմատարի խողովակի արտաքին մակերևույթի վրա առաջանում է նստվածք և փոքրացնում ջերմափոխանակության գործակիցը:

Երկրորդ եղանակի դեպքում մեծանում են ջերմային կորուստները, մասնավորապես, մեծ չափերի ռեակտորի պարագայում: Առավել նպատակահարմար և նվազ ծախսատար է երրորդ եղանակը:

Ներկայումս կենսազանգված-կենսազագ-էլեկտրաէներգիա տեխնոլոգիայով աշխատող գործարաններում կիրառություն ունի բացառապես ջերմափոխանակիչի տեղադրումը ռեակտորից դուրս:

Մյուս կողմից, կենսազանգվածի ջերմաստիճանի բարձրացումը մինչև ռեակտոր մտնելը, դրանում ջերմաստիճանի հաստատուն մնալու երաշխիք է: Ընդունենք, որ ռեակտորում գտնվող հեղուկի զանգվածը M է, ռեակտորի մեջ օրական լցվող մուտքանյութի զանգվածը m , խմորման ջերմաստիճանը T , մուտքանյութի ջերմաստիճանը t_0 : Եթե մուտքանյութն առանց նախնական տաքացման լցվի ռեակտոր, ապա լցումից հետո ռեակտորում տեղի կունենա ջերմաստիճանի անկում՝ $T - t$ չափով: Տեղակայման ջերմային հաշվեկոծի պայմանից կստացվի՝

$$T - t = \frac{m}{M - m}(T - t_0): \quad (2.28)$$

Բանաձևից հետևում է, որ ռեակտորում ջերմաստիճանի անկման մեծությունը կախված է մուտքանյութի ջերմաստիճանից՝ t_0 -ից: Այսպես, արտադրական տեղակայման համար ($M = 50$ տ, $m = 2.8$ տ, $T = 36^\circ\text{C}$), եթե $t_0 = 0^\circ\text{C}$, ապա կստացվի՝

$$T - t \approx 2.2^\circ\text{C}:$$

Ռեակտորի պարունակության զանգվածում ջերմաստիճանի այս անկումը էական ազդեցություն չի կարող ունենալ խմորման մեզոֆիլ գործընթացի վրա, սակայն մեթանաձին մանրէները զգայուն են միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումներին, որն արտահայտվում է գազարտադրության նվազեցմամբ: Հետևաբար, եթե ջերմափոխանակիչը տեղադրվում է ռեակտորի մեջ, ապա անպայմանորեն պետք է մուտքանյութի նախնական տաքացում:

2.6 Արևի էներգիայի օգտագործումը մուտքանյութի նախնական տաքացման համար

Մուտքանյութի նախնական տաքացման խնդիրը հատկապես հրատապ է ձմեռային ռեժիմներում, երբ մուտքանյութի ավազանում առաջանում է մակերևույթյան

ջերտի սառցակալում: Այդ ռեժիմներում մուտքանյութի նախնական տաքացման և ռեակտորում անհրաժեշտ ջերմաստիճանի պահպանման համար կարելի է օգտագործել Արեգակի էներգիան: Տեղակայման վայրի կլիմայական պայմաններում հորիզոնական մակերևույթի գումարային տարեկան ճառագայթահարումը կազմում է շուրջ 1700 կՎտ/մ^2 : Համապատասխան կողմնորոշման և հորիզոնի նկատմամբ թեքության դեպքում այդ ցուցանիշը կարող է աճել մոտ 16%-ով: Ընդ որում, ամառային ռեժիմներում ճառագայթումն ընկալող մակերևույթի (հարթ կամ խողովակավոր կոլեկտորների) թեքությունը հորիզոնի նկատմամբ պետք է լինի շուրջ $30-35^\circ$ և ձմեռային ռեժիմներում $50-55^\circ$: Ընկալող մակերևույթները պետք է կողմնորոշված լինեն դեպի հարավ:

Արևային համակարգի նախագծման համար անհրաժեշտ է ընտրել աշխատանքային ռեժիմները: Ընդունենք, որ համակարգը նախատեսվում է.

- ձմեռային ռեժիմներում՝ $2,8 \text{ տ}$ մուտքանյութի նախնական տաքացում 10°C -ով,
- անցումային շրջանի ռեժիմներում՝ ռեակտորի իրանից ջերմային կորուստների փոխհատուցում կենսազանգված շրջակա օդ միջին օրական ջերմաստիճանային տարբերության 20°C պայմաններում:

Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ ձմեռային ռեժիմներում կոլեկտորների անհրաժեշտ գումարային մակերեսը կազմում է 27 մ^2 , այսինքն, $2,7 \text{ մ}^2$ մակերեսով կոլեկտորների անհրաժեշտ քանակը կլինի 10 հատ:

Ռեակտորի շուրջ 75 մ^2 մակերևույթից անցումային շրջանում օրական ջերմային կորուստները կազմում են մոտ 35 կՎտ/օր : Տեղակայված կոլեկտորները 27 մ^2 ընդհանուր մակերեսով լրիվ ապահովում են ոչ միայն ջերմային կորուստների փոխհատուցումը, քանի որ օգտակար էներգիայի օրական ելքը կազմում է մոտ 110 կՎտ/օր , այլ նաև կարող են օգտագործվել ռեակտորի միջին ջերմաստիճանային մակարդակը գրեթե 2°C -ով բարձրացնել: Հարկ է նշել, որ կենսազազի արտադրական տեղակայման տարրերի մեր կողմից վերևում բերված մանրամասը նկարագրությունը և սույն ատենախոսությունում բերված հաշվարկները կարող են մեծապես օգտակար լինել կենսազազի անհատական տեղակայում նախագծող և շահագործող ձեռնարկատերերի և առանձին անհատների համար:

Եզրակացություններ

1. Թռչնաղբի մեզոֆիլ խմորման գործընթացը կայուն է ըստ ժամանակի (որպես հետևություն մոտ 200 փորձի): Սա թերևս ամենակարևորն է, քանի որ կենսագազի արտասահմանյան գործարանները հիմնականում մշակում են կոմբինացված կենսազանգված և միատարր կենսազանգվածի մշակման փորձ չունեն:
2. Թռչնաղբ մուտքանյութի օպտիմալ խոնավությունը կազմում է (89-91)%:
3. Թռչնաղբի խմորման մեզոֆիլ գործընթացի ստացիոնարացման ժամանակամիջոցը կազմում է միջինը 17 օր:
4. Թռչնաղբի խմորման մեզոֆիլ գործընթացում ռեակտորում պահպանվող նպատակահարմար ջերմաստիճանը (35-37) °C է:
5. Թռչնաղբի խմորման մեզոֆիլ գործընթացի օրական գազարտադրողականությունը (վերագրած մուտքանյութի 1տոննային) կազմում է միջինը 48 նմ³/տ:

ԳԼՈՒԽ 3. ԿԵՆՍԱԳԱԶԻ ԳՈՐԾԱՐԱՆԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՈՒ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Կենսագազի միջին և մեծ հզորության ժամանակակից գործարանների գերակշիռ մասը աշխատում են **կենսազանգված- կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա**, քիչ մասը՝ **կենսազանգված-կենսագազ-մաքուր մեթան** տեխնոլոգիաներով: Դրանք կառուցվում են բնակավայրերից և անասնապահական ֆերմաներից համեմատաբար փոքր հեռավորությունների վրա, և, շնորհիվ աշխատանքային գործողությունների լրիվ ավտոմատացման և համակարգչային ղեկավարման, ունեն շահագործման փոքր անձնակազմ:

3.1 Կենսագազի գործարանի կառուցվածքների և սարքավորումների նկարագրությունը և դրանց նշանակությունը

Կենսագազի գործարանի կառուցվածքները պայմանականորեն կարելի է բաժանել երկու խմբի.

ա. գազի արտադրության համակարգի և

բ. գազի օգտագործման համակարգի:

Գազի արտադրության համակարգի կառուցվածքները ընդհանուր են վերևում նշված երկու տեխնոլոգիայով աշխատող գործարանների համար: Դրա հիմնական կառուցվածքներն են՝ մուտքանյութի ավազանը, ռեակտորը, կենսաբանական զտիչը, գազի կուտակման համակարգը, ջերմափոխանակիչը, խողովակագծերը և ջահը:

<<Կենսազանգված-կենսագազ-էլեկտրական և ջերմային էներգիա>> տեխնոլոգիայի դեպքում գազի օգտագործման համակարգի մեքենաներն են կոգեներացիայի փոխակերպիչը , էլեկտրական տրանսֆորմատորը և տաք ջրի շրջանառություն իրականացնող մեխանիզմները:

<<Կենսազանգված-կենսագազ-մաքուր մեթան>> տեխնոլոգիայի դեպքում գազի օգտագործման համակարգը ներառում է կենսաբանական զտիչ և գազը գազատար

ցանց մտցնող մեխանիզմներ: Այս տեխնոլոգիայի կիրառման դեպքում կենսագազից անջատում են ծծմբաջրածինը (H_2S) և ածխաթթու գազը (CO_2):

Կենսագազի գործարանի օժանդակ կառուցվաքների, մեքենաների ու սարքավորումների մասին խոսք կասվի հիմնական կառուցվածքների նկարագրության ու նշանակության մասին բաժիններում:

Նկ.3.1-ում պատկերված է կենսագազի գործարանի կառուցվածքների, մեքենաների ու մեխանիզմների և դրանց ֆունկցիոնալ կապի գծապատկերը:

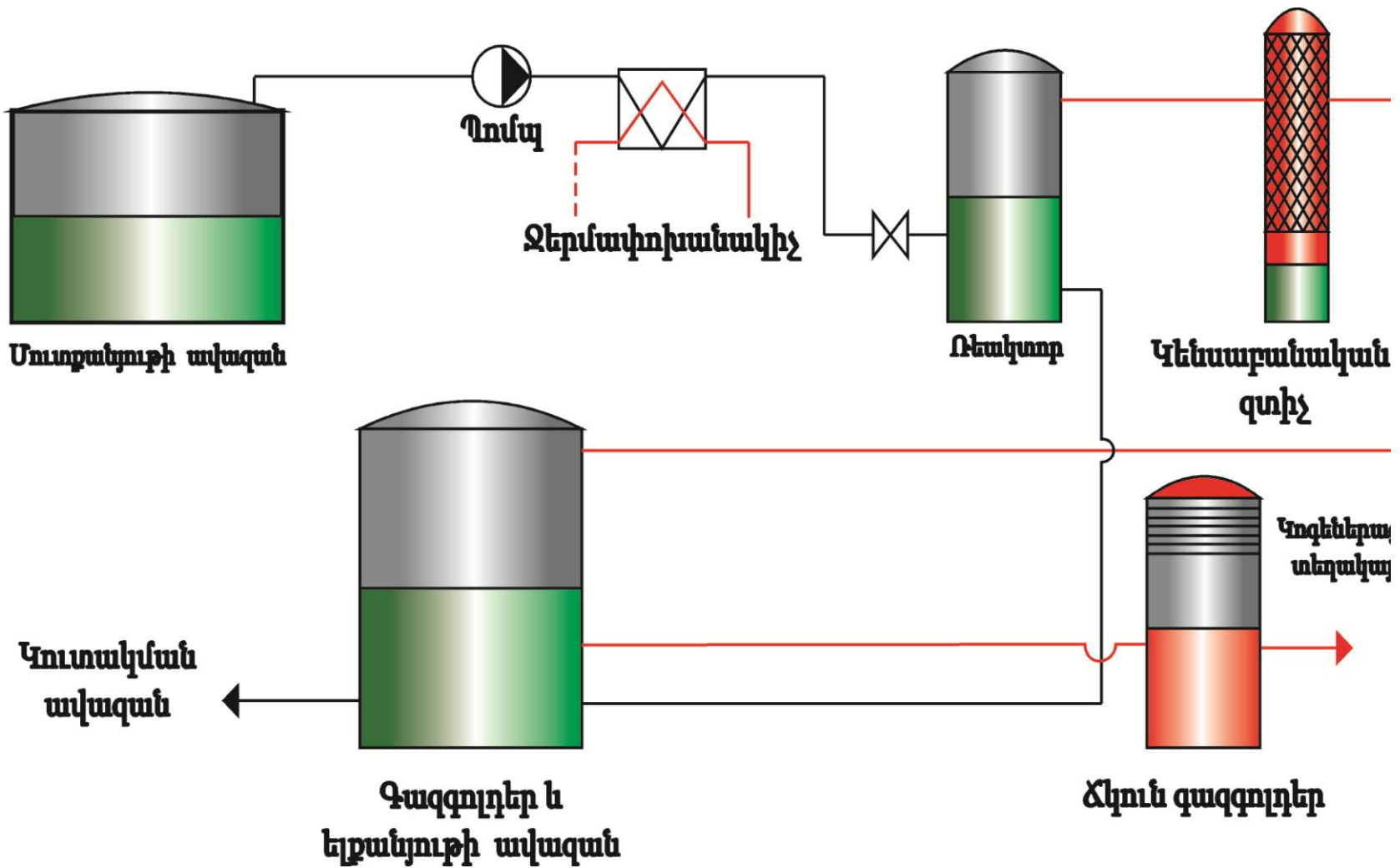
Ստորև համառոտակի տրվում են կենսագազի գործարանի առանձին կառուցվածքների նկարագրությունը, դերն ու նշանակությունը:

Մուտքանյութի ավազան. ծառայում է ռեակտոր մտնող կենսազանգվածի երեք օրվա պաշարի ծավալ կուտակելու, դրա համասեռացում (խառնում) կատարելու և անհրաժեշտ խոնավության մուտքանյութ պատրաստելու համար: Մեծ հզորություն ունեցող գործարաններում այն սովորաբար կառուցում են երկաթբետոնից՝ մինչև 3 մ բարձրությամբ ուղիղ գլանի տեսքով և ծածկով:

Մուտքանյութի ավազանը կահավորում են խառնիչներով, մաքուր ջրի տրման խողովակով և ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման խողովակով:

Խառնիչն առանցքային տիպի է և էլեկտրաբանեցման շարժիչ ունի, որի լիսեռի վրա տեղադրված է պարուրածն անիվը: Սրանք տեղադրվում են մուտքանյութի ավազանի պատին հավասար երկարության աղեղների վրա (սովորաբար 3 հատ) և դրանց առանցքները փոքր անկյան տակ շեղված են ավազանի շառավղային ուղղության նկատմամբ: Խառնիչը ուղղաձիգ տեղադրված ուղղորդների վրա սահելու հնարավորություն ունի, որով ապահովվում է դրա հեղուկ կենսազանգվածի մեջ զանազան խորությունների վրա սուզվելը:

Մուտքանյութի ավազան. ծառայում է ռեակտոր մտնող կենսազանգվածի երեք օրվա պաշարի ծավալ կուտակելու, դրա համասեռացում (խառնում) կատարելու և անհրաժեշտ խոնավության մուտքանյութ պատրաստելու համար: Մեծ հզորություն ունեցող գործարաններում այն սովորաբար կառուցում են երկաթբետոնից՝ մինչև 3 մ բարձրությամբ ուղիղ գլանի տեսքով և ծածկով:



Նկ. 3.1 Լուսակերտի կենսագազի գործարանի պարզեցրած գծապատկերը

Մուտքանյութի ավագանը կահավորում են խառնիչներով, մաքուր ջրի տրման խողովակով և ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման խողովակով:

Խառնիչն առանցքային տիպի է և էլեկտրաբանեցման շարժիչ ունի, որի լիսեռի վրա տեղադրված է պարուրածն անիվը: Սրանք տեղադրվում են մուտքանյութի ավագանի պատին հավասար երկարության աղեղների վրա (սովորաբար 3 հատ) և առանցքները փոքր անկյան տակ շեղված են ավագանի շառավղային ուղղության նկատմամբ: Խառնիչը ուղղաձիգ տեղադրված ուղղորդների վրա սահելու հնարավորություն ունի, որով ապահովվում է հեղուկ կենսազանգվածի մեջ զանազան խորությունների վրա սուզվելը:

Փակ ավագանը հաճախ լինում է ստորգետնյա, որպեսզի ձմեռային ամիսներին նվազեցվեն ջերմային կորուստները: Այդ դեպքում թարմ կենսազանգված լցվում է ավագանին հաղորդակից և շենքի մեջ գտնվող փոքր ավագանի մեջ: Հերմետիկորեն փակ ավագանի վերնամասը հաճախ ծառայեցնում են որպես գազակուտակիչ՝ մուտքանյութի ավագանում կուտակված կենսազանգվածից բնական պայմաններում անջատվող կենսագազի համար: Այստեղ կուտակված գազն օգտագործում են սեփական կարիքների համար:

Ռեակտորը լիցքավորող պոմպը ծառայում է մուտքանյութի ավագանից թարմ կենսազանգվածը ջերմափոխանակիչի միջով ռեակտորի մեջ մղելու համար: Բազմաթիվ տարրեր ունեցող պոմպային ողջ համակարգը, այդ թվում չափող և ազդանշանային սարքերը, մոնտաժվում է փակ կոնտեյնների մեջ, որը տեղադրվում է անմիջապես մուտքանյութի ավագանի պատի մոտ: Պոմպային համակարգը ներառում է ներծծման խողովակ իր ծայրային ցանցով, վակուումի անոթ, աղաց, պոմպ, մղման խողովակ: Վակուումի անոթը տեղադրվում է ներծծման խողովակի վրա պոմպից առաջ: Այն իրենից ներկայացնում է վերևում լայնացող կոնական հերմետիկ տարողություն, որի պոմպին ընդառաջ անցքի վրա դրվում է հանվող ցանց: Անոթն ունի արագ բացվող կափարիչ: Երբ ներծծման խողովակը խցանվում է, բացում են անոթի կափարիչը, հանում, մաքրում են ցանցն ու վերստին տեղադրում, հետո փակում են կափարիչը և գործարկում պոմպը:

Ռեակտոր. հերմետիկորեն փակ տարողություն, որում անաերոբ պայմաններում կատարվում է կենսազանգվածի արագ խմորման գործընթաց: Կենսազազի միջին և մեծ հզորության գործարանների ռեակտորներն ունեն ուղիղ գլանի տեսք: Ռեակտորները լինում են ստորգետնյա և վերգետնյա: Ստորգետնյա ռեակտորը կառուցվում է երկաթբետոնից և ունի հարթ ծածկ, որի վրա լցվում է հող, վերգետնյան՝ կառուցվում է մետաղից և ըստ բարձրության ունի նեղացող կոնական ծածկ: Մետաղական ռեակտորները ներկայումս լայն տարածում ունեն: Կենսազազի խոշոր գործարաններում գործում են մեկից ավել ռեակտորներ, որոնցից յուրաքանչյուրի ծավալը մինչև դարի 90-ական թվականները չէր գերազանցում 2000 մ³-ը: Ներկայումս կիրառություն են գտել մինչև 5000 մ³ ծավալի ռեակտորներ: Դրանցից առաջիններից մեկը կառուցվեց Լուսակերտի թոչնաբուծական ֆաբրիկայում: Հենց այս հանգամանքը ստիպում է մեզ հանգամանալից նկարագրել վերջինիս կառուցման ընթացքը:

Մետաղական ռեակտորի հատակը ներկայացնում է երկաթբետոնե սալ, որը կառուցվում է տեղանքի երկրաբանական նախնական հետազոտություն կատարելուց հետո: Ռեակտորը կառուցվում է հավաքովի տարրերից: Այդ նպատակով սալի վրա մոնտաժվում է ստացիոնար տեղադրված հիդրավլիկական վերամբարձ համակարգը: Սկզբում հավաքվում է ռեակտորի կոնական ծածկը, այնուհետև վերամբարձով այն բարձրացվում է 1 մ և սկսում են սալի նախապես նշված պարագծով գլանական մասի հավաքումը՝ շրջանային աղեղով գլանական մակերևույթ ունեցող թիթեղներով: Առաջին օղակի հավաքումից հետո այն բարձրացնում են ևս 1 մ և ձեռնամուխ լինում երկրորդ օղակի հավաքմանն ու այդպես շարունակ, մինչև հաշվային բարձրությունը: Լուսակերտի կենսազազի գործարանի ռեակտորի գլանական պատի հավաքովի տարրի թիթեղի չափերն են՝ երկարությունը աղեղով 2մ, բարձրությունը 1մ և հաստությունը 8 մմ: Բոլոր կարերն ունեն երկողմանի ներդիրներ, որոնց արանքում լցվում է ռետինային հատուկ սոսիձ, այնուհետև մանեկներով ձգվում:

Ռեակտորի հավաքման աշխատանքներն իրականացրին գերմանա-դանիական Բիգոդան հայտնի ֆիրմայի երկու մասնագետ:

Քանի որ ռեակտորում պետք է պահպանվի հաստատուն ջերմաստիճան, կենսազանգվածի անաերոբ խմորման գործընթացի կայունություն ապահովելու համար, ապա

ռեակտորի արտաքին մակերևույթը պատում են ջերմամեկուսիչ թաղանթով: Լուսակերտի կենսագազի գործարանի ռեակտորի ջերմամեկուսիչ շերտը 10 սմ հաստության ապակեթելային թաղիք է, որը պլաստիկ նյութից պատրաստված պարաններով ձգվեց ռեակտորի պատերին: Որպես կանոն ջերմամեկուսիչ թաղանթի վրա հավաքում են ալյումինի թիթեղներից երեսապատում՝ ջերմամեկուսիչը մթնոլորտային երևույթների ազդեցությունից պաշտպանելու համար:

Ռեակտորը կահավորվում է, ինչպես արդեն նշվել է վերևում, խառնիչով և հիդրավլիկական փականքով: Վերջինս տեղադրվում է ռեակտորի գլանական պատի վերնամասում՝ կենսագազվածի մակերևույթից վերև և ծառայում է ռեակտորի գազային միջավայրում հաստատուն ճնշում պահպանելու, ինչպես նաև գազում առկա գոլորշիների մասնակի կոնդենսացման համար: Արտադրված գազն անցնում է հիդրավլիկական փականքով և մուտք է գործում կենսաբանական զտիչի մեջ:

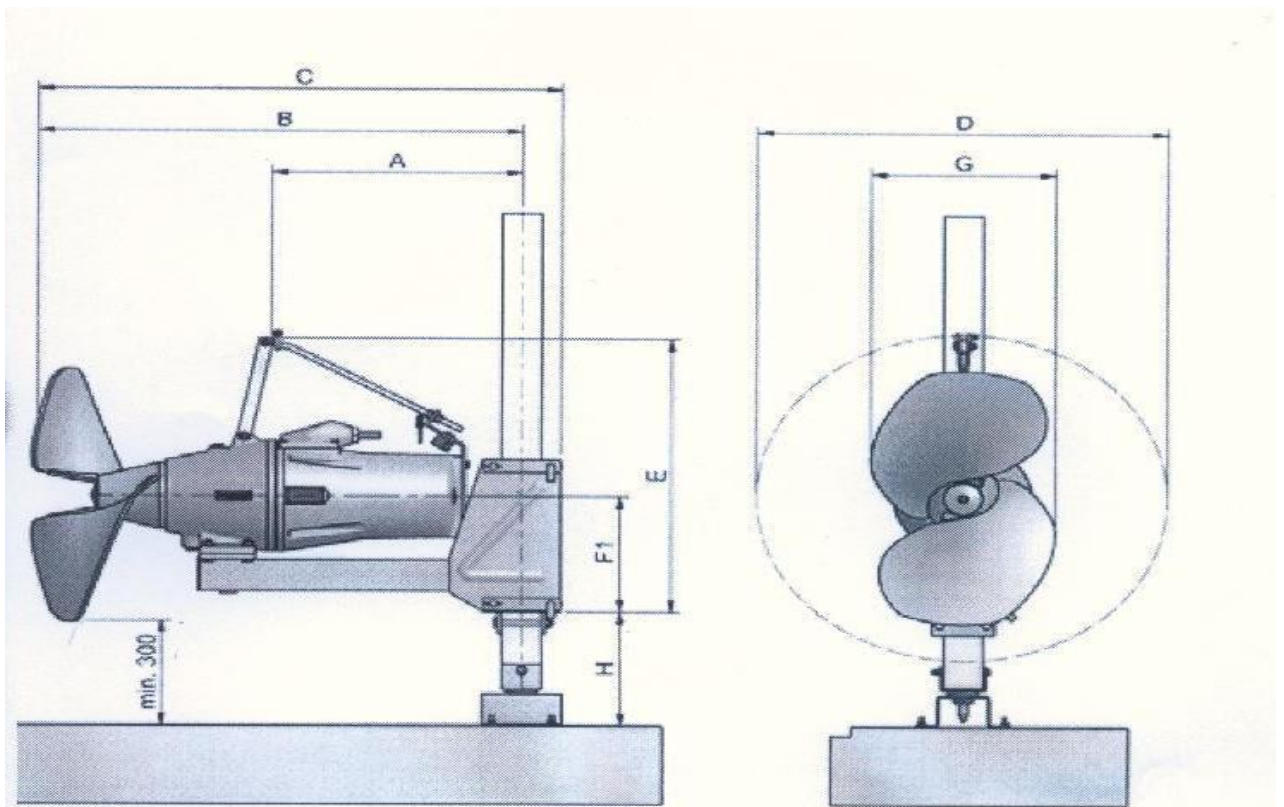
Կենսաբանական զտիչ. մետաղական կամ պլաստմասե աշտարակաձև գլանական փակ տարողություն, որը ծառայում է կենսագազը ծծմբաջրածնից մաքրելու համար:

Գոյություն ունի մաքրման երկու եղանակ՝ ֆիզիկական և քիմիական: Դրանցից երկուսն էլ կիրառություն ունեն, ընդ որում ֆիզիկականը առավել լայն: Մաքրման ֆիզիկական եղանակը ևս ունի իր տարատեսակները՝ ոչ ճնշումային և ճնշումային: Կենսագազի մաքրման այս կամ այն եղանակի ընտրությունը կապված է այն բանի հետ, թե ինչ նպատակի է ծառայելու արտադրված կենսագազը: Օրինակ, շվեդական մի գործարանում կենսագազը հարստացնում են մինչև 97% մաքուր մեթանի, որպեսզի այն մտցվի գազատար ցանց: Հասկանալի է, որ այս դեպքում կենսագազի բաղադրությունից պետք է հեռացվեն ածխաթթու գազն ու ծծմբաջրածինը: Այս գործընթացը տվյալ գործարանում իրականացվում է ֆիզիկական ճնշումային եղանակով՝ բավականին բարդ մեքենաների ու սարքավորումների միջոցով: Դանիական գործարանների մեծ մասում կիրառվում է ֆիզիկական ոչ ճնշումային եղանակը, քանի որ արտադրված կենսագազը օգտագործվում է ներքին այրման շարժիչում որպես վառելիք, և ածխաթթու գազի անջատման անհրաժեշտություն չկա:

3.2. Մուտքանյութի (ինֆյուենտ) համասեռացման հիդրոմեխանիկական եղանակը

Մուտքանյութի ավազանի օգտակար ծավալը ընտրվում է այնպես, որ դրանում հնարավոր լինի կուտակել կենսազանգվածի հաշվարկված քանակի եռօրյա ծավալը: Ինչպես արդեն նշվել է կենսազանգվածի համասեռացում իրականացնելու նպատակով մուտքանյութի ավազանի պարունակությունը պարբերաբար պետք է ենթարկվի խառնման:

Կենսազազի արտասահմանյան գործարաններում լայն կիրառություն է գտել էլեկտրական շարժաբերով սուզվող առանցքային խառնիչը, որի տեսքերը ներկայացված են նկ. 3.2-ում:

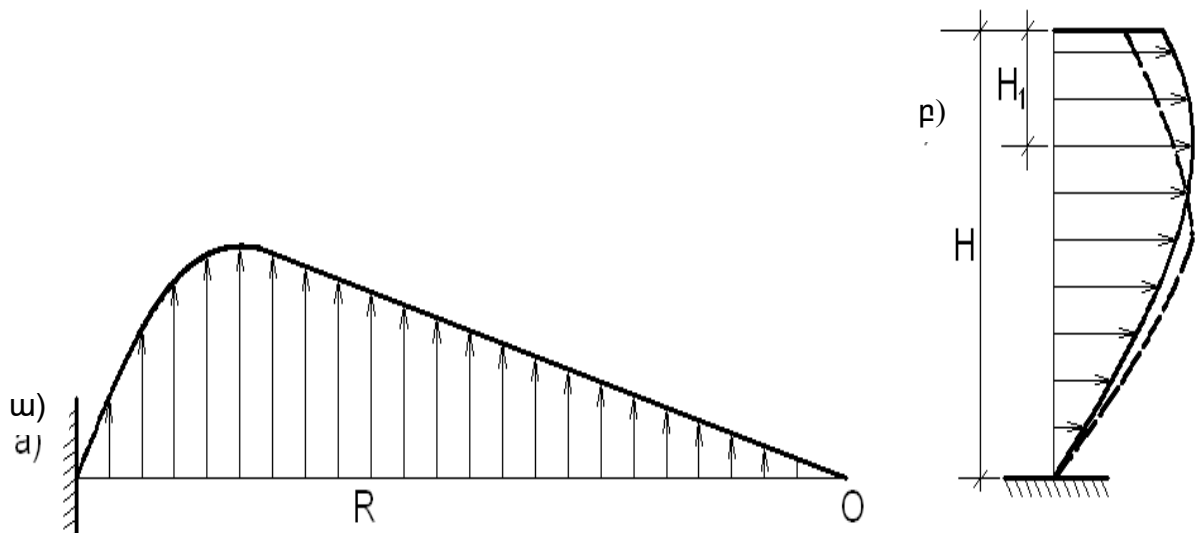


Նկ. 3.2 Խառնիչի տեսքերը

Խառնիչն ամրացվում է հորիզոնական հարթակի վրա, որն ուղղորդ շրջանակի վրա ուղղաձիգ ուղղությամբ տեղափոխություն կարող է կրել և ընկղմվել կենսազանգ-

վածի մեջ տարբեր խորության վրա: Խառնիչի լիսեռի առանցքը շեղված է ավազանի շառավղային ուղղությունից դեպի ավազանի պատը: Կենսազանգվածի լավ խառնման համար մեծ մասամբ ավազանի պարագծով հավասար հեռավորություններով տեղադրում են մի քանի խառնիչ: Խառնիչների միացումից հետո որոշ ժամանակ անց ավազանի ողջ պարունակությունն ընկնում է պտտական շարժման մեջ : Կենսազանգվածի ազատ մակերևույթն ընդունում է պտտման պարաբոլիդի տեսք: Ավազանի պատերի մոտ կենսազանգվածի գծային մեծ արագությունների շնորհիվ տեղի է ունենում կենսազանգվածի համասեռացում: Նկ. 3.3-ում տրված են արագությունների էպյուրները հորիզոնական ա) և ուղղաձիգ բ) կտրվածքներում: Առավելագույն արագություններն առաջանում են խառնիչի անվի առջևում դրա տվյալ դիրքին համապատասխան կտրվածքի կետում:

Նկ.3.3 բ-ում պատկերված է արագության փոփոխման օրինաչափությունը տվյալ կտրվածքի ուղղաձիգով՝ կախված խառնիչի ընկղմվածության խորությունից:



Նկ. 3.3. Արագության էպյուրները

Մուտքանյութի ավազանի կենտրոնական մասում կուտակվում են փոքր խտություն ունեցող լողացող մարմիններ (ծղոտ, փետուր և այլն), իսկ մեծ խտություն ունեցող պինդ նյութերը (հիմնականում ավազ)՝ իջնում են ավազանի հատակը [42]:

Լուսակերտի կենսազազի գործարանի մուտքանյութի ավազանի տրամագիծը 16 մ է, խորությունը 4 մ: Ավազանի պատի ներսի մակերևույթի վրա տեղադրված են միմ-

յանցից հավասար հեռավորությունների վրա երեք խառնիչ: Խառնիչի պտտման արագությունն անփոփոխ է և կազմում է 268 պտ/ր, անվանական հզորությունը 11 կՎտ է:

Մուտքանյութի ավազանում կենսազանգվածի խառնման վերը նշված եղանակի հիմնական թերությունը, մեր կարծիքով, պայմանավորված է խառնիչի շարժիչի պտտաթվերի հաստատուն մնալու հանգամանքով, որի պատճառով, կենսազանգվածի թանձր շերտի մեջ իջնելիս, շարժիչի լիսեռի վրա դիմադրության մոմենտն անթույլատրելի չափով մեծանում է:

Դրա պատճառով, չնայած ավտոմատորեն գործող էլեկտրական պաշտպանության, խառնիչի շարժիչը հաճախ շարքից դուրս է գալիս: Պետք է նաև նկատի ունենալ, որ մուտքանյութի ավազանում բնական պայմաններում տեղի է ունենում կենսազազի անջատում ու սեղծում պայթյունավտանգ պայմաններ: Այս համակարգն ունի նաև տեխնիկական բնույթի թերություն. ագրեսիվ միջավայրում տեղի է ունենում էլեկտրական կոնտակտների արագ օքսիդացում:

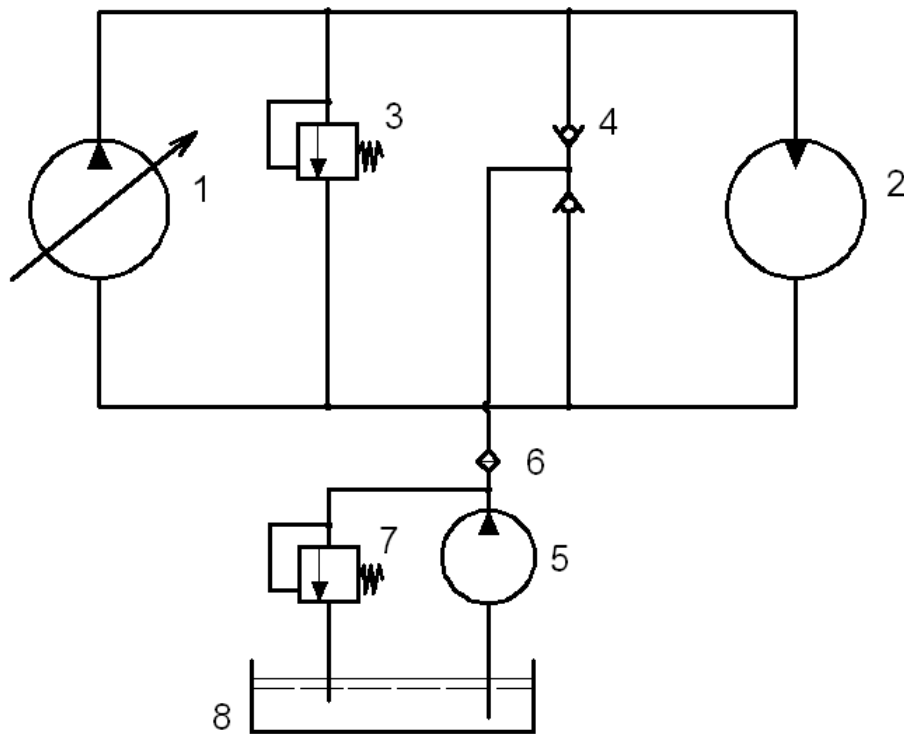
Վերը թվարկված թերությունների և անհարմարությունները կանխարգելման նպատակով մեր կողմից առաջարկվում է փոխարինել խառնիչի էլեկտրական շարժաբերը հիդրավլիկականով: Այդ փոխարինումը թույլ է տալիս առաջին հերթին՝ ծավալային կարգավորման եղանակով ավտոմատորեն կարգավորել խառնիչի պտտման արագությունը և, դրա հետ մեկտեղ, կենսազանգվածի շարժման արագությունն ավազանում, երկրորդը. կենսազանգվածի խառնման գործընթացը դարձնում է անվտանգ: Նկ. 3.4-ում բերված է խառնիչի հիդրավլիկական համակարգի գծապատկերը:

Մի ուղղության արտադրողականության կարգավորում ունեցող ծավալային պոմպը բանվորական հեղուկը (յուղը) փակ շղթայով մատակարարում է չկարգավորվող, պտտական շարժման ծավալային հիդրոշարժիչին: Կախված պոմպի արտադրողականությունից, հիդրոշարժիչը ձեռք է բերում պտտման տարբեր արագություններ: Ծավալային կարգավորման ճանապարհով կարելի է հասնել լայն տիրույթում պտտման արագության սահուն փոփոխության [43,49]:

Թռչնաղբի բաղադրության մեջ կա ավագ, որը մուտքանյութի ավազանում համասեռացում իրականացնելու գործընթացում, պինդ գոյացումների քայքայման հետևանքով, անջատվում է և նստում ավազանի հատակին: Ավազի նստվածքի վրա

կուտակված օրգանական նյութերն անհրաժեշտ է խառնման միջոցով բարձրացնել վեր: Խառնիչի մեծ խորության իջեցնելու նպատակը այդ նյութերը օգտակար ծավալի տարածություն բարձրացնելն է, որպեսզի դրանք մղվեն ռեակտորի մեջ:

Այժմ կատարվում են նախապատրաստական աշխատանքներ արտադրական տեղակայման վրա (Բիգոդան ֆիրմա) այդ համակարգի ներդրման ուղղությամբ^a դրա աշխատունակության փորձարկման նպատակով:



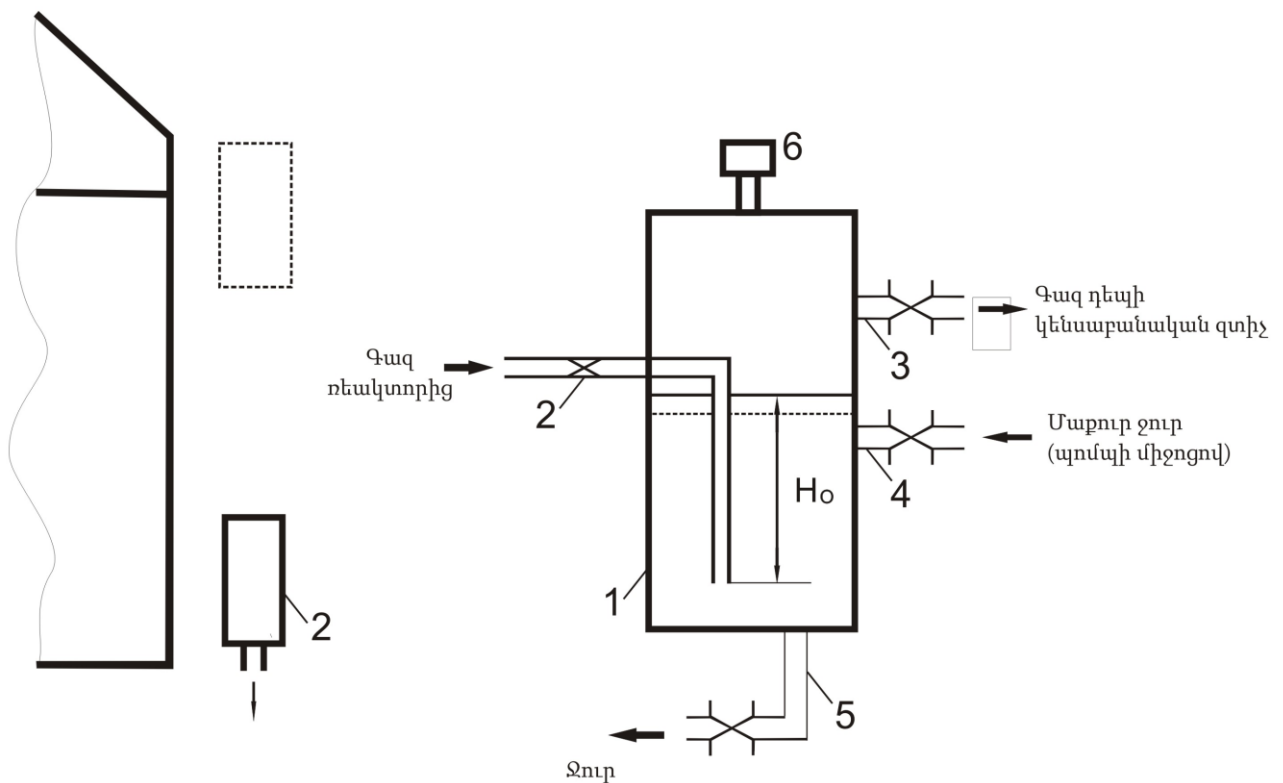
Նկ. 3.4. Խառնիչի հիդրավլիկական գծապատկերը

1 – կարգավորվող արտադրողականությամբ ռոտորամխոցային պոմպ, 2- պտտական շարժման հիդրոշարժիչ, 3-ճնշման պաշտպանիչ կափույր, 4-հակադարձ կափույր, 5-լիցքավորող պոմպ, 6-յուղի զտիչ, 7. Ճնշման պաշտպանիչ կափույր, 8-յուղի ավազան:

3.3. Կենսագազի հիդրավլիկական փականքի նկարագրությունը և կառավարման սխեմայի կատարելագործումը

Կենսագազի հիդրավլիկական փականքը, որի սխեման պատկերված է նկ. 3.5-ում, հիմնականում ծառայում է ռեակտորի գազի ծավալում հաստատուն ճնշում պահ-

պանելու համար: Այն բաղկացած է չժանգոտող պողպատե գլանական փակ անոթից (1), վերջինիս միացված գազի մուտքի (2), ելքի (3) կցափողերից և մաքուր ջրի տրման (4) և աշխատած ջրի դատարկման (5) կցափողերից ու օդի մուտքի և հեռացման (6) զսպանակավոր կափույրից: Կցափողերին միացված խողովակները կահավորվում են նույն թվային համարներով նշված էլեկտրամագնիսական մեծ հերմետիկություն ապահովող փականներով:



Նկ. 3.5. Հիդրավլիկական փականքի սխեման

1. գլանական փակ անոթ, 2. գազի մուտքի կցափող, 3. գազի ելքի կցափող, 4. մաքուր ջրի տրման կցափող, 5. ջրի դատարկման կցափող, 6. օդի մուտքի և հեռացման զսպանակավոր կափույր

Գործարկումից առաջ անոթ 1-ը մեխանիկական եղանակով լցվում է մաքուր ջրով մինչև հաշվային մակարդակը, այնպես, որ գազի մուտքի խողովակի ելքի կտրորվածքի վրա գոյանա H_0 բարձրությամբ ջրի շերտ, որով և պայմանավորված կլինի գազի ճնշումը ռեակտորում: Ջրի սկզբնական լցման գործընթացում բոլոր փականները փակ

են, իսկ օդահան 6 զսպանակավոր կափույրը բացվում է անոթում եղած օդի սեղման հետևանքով:

Հիդրավլիկական փականքը գործում է հետևյալ կերպ. ռեակտորից գազը 2 խողովակով մուտք է գործում ջրային միջավայր և, պղպջակների ձևով դուրս գալով անոթի վերնամասը, 3 խողովակով հեռանում է դեպի կենսաբանական գոտիչը, ուր կատարվում է ծծմբաջրածնից կենսագազի մաքրումը:

Ռեակտորում կենսազանգվածի խմորման մեզոֆիլ գործընթացում կենսազանգվածի ջերմաստիճանը $35-37^{\circ}\text{C}$ է, իսկ թերմոֆիլ գործընթացում՝ $53-57^{\circ}\text{C}$: Ակնհայտ է, որ այս պայմաններում գոյացող ջրային գոլորշիների մի մասը, մուտք գործելով ավելի ցածր ջերմաստիճան ունեցող ջրի մեջ, կոնդենսացվում է: Հասկանալի է, որ հիդրավլիկական փականքի փակ տարողության ջրի ջերմաստիճանը ջերմափոխանակության հետևանքով աստիճանաբար բարձրանում է: Բացի այս, կենսագազի որոշ բաղադրիչներ ջրի հետ շփվելուց հետո առաջացնում են թթվային բնույթի լուծույթներ: Սույն գործընթացների հետևանքով փականքի տարողության ջուրն աստիճանաբար աղտոտվում է, որի պատճառով անհրաժեշտություն է առաջանում անոթը պարբերաբար դատարկել և լիցքավորել թարմ ջրով:

Մեր կողմից կառուցված արտադրական տեղակայանքի հիդրավլիկական փականքի հաշվային ճնշումը՝ $H_0 = 300$ մմ ջս է, կենսագազի արտադրությունը 120 նմ³/օր: Զուրը փոխվում էր երկու օրը մեկ անգամ: Փականքում աշխատած ջուրը ստանում է սև գույն և ծծմբաջրածնի բնորոշ հոտ:

Կենսագազի եվրոպական միջին և խոշոր գործարաններում հիդրավլիկական փականքները տեղադրվում են ռեակտորի գլանական պատի արտաքին մակերևույթի վերնամասում (ինչպես Լուսակերտի կենսագազի գործարանում) : Փականքի ջրի լիցքավորումն կատարվում է պոմպով՝ օրը մեկ անգամ, համակարգչային ղեկավարմամբ:

Լուսակերտի կենսագազի գործարանի հիդրավլիկական փականքի մի քանի տարվա շահագործման փորձը ցույց է տալիս, որ փականքի լիցքավորման գործընթացում առաջանում է գազի հոսակրուստ: Որպեսզի բացառվի գազի հոսակրուստը և փականքի կառավարման գործողությունների հսկման անհրաժեշտությունը շահագործողի կողմից, առաջարկվում է՝

1. հիդրավլիկական փականքը տեղադրել ռեակտորի հատակի մոտակայքում,
2. ջրի լցումը կատարել ինքնահոս ռեժիմով՝ հաստատուն ճնշման ավազանից, հրաժարվելով լիցքաորոշ պոմպի օգտագործումից
3. փականքի վերալիցքավորման ժամանակը գազի մուտքի փականը պահել փակ վիճակում:

3.4 Ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման համակարգի կատարելագործման տարբերակները

Կենսագազի ժամանակակից գործարաններում ռեակտորը լիցքավորող պոմպը տեղադրում են փակ կոնտեյներում՝ մուտքանյութի ավազանի հարևանությամբ: Նման տեղակայման դեպքում առաջանում է լիցքավորող պոմպի ներծծման դրական բարձրություն՝ h_s : Քանի որ մուտքանյութի ավազանն ունի սահմանափակ չափեր, ապա լիցքավորման գործընթացում առաջանում է հեղուկ կենսազանգվածի մակարդակի իջեցում, որի հետևանքով պոմպի ներծծման բարձրությունը դառնում է փոփոխական՝ գնալով դեպի մեծացում: Սույն հանգամանքը հաճախ ուղեկցվում է լիցքավորման գործընթացի խզմամբ, քանի որ մեծացած ներծծման բարձրության շնորհիվ չի ապահովվում պոմպի կավիտացիոն պաշարը:

Պոմպի տեղադրման տեղի նիշը որոշելիս պետք է նկատի ունենալ հետևյալ երեք կարևոր գործոնը՝ մուտքանյութի ավազանում հեղուկ զանգվածի նվազագույն մակարդակի նիշը, կառուցվածքի տեղադրման վայրի բացարձակ նիշին համապատասխանող մթնոլորտային ճնշումը և հեղուկ հենսազանգվածի ջերմաստիճանը:

Սույն գործոններից պոմպի ներծծման գործընթացի վրա առավել էական ազդեցություն ունեն առաջին երկուսը: Մասնավորապես լիցքավորող պոմպի կավիտացիայի պաշարի մեծությունը էապես կախված է տեղանքի մթնոլորտային ճնշման մեծությունից:

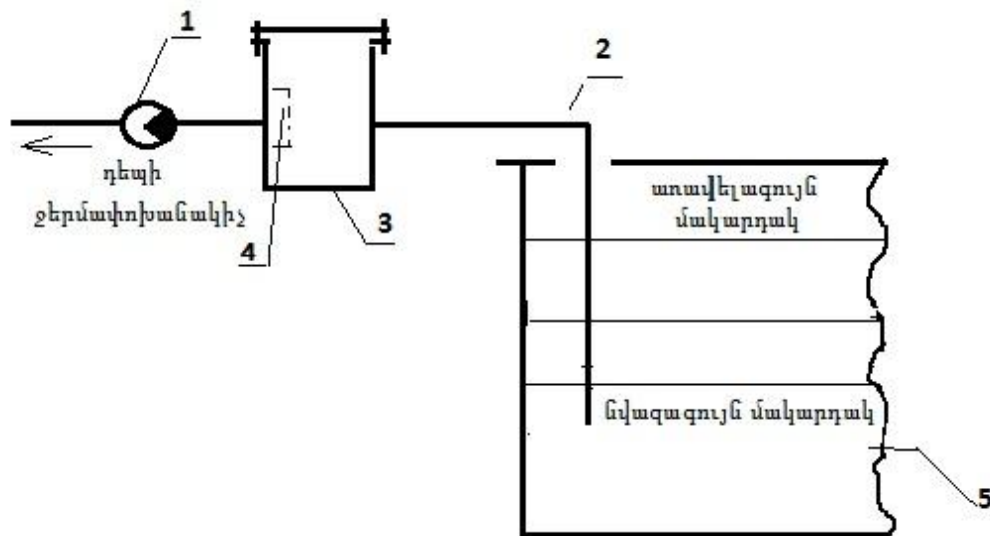
Քանի որ պոմպի անձնագրային փաստաթղթերում կավիտացիայի պաշարի մեծությունը՝ h_1 -ը տրվում է ծովի մակերևույթի պայմանների համար, ապա տվյալ տե-

ղանքի համար պետք է կատարել դրա ուղղում, հետևյալ կերպ՝

$$h_1^1 = h_1 - 10 + h_{at}, \quad (3.1)$$

որտեղ h_1^1 -ը պոմպի տեղադրման տեղի նիշի կավիտացիայի պաշարն է, 10 մ ջս-ն ծովի մակերևույթի վրա մթնոլորտային ճնշումը, h_{at} -ը տեղանքի մթնոլորտային ճնշումը:

Նկ. 3.6 բերված է ռեակտորը լիցքավորող պոմպային համակարգի գծապատկերը:



Նկ.3.6 Պոմպային համակարգի գծապատկերը

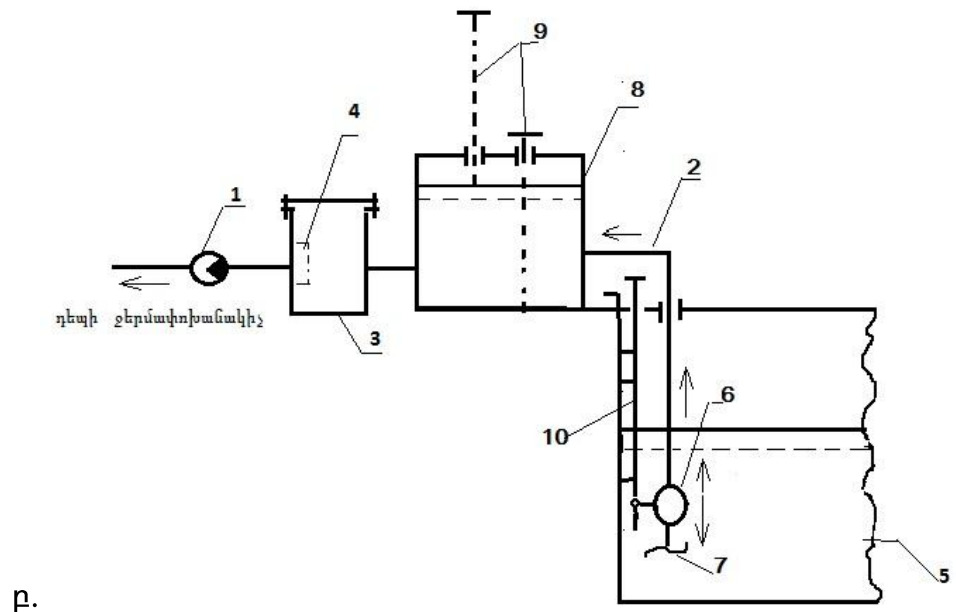
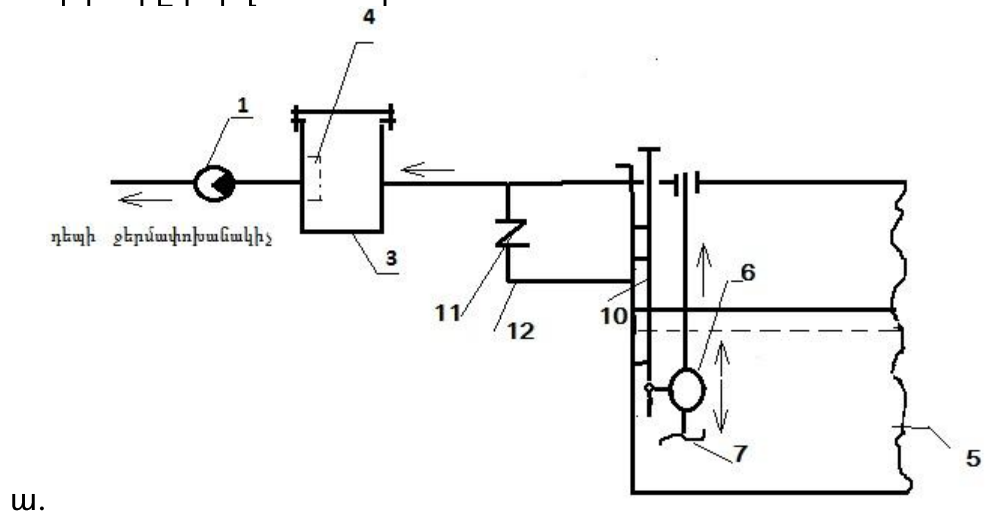
1.պոմպ, 2. ներծծման խողովակ, 3. վակուումի անոթ, 4. ցանց, 5. մուտքանյութի ավազան

Լուսակերտի կենսագազի գործարանի մուտքանյութի ավազանում եղած 1 օրվա պաշարի կենսազանգվածը հնարավոր չէր լինում տեղադրված պոմպով մղել, քանի որ փաստացի ներծծման բարձրությունը գերազանցում էր դրա սահմանային մեծությունը:

Բացի այդ, ինչպես նշվել է, ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման համակարգը հաճախակի խցանվում է կենսազանգվածում առկա պինդ նյութերով, որի պատճառով անհրաժեշտություն է առաջանում մաքրել վակուումի անոթի ցանցը: Սույն գործողությունը կատարելը պահանջում է ժամանակի զգալի ծախս մի կողմից, մյուս կողմից՝ խաթարվում է հետագա գործողությունների ժամանակին կատարելու հնարավորությունը (գազարտադրության գործընթացը զգայուն է թարմ կենսազանգվածի տրման հաստատված ռեժիմի փոփոխության նկատմամբ):

Մենք առաջարկում ենք պոմպի ներծծման համակարգը կահավորել լրացուցիչ տարրերով, նպատակ ունենալով՝ ա. պոմպի ներծծման խողովակում ստեղծել դրական ավելցուկային ճնշում, այսինքն ներծծման բարձրությունը դարձնել բացասական և բ. կատարել ռեակտորին մատուցվող կենսազանգվածի մաքրում լողացող պինդ մարմիններից: Հասկանալի է, որ այդ դեպքում մթնոլորտային ճնշման մեծությունն ազդեցություն չի ունենա պոմպի ներծծման գործընթացի վրա և վակուումի անոթի ցանցի խցանման հավանականությունը խիստ կփոքրանա:

Այդ նպատակով մշակվել է պոմպի ներծծման համակարգի երկու տարբերակ, որոնց գծապատկերները բերված են նկ. 3.7-ում:



Նկ.3.7 Պոմպի ներծծման համակարգի տարբերակները

1; 2; 3; 4; 5- ինչպես նկ. 3.6-ում, 6. ֆեկալային պոմպ, 7. ջարդիչ, 8. բաց ավազան, 9. ցանց, 10. ուղղորդ շրջանակ, 11. կարգավորող փական, 12. հետհոսի խողովակ

Նկ.3.7 ա.-ն ներկայացնում է փակ, իսկ բ.-ն բաց համակարգ: Երկու համակարգն էլ ներառում են առանցքային տիպի ջարդիչով ֆեկալային պոմպ, որն իր շրջանակի վրա ուղղաձիգ ուղղությամբ տեղափոխվելու հնարավորություն ունի: Գործարկումից առաջ պոմպն ընկղմում են կենսազանգվածի մեջ: Փակ տարբերակի դեպքում պոմպի մղման խողովակը անմիջապես միացած է ռեակտորը լիցքավորող պոմպի ներծծման խողովակին: Քանի որ ֆեկալային պոմպի արտադրողականությունը պետք մի փոքր ավել լինի լիցքավորող պոմպի արտադրողականությունից, ապա դրանց տարբերությամբ որոշվող ելքը պետք է վերադարձնել ավազան, որի համար համակարգը ներառում է հետհոսի 11 խողովակակն իր 12 կարգավորող փականով:

Ռուսական արտադրության ֆեկալային պոմպերը լայն կիրառություն ունեն անասնապահական ֆերմաներում և թռչնաբուծական ֆաբրիկաներում:

Բաց համակարգի տարբերակը ներառում է լրացուցուցիչ փոքր ծավալի 8 ավազանը, որը հանդիսանում է ֆեկալային պոմպի մղման ավազանը և, որից սկիզբ է առնում լիցքավորող պոմպի ներծծման խողովակը: Ավազանը տեղադրվում է մուտքանյութի ավազանի ծածկի վրա, որի շնորհիվ հեղուկ կենսազանգվածը ներծծման խողովակում ստեղծում է դրական ավելցուկային ճնշում: Ավազանը կահավորվում է երկշարք հանվող-դրվող ցանցերով, որոնցից մեկի մաքրման ժամանակ մյուսը գտնվում է իջեցված դիրքում:

Ֆեկալային պոմպի լիսեռի վրա անվի առջևում տեղադրված ջարդիչը քայքայում է կենսազանգվածի մեջ լողացող պինդ կուտակվածքները և հնարավորինս համասեռացնում պոմպ մտնող կենսազանգվածը: Այս առումով փակ համակարգը զիջում է բացին: Բացի այդ փակ համակարգի դեպքում հետհոսի խողովակի անհրաժեշտ հիդրավլիկական դիմադրության հաստատումը պահանջում է նուրբ կարգավորում:

Բաց համակարգը լուծում է վերևում դրված երկու խնդիրն էլ: Այս տարբերակի հիմնական թերությունը ցանցերի հանման, մաքրման և վերստին տեղադրման ու աղբի տեղափոխության գործընթացների աշխատատարությունն է: Չնայած այդ թերությանը սույն համակարգը նպաստում է ռեակտորի լիցքավորման գործընթացի հուսալիության բարձրացմանը:

3.5 Ծծմբաջրածնից կենսագազի մաքրման քիմիական եղանակը

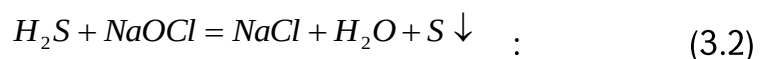
Ծծմբաջրածնի զանգվածային բաղադրությունը կենսագազի կազմում հասնում է մինչև 1%-ի: Ծծմբաջրածինը, լինելով ագրեսիվ գազ, հանդիսանում է թթվային կոռոզիայի առաջացման պատճառ [21,28,79,81,82]: Այժմ կենսագազի մաքրման ոլորտում լայն կիրառում են գտել ֆիզիկական աբսորբցիան ջրով և մոնոէտանոլամինի լուծույթներով:

Համեմատաբար քիչ կիրառություն ունի ծծմբաջրածնից կենսագազի մաքրման քիմիական եղանակը: Խեմսորբցիոն մաքրումը կատարվում է Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $NaOH$, KOH , $Ca(OH)_2$ ջրային լուծույթներով, ալյումինի, ցինկի, երկաթի օքսիդների աբսորբցիաներով: Յուրաքանչյուրն այս մեթոդներից ունի ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական կողմեր:

Կենսագազի մաքրումը ֆիզիկական եղանակով կատարվում է կենսաբանական զտիչի միջոցով, որն իրենից ներկայացնում է ուղղաձիգ առանցքով գլանական փակ տարողություն: Չանրադառնալով զտիչի կառուցվածքին, նշենք որ տարողության պատերը, հատկապես զոդման կարերի տեղերում, կոռոզիայի հետեվանքով հաճախակի քայքայվում են: Սրա հետևանքով կոգեներացման փոխակերպումը դադարեցվում է (քանի որ կենսագազի մաքրում տեղի չունի), իսկ արտադրված գազն այրվում է ջահում, մինչև զտիչի վթարի վերացումը: Մյուս կողմից կենսաբանական զտիչը թանկ կառուցվածք է և պահանջում է մշտական հսկողություն [36,37,39,44,45,70]:

Խեմսորբցիոն մաքրումն ուղղահոս տիպի փրփրային ապարատի միջոցով

Մեր կողմից առաջարկվում է խեմսորբցիայի գործընթացն իրականացնել նատրիումի հիպոքլորիդի լուծույթով: Կենսագազի բաղադրության մեջ առկա ծծմբաջրածնի և նատրիումի հիպոքլորիդի միջև առաջացող քիմիական ռեակցիան ընթանում է հետևյալ կերպ՝



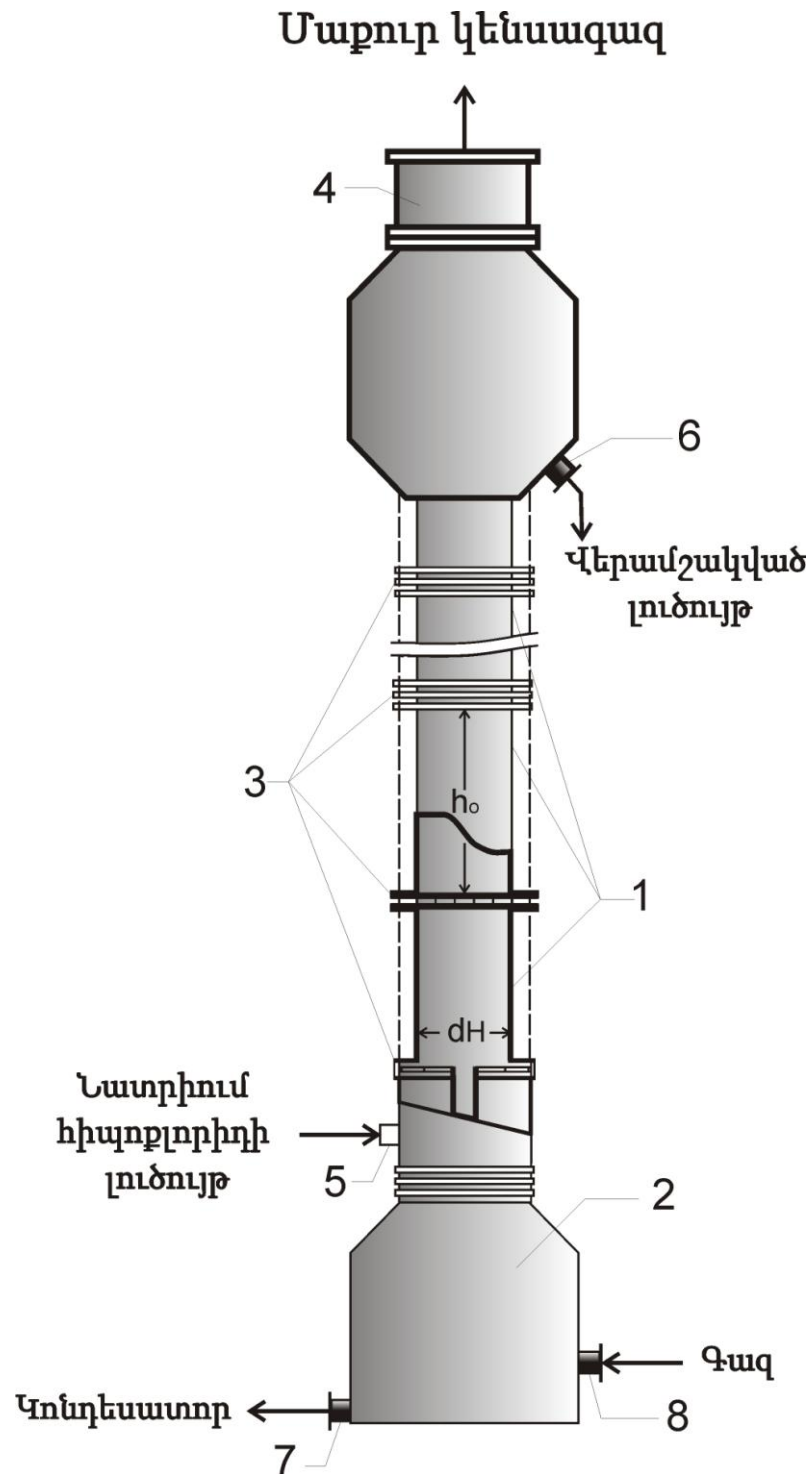
Ռեակցիայի արդյունքում ստացվում է նատրիումի քլորիդի, անջատված ծծումբի և ջրի կոլոիդ լուծույթ:

Աբսորբցիայի և խեմսորբցիայի գործընթացների համար մեծ նշանակություն ունի ապարատի տեսակը [16,24,59,83]: Խեմսորբցիայի տվյալ գործընթացը, կոլոիդա-

յին նստվածքի առաջացումով, նպատակահարմար է ստանալ ուղղահիս տիպի փրփրային ապարատով (նկ.3.8):

Ուղղահիս տիպի փրփրային ապարատի աշխատանքի սկզբունքը:

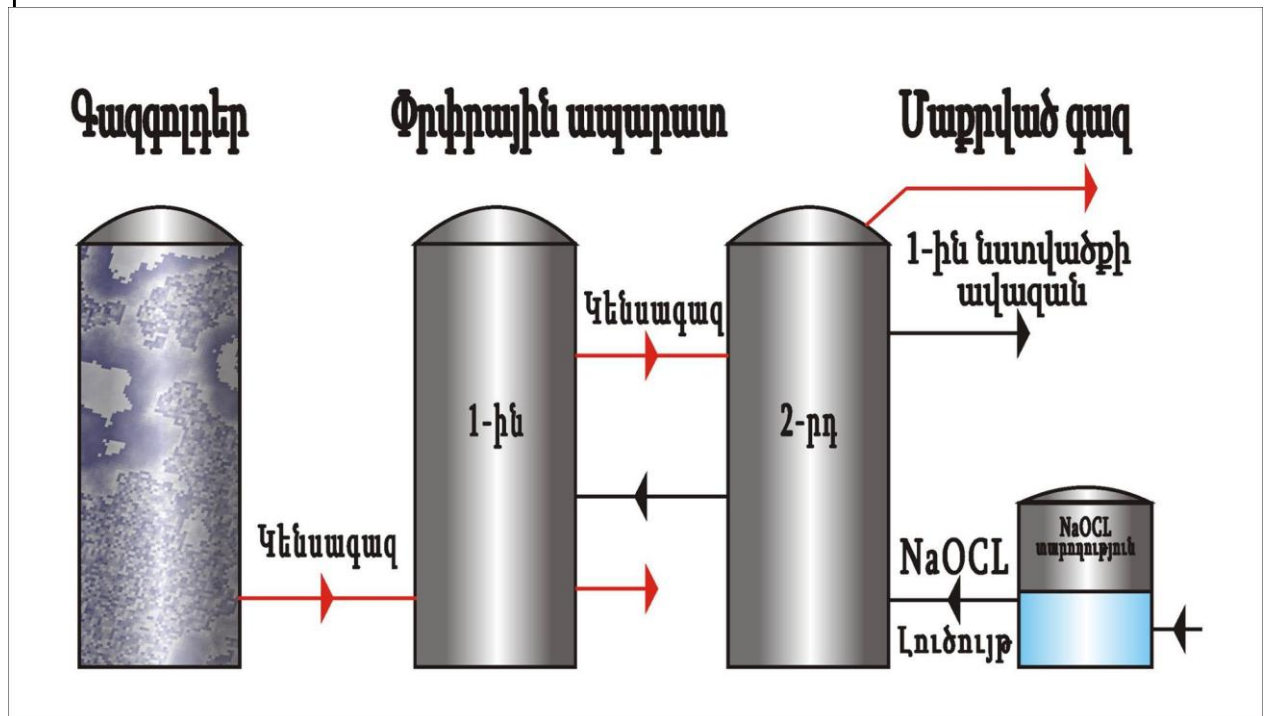
Նկ. 3.8-ում բերված է ուղղահիս տիպի փրփրային ապարատի սխեման:



Կենսազազը ծծմբաջրածնից առավել լավ մաքրելու համար վերցվում է միևնույն պարամետրերի փրփրային երկու ապարատ:

Կենսազազը 0,5-1,5 մ/վ արագությամբ տրվում է առաջին ապարատի դիֆուզորի (2) մեջ, որի վերնամասում դրված է ստորին ցանցը (3): Նատրիումի հիպոքլորիդի արդեն աշխատած լուծույթը երկրորդ ապարատից տրվում է առաջինին խողովակով (5) մինչև ստորին ցանցի վերնամասը: Ներմուծվող գազի և լուծույթի փոխազդեցության շնորհիվ ստորին ցանցի վրա առաջանում է փրփուրի շերտ: Ստորին ցանցին շարունակաբար մատուցվող նատրիումի հիպոքլորիդի լուծույթը փրփուրի տրոփումով անցնում է հաջորդ ցանցերը, որոնց վրա ևս գոյանում են փրփուրի շերտեր: Ի վերջո, գազը և փրփրած լուծույթը, անցնելով վերջին ցանցով դուրս են գալիս ապարատի վերնամասի կոնֆուզորի մեջ: Այստեղ, շնորհիվ ճնշման անկման, տեղի է ունենում փրփուրի քայքայում՝ առաջացնելով ծծմբի, աղի ու ջրի կոլոիդ լուծույթ, որը կցափողով (6) հեռանում է դեպի նստեցման ավազան, իսկ ծծմբաջրածնից մասնակիորեն մաքրված կենսազազը հեռանում է ապարատի գլանական կցափողով (4) դեպի երկրորդ ապարատը, որի մեջ կրկին մաքրվելուց հետո տրվում է օգտագոծման [50,56,59,77,80]:

Նկար 3.9-ում բերված է կենսազազի H_2S -ից մաքրման տեխնոլոգիական սխեման:



Նկ. 3.9 Կենսազազի H_2S -ից մաքրման տեխնոլոգիական սխեման

Փրփուրով լցված դարակների առկայության շնորհիվ ցանցերի և ապարատի պատերի վրա ծծումբի նստվածք չի գոյանում, քանի որ ապարատն օժտված է գազի արագության փոփոխման լայն տիրույթով [16,37,44]:

Փրփրային ապարատի հիդրավլիկական ռեժիմի պահանջները պայմանավորված են փրփուրի դեպի վեր շարժվող հոսանքում առավել զարգացած մակերևույթի ստեղծման անհրաժեշտությամբ, որն ապահովում է գազի և լուծույթի փոխազդեցության առավելագույն հնարավորություն:

Փրփրային ապարատի աշխատանքին ռեժիմի փոփոխության պայմաններում իրականացված փորձնական հետազոտություններով պարզվել է, որ գազի արագության մեծացումն ուղեկցվում է փրփրային շերտի բարձրության մեծացմամբ, որն իր հերթին նպաստում է աբսորբցիայի աստիճանի բարձրացման: Սույն հանգամանքը բացատրվում է երկֆազ հոսանքում մեծ մրկայնության գոյացմամբ:

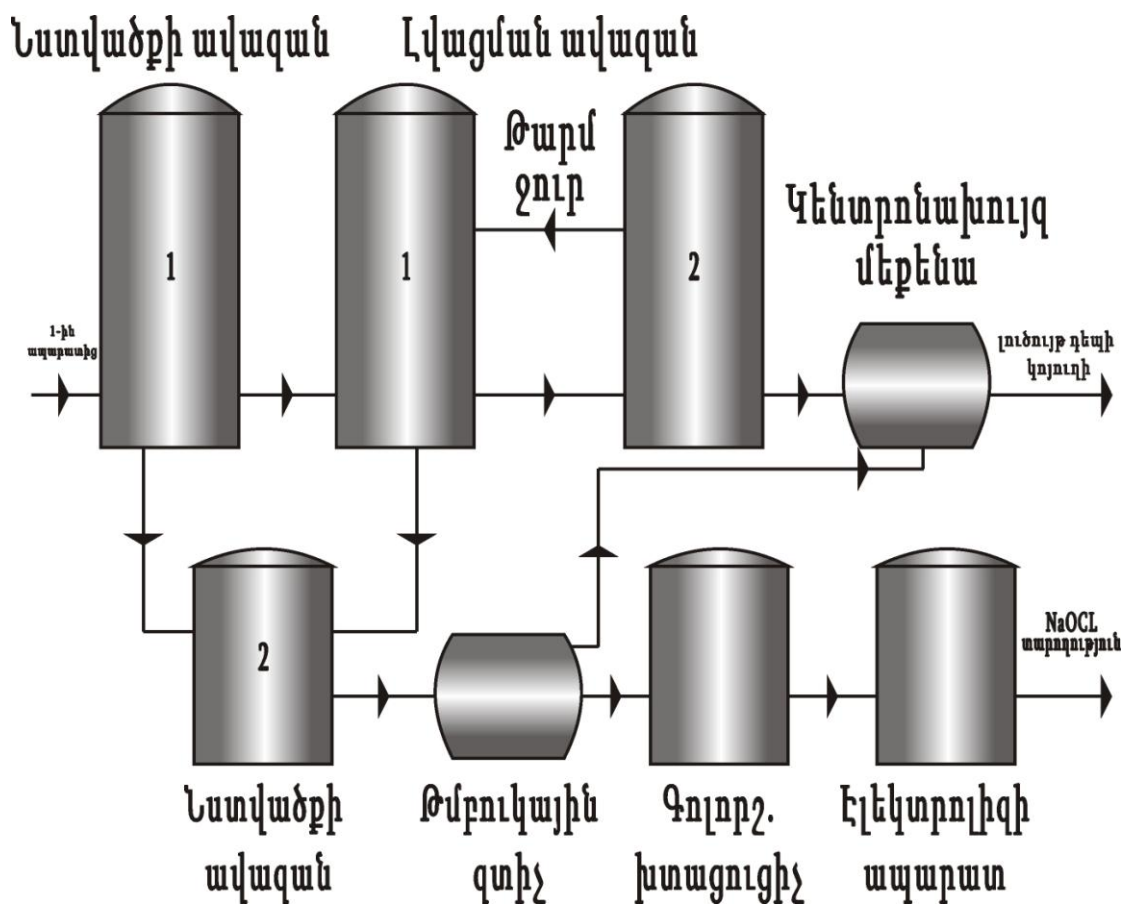
Փրփուրի շերտի բարձրությունը, որը հանդիսանում է ապարատի աշխատանքի արդյունավետության հիմնական ցուցանիշը, կախված է նաև տրվող լուծույթի ռոռզման խտությունից, այսինքն, փրփրային ռեժիմի ստեղծման համար անհրաժեշտ է լուծույթի ռոռզման որոշակի խտություն: Ցանցի մակերեսին տրվող լուծույթի մի մասը ցանցի անցքերով արտահոսում է ցած, իսկ մյուս մասը մղվում է գազի միջոցով և գրեթե հավասարաչափ բաշխվում ցանցի վրա ու, գազի հետ փոխազդեցության մեջ մտնելով, գոյացնում փրփուրի շերտ [27,36,70,78]:

Որպեսզի կեսնագազի մաքրման գործընթացում առաջացող նյութերը վերամշակման ենթարկվեն, մասնավորապես նատրիումի քլորիդի լուծույթից վերստին նատրիումի հիպոքլորիդ ստացվի, ինչպես նաև կոլոիդ լուծույթից ծծումբը կորզվի առավելագույն քանակով, մշակվել է նկ. 3.10 բերված է ապրանքային ծծումբի անջատման տեխնոլոգիական սխեմա:

Առաջին ապարատից կոլոիդ լուծույթը տրվում է առաջին նստեցման ավազանը (պարզարան), որտեղից նստվածք խառնուրդը տրվում է առաջին լվացման ավազանը, իսկ աղաջրի լուծույթը, որի մեջ կա ծծմբի որոշ քանակություն, ուղղվում է դեպի երկրորդ նստեցման ավազան:

Առաջին լվացման ավազանից նստվածքը տրվում է երկրորդ լվացման ավազան, որտեղ տրվում է թարմ ջուր: Այստեղից նստվածքն ուղղվում է կենտրոնախույս մեքենայի մեջ, որում տեղի է ունենում ծծմբի անջատում լուծույթից:

Երկրորդ նստեցման ավազանից լուծույթը տրվում է թմբուկային զտիչ, որում դարձյալ անջատվում է ծծումբ, իսկ նատրիումի քլորիդի լուծույթն անցնում է շոգեհարում, որից հետո ենթարկվում է էլեկտրոլիզի, որի արդյունքում ստացված նատրիումի հիպոքլորիդը տրվում է դրա ավազանը:



Նկ. 3.10 Ապրանքային ծծումբի անջատման տեխնոլոգիական սխեման

Այսպիսով, ուղղահոս տիպի փրփրային ապարատով կենսազագի խեմսորբցիան նատրիումի հիպոքլորիդի լուծույթով թույլ է տալիս մաքրել կենսազազը ծծմբաջրածնից, ստանալ ապրանքային ծծումբ, իսկ առաջացած նատրիումի քլորիդի լուծույթն օգտագործել նատրիումի հիպոքլորիդ ստանալու համար, այսինքն, ստեղծել հեշտ իրագործելի անթափոն տեխնոլոգիա:

Եզրակացություններ

1. Մուտքանյութի համասեռացումը նպատակահարմար է կատարել խառնիչի կարգավորվող արտադրողականության ավտոմատ գործողության հիդրոշարժիչով, որպեսզի հնարավոր լինի մուտքանյութի ավազանի ողջ զանգվածը պտտական շարժումով դնել խառնման մեջ:
2. Հիդրավլիկական փականքի տեղադրումը ռեակտորի ստորին մասում հնարավորություն է տալիս թարմ ջրով լիցքավորումը կատարել ջրմուղի ճնշումով՝ հրաժարվելով պոմպի կիրառությունից և բացառելով գազի հոսակորուստները լիցքավորման գործընթացում:
3. Ռեակտորի լցքավորման համակարգի երկմեքենայական տարբերակը էականորեն նվազեցնում է պոմպի ներծծման խողովակի խցանման հավանականությունը և հնարավորություն ստեղծում խուսափել հեղուկ կենսազանգվածի շարժման անընդհատության խզումներից:
4. Նատրիումի հիպոքլորիդի լուծույթով կենսագազից ծծմբաջրածնի խեմսորբցիոն մաքրման մեր կողմից առաջարկվող տեխնոլոգիան հուսալի է և պարզ, այն հնարավորություն է տալիս ստանալ ապրանքային նյութ՝ ծծումբ, և հանդիսանում է անթափոն եղանակ:

ԳԼՈՒԽ 4. ԿԵՆՍԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ՏԵՂԱՓՈԽՄԱՆ ՀԻԴՐԱՎԼԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԸ, ԵԼՔԱՆՅՈՒԹԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՈՐՊԵՍ ՊԱՐԱՐՏԱՆՅՈՒԹ

4.1. Կենսազանգվածի խողովակաշարային տեղափոխման համակարգի հիդրավլիկական հաշվարկը

Այն դեպքում, երբ անասնապահական խոշոր ֆերման ունի կենսազազի սեփական գործարանը, ապա անասնաղբը և ֆերմայի կոյուղաջրերը կարելի է հավաքել կենտրոնական մեկ աղբամբարի մեջ, բերել անաերոբ խմորման համար անհրաժեշտ խոնավության ու խողովակային տրանսպորտով տեղափոխել մինչև մուտքանյութի ավազան: Իսկ եթե երկրաբանական պայմանները հնարավորություն են տալիս ռեակտորը տեղադրել անմիջապես կենտրոնական աղբամբարի հարևանությամբ, ապա աղբամբարը կարելի է կահավորել խառնիչով և ծառայացնել այն նաև ուպես մուտքանյութի ավազան:

Նախ քննարկենք այն դեպքը, երբ ռեակտորը գտնվում է կենտրոնական աղբամբարից հեռու և վերջինս գտնվում է մուտքանյութի ավազանից ավելի բարձր դիրքում: Թող հեղուկ կենսազանգվածի մակարդակների տարբերությունը աղբամբարի և մուտքանյութի ավազանների միջև լինի H_0 և այն լինի դրական այդ մակարդակների հնարավոր բոլոր փոփոխության պայմաններում: Միանգամայն ակնհայտ է, որ այդ դեպքում կենսազանգվածի տեղափոխումը հնարավոր կլինի իրականացնել ճնշումային ինքնահոս (գրավիտացիայի) ռեժիմով: Ընդունենք նաև, որ կենսազանգվածի շարժման ինքնահոս ռեժիմի դեպքում թողարկվող նվազագույն ելքը ժամանակի առումով բավարարում է տեղափոխման գործընթացին:

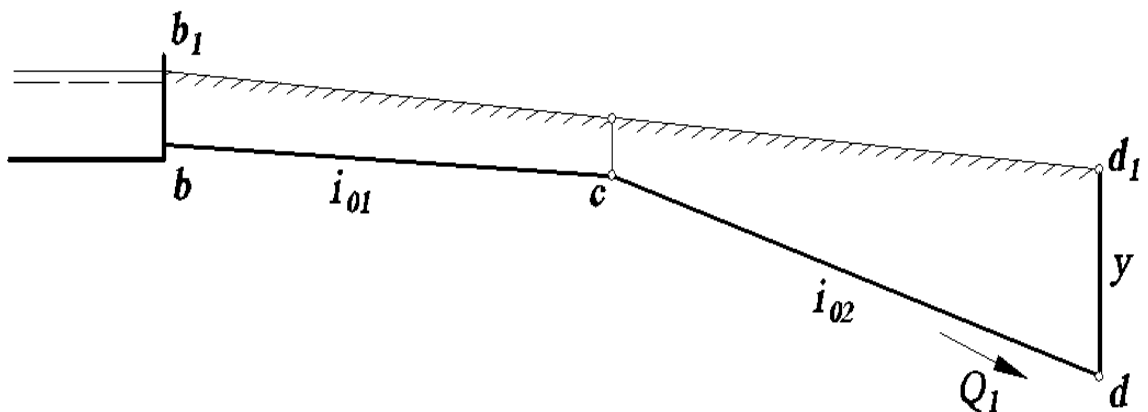
Հեղուկ կենսազանգվածի խողովակային տեղափոխման հիդրավլիկական հաշվարկը կատարում են ինչպես ջրի դեպքում, կենսազանգվածի խտությունն ընդունելով հավասար ջրի խտությանը:

Եթե տարածքը չունի միապաղաղ թեքություն, ապա շատ կարևոր է ապագա խողովակաշարի ընթացագծի ընտրությունը: Նախ այն պետք է լինի հնարավորինս կարճ և չունենա վառ արտահայտված սիֆոնային (բարձրադիր) տեղամասեր: Այս պայմանը

կարևոր է, քանի որ խողովակաշարում անաէրոբ պայմաններ են և տուրբուլենտ խառնման հետևանքով տեղի է ունենում կենսազանգվածի բնական խմորման գործընթաց: Կենսազանգվածից անջատվող գազը կարող է խցանել խողովակաշարի սիֆոնային տեղամասի գագաթի կտրվածքը:

Որոշ դեպքերում խողովակաշարի ընթացագծի ոչ ճիշտ ընտրության հետևանքով դրանում առաջանում է շարժման խառն ռեժիմ (ճնշումային և ոչ ճնշումային): Այս պարագայում շարժման ճնշումային ռեժիմից ոչ ճնշումայինի անցումը կատարվում է հիդրավլիկական թռիչքի երևույթի առաջացումով, որի հետևանքով փոքրանում է խողովակաշարի թողունակությունը, մեծանում է ներգիայի կորուստը: Այն դեպքում, երբ սիֆոնային տեղամասի գագաթում բացարձակ ճնշումը դառնում է փոքր հագեցած գոլորշիների ճնշումից, տեղի է ունենում հեղուկի հոսանքի անընդհատության խզում, որի արդյունքում ելքը խստորեն նվազում է, հեղուկի հոսանքում ի հայտ են գալիս առաձգական տատանումներ[31,38,66]:

Գործնականում նկարագրված երևույթները կարող են ի հայտ գալ, երբ հաստատուն տրամագծի գրավիտացիոն խողովակաշարի սկզբնամասի (ավազանին կից) փոքր թեքություն (i_{01}) ունեցող տեղամասին հաջորդում է մեծ թեքության (i_{02}) տեղամաս (նկ. 4.1):



Նկ. 4.1. Խողովակաշարի այեզոմետրական գիծը, երբ c կտրվածքում ավելցուկային ճնշումը դրական է

Եթե տեղամասերը գործեն միմյանցից անկախ, այսինքն յուրաքանչյուր տեղամասի ճնշումը լինի հավասար խողովակի ծայրակետերի նիշերի տարբերությանը, ապա

դրանցում հաստատվող ելքերը համապատասխանաբար կլինեն՝

$$Q_{01} = K\sqrt{i_{01}}; Q_{02} = K\sqrt{i_{02}}, \quad (4.1)$$

որտեղ K -ն խողովակի թողունակությունն է: Սա նշանակում է, որ տվյալ խողովակի սեփական յուրաքանչյուր թեքությանը համապատասխանում է խիստ որոշակի ելք, որի մեծությունը որոշվում է (4.1) բանաձևով:

(4.1) բանաձևերից հետևում է, որ խողովակաշարի անկախ աշխատող տեղամասերում հաստատվող ելքերը (Q_{01} ; Q_{02}) ուղիղ համեմատական են դրանց երկրաչափական թեքության $1/2$ աստիճանին, այսինքն՝

$$\frac{Q_{01}}{Q_{02}} = \frac{\sqrt{i_{01}}}{\sqrt{i_{02}}}: \quad (4.2)$$

Քանի որ $i_{01} < i_{02}$, ապա $Q_{01} < Q_{02}$:

Այժմ տեսնենք, թե ինչպես կփոխվեն Q_{01} , Q_{02} ելքերը, երբ խողովակաշարի տեղամասերը գործում են համատեղ:

Քննարկենք նկ. 4.1-ում պատկերված համակարգում հաստատվող հիդրավիկական ռեժիմը: Կախված այն բանից, թե ուղղաձիգ հարթության մեջ խողովակաշարի թեքության փոփոխության c կետում ավելցուկային ինչ H_c ճնշում է ստեղծվում: Հնարավոր է հետևյալ երեք դեպքերին համապատասխանող հիդրավիկական ռեժիմներ:

Եթե $H_c > 0$, ապա խողովակաշարի ողջ երկարության վրա շարժումը ճնշումային է, և համակարգում (bc և cd տեղամասերում) հաստատվում է առավելագույն ելք, որի մեծությունը որոշվում է ըստ Շեզիի հայտնի բանաձևի՝

$$Q_0 = \sqrt{\frac{H_0}{S_1 + S_2}}, \quad (4.3)$$

որտեղ $S_1 = L_1 / K^2$ և $S_2 = L_2 / K^2$ համապատասխանաբար խողովակաշարի bc և cd տեղամասերի հիդրավիկական դիմադրություններն են, H_0 -ն ստատիկական ճնշումն է:

Ակնհայտ է, որ հաստատված հիդրավիկական ռեժիմը բնութագրվում է bd պլեզոմետրական ուղիղ գծով (նկ. 4.1): Քանի որ խողովակաշարի bc տեղամասի թե-

քությունը փոքր է պէզոմետրական գծի թեքութիւնից՝ i_p , իսկ CD տեղամասինը՝ մեծ, այսինքն, $i_{01} < i_p$ և $i_{02} > i_p$, ապա՝

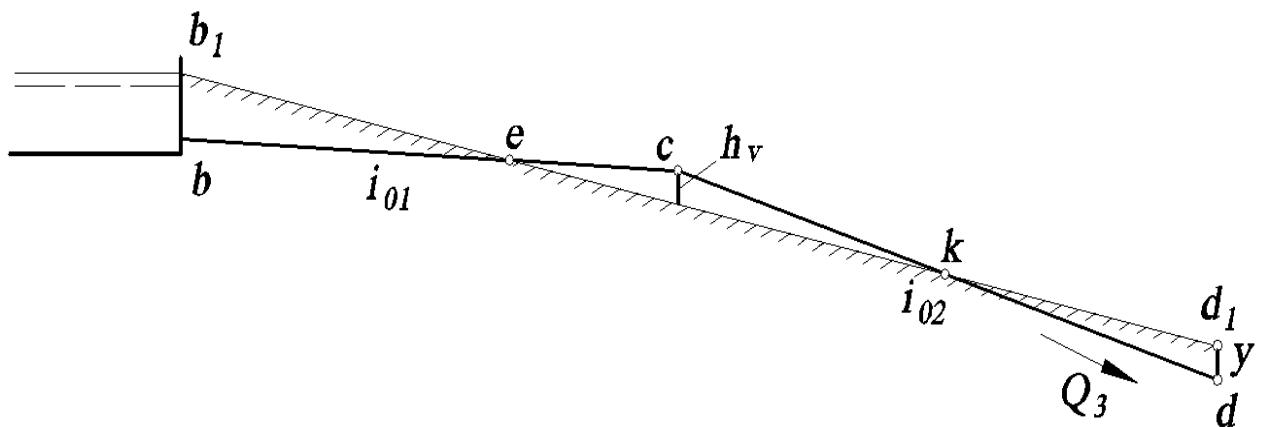
$$Q_{01} < Q_0, Q_{02} > Q_0 :$$

Ստացվեց, որ խողովակաշարի փոքր թեքության bc տեղամասի ելքը մեծանում է, իսկ մեծ թեքության cd -ինը՝ փոքրանում է տեղամասերի անկախ գործարկման համապատասխան ելքերից:

Եթե $H_C = 0$, ապա խողովակաշարի cd տեղամասի ողջ եկարության վրա բացարձակ ճնշումը հավասար է մթնոլորտայինի և համակարգով թողարկվող ելքը դարձյալ Q_0 է: Այս դեպքը խողովակաշարի cd տեղամասում շարժման ճնշումային ռեժիմի գոյության սահմանն է:

Շարժման ճնշումային ռեժիմի սահմանային վիճակն անկայուն է: Հեղուկի հոսանքի վրա ազդող ցանկացած գրգիռ cd տեղամասում շարժման ճնշումային ռեժիմը կարող է դարձնել ոչ ճնշումային:

Առավել գործնական, լեռնային տեղանքին բնորոշ ու հաճախ հանդիպող, դեպքը խողովակաշարի c կտրվածքում բացասական ավելցուկային ճնշման (վակուում) առաջացման դեպքն է՝ $H_C < 0$ (նկ. 4.2):



Նկ. 4.2. Խողովակաշարի պլեզոմետրական գիծը, երբ c կտրվածքում ավելցուկային ճնշումը բացասական է

Եթե c կտրվածքում բացարձակ ճնշումը՝ $p_C > p_1$, որտեղ p_1 -ը հեղուկ միջավայրի հագեցած գոյորշինների հնարավոր ամենամեծ ճնշումն է, ապա հեղուկի հոսանքի ան-

ընդհատության խզում այդ կտրվածքում տեղի չունի և ջրատարն աշխատում է հաշվային ելքով:

Նկատենք, որ հեղուկ միջավայրում ճնշման իջեցման սահմանը հագեցած գոլորշիների ճնշման մեծությունն է՝ $p_{\min} = p_1$:

Երբ $p_c \leq p_1$, ապա c կտրվածքում առաջանում է հոսանքի անընդհատության խզում, որի արդյունքում ելքը նկատելիորեն պակասում է, քանի որ խողովակաշարի eck տեղամասում առաջանում է ոչ ճնշումային շարժում, ընդ որում տեղամասի ողջ երկարության վրա գոյանում է ազատ մակերևույթ և համակարգով թողարկվող ելքը պայմանավորվում է bk տեղամասի հիդրավլիկական դիմադրությամբ՝ S_{bk} և k կտրվածքի ճնշմամբ՝ H_k , այսինքն՝

$$Q = \sqrt{\frac{H_k}{S_{bk}}}: \quad (4.4)$$

Տեսական այս ուսումնասիրությունները վերաբերվում են պարզ խողովակաշարին, երբ վերջինիս ստորին կտրվածքում չկա դիմհարող կառուցվածք (ավազան) կամ դրոսելավորող օրգան (փական): Վերջիններիս առկայության պարագայում տեղամասում ի հայտ է գալիս հիդրավլիկական խառն (ոչ ճնշումային և ճնշումային) ռեժիմ [4,33]:

Համակարգում հաստատվող հիդրավլիկական ռեժիմն ակնհայտորեն կախված է փականի բացվածության աստիճանից: Գլխամասից վերցվող առավելագույն ելքի մեծությունը որոշվում է c կտրվածքում առաջացող ճնշման նվազագույն (հագեցած գոլորշիների ճնշում) լինելու պայմանից: Քանի որ նվազագույն ճնշման մեծությունը կախված է հեղուկի ջերմաստիճանից, ապա հաշվարկներ կատարելիս պետք է վերցնել այն նվազագույն ճնշումը, որը համապատասխանում է տվյալ համակարգում հեղուկի հնարավոր ամենաբարձր ջերմաստիճանի հագեցած գոլորշիներին: Այս պայմաններում գլխամասից վերցվող առավելագույն ելքը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Q_{\max} = \sqrt{\frac{H_C}{S_{bc}}}, \quad H_C = z_C + \frac{p_{at} - p_1}{\rho g} \quad (4.5)$$

որտեղ p_{at} - գլխամասի տեղանքի մթնոլորտային ճնշումն է:

խողովակաշարի շահագործումը պետք է կատարել առավելագույն ելքից (5-10)% պակաս ելքով, որպեսզի c կտրվածքում բացառվի հեղուկի հոսանքի անընդհատության խզումը:

Բարդ խողովակաշարի ճյուղերով թողարկվող ելքերի ցանկացած փոփոխությունը, կապված ելքը կարգավորող օրգանների բացվածության աստիճանների փոփոխության հետ, ուղեկցվում է համակարգում հիդրավլիկական ռեժիմի փոփոխությամբ: Ակնհայտ է, որ մայրուղի խողովակաշարի c կտրվածքում հեղուկի հոսանքի անընդհատության խզման առաջացման պատճառ կարող է լինել միայն ճյուղերով թողարկվող ելքի մեծացումը [9,32,35]:

Մայրուղի խողովակաշարում հոսանքի անընդհատության խզման պատճառ կարող է հանդիսանալ խողովակաշարի ընթացագծի ցածրադիր կետից ջրառը, քանի որ այդ դեպքում գլխամաս-ջրառի կետ հատվածում ելքը նկատելիորեն կարող է ավելանալ, որի արդյունքում էներգիայի կորուստը այդ հատվածում մեծանում է և փոքրացնում C կտրվածքի բացարձակ ճնշումը:

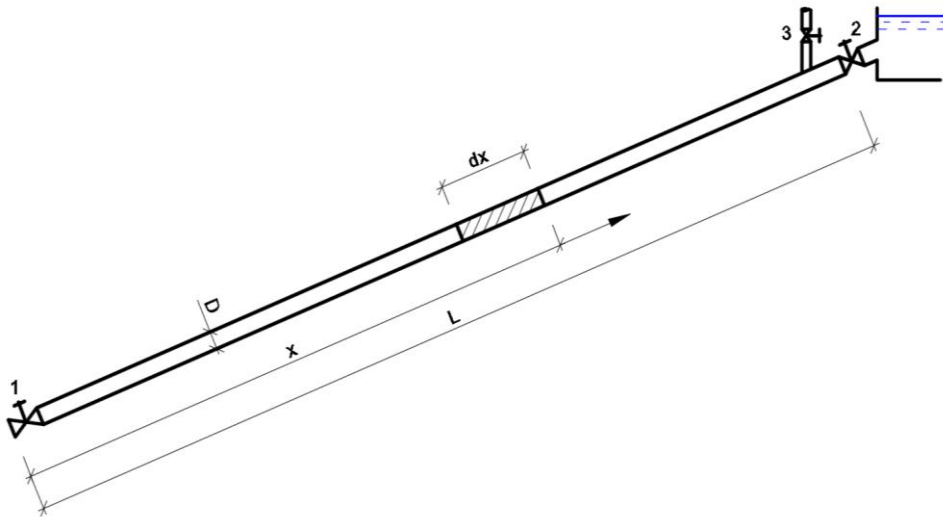
Այն դեպքում, երբ հաշվային ելքը թողարկելիս խողովակաշարի c կտրվածքում (նկ.4.2), առաջանում է հագեցած գոլորշիների ճնշմանը մոտ ճնշում, կարելի է խողովակաշարի մեծ թեքության տեղամասի ճնշումային ռեժիմով աշխատող հատվածի վրա տեղադրել դիաֆրագմա, այն հաշվով, որպեսզի c կտրվածքում բացարձակ ճնշումը լինի մոտ մթնոլորտային ճնշմանը:

Թեքության փոփոխության c կտրվածքում բացարձակ ճնշման մեծացման նպատակով նպատակահարմար է փոքր թեքության խողովակի հատվածի որոշ երկարության վրա տրամագծի մեծացումը [7,10]:

Կենսագազի գործարանները կենսազանգվածի տեղափոխումն իրականացնում են մեծ մասամբ ավտոմոբիլային տրանսպորտով, քանի որ անասնապահական ֆերմաները գտնվում են գործարանից տասնյակ կիլոմետր հեռավորությունների վրա: Երբեմն խոշոր անասնապահական ֆերման իր կամ մոտ տարածքում կառուցում է կենսագազի սեփական գործարանը, թափոնների վերամշակման և բնապահպանական նորմերի ապահովման համար [11,15]:

Քանի որ խողովակաշարային համակարգում երկֆազ հեղուկը (ջուր, պինդ նյութ) տեղափոխվում է հակառակ ուղղություններով, ապա դեռևս չմշակված և արդեն մշակված նյութերի միմյանց հետ խառնումը բացառելու համար անհրաժեշտ է լինում պարբերաբար դատարկել խողովակաշարը: Գործարանի տեխնոլոգիական գործընթացների ճիշտ և ժամանակին կազմակերպման նկատառումով կարիք է զգացվում գնահատել խողովակաշարի կողատեսքի (պրոֆիլ) զանազան դեպքերի համար դատարկման ժամանակամիջոցի մեծությունը [9,31]:

Դիտարկենք միապաղաղ i_0 թեքություն, ծայրակետերի նիշերի տարբերությունը H_0 , L երկարություն և ըստ երկարության հաստատուն D տրամագիծ ունեցող խողովակ, ինչպես պատկերված է նկ.4.3-ում, որի ստորին ծայրում տեղադրված է նույն տրամագծի հարթ փական:



Նկ. 4.3 Մայրուղի խողովակաշարի գծապատկերը

Ընդունենք, որ ժամանակի $t=0$ պահին փական 2-ը փակ է, իսկ փական 1-ն ակնթարթորեն բացվում է: Այս պայմաններում ծանրության ուժի ազդեցության տակ կսկսվի հեղուկ կենսազանգվածի ոչ ստացիոնար շարժում, քանի որ օդատրման 3 սարքից օդը մուտք է գործում խողովակի մեջ և հեղուկի սյան վերևի ճակատին ստեղծում մթնոլորտային ճնշում (նկ. 4.3):

Ակնհայտ է, որ կունենանք՝

$$\text{սկզբնական} \quad t = 0, \quad x = L, \quad V = 0 \quad (4.6)$$

$$\text{սահմանային} \quad x = 0, \quad t = T \quad (4.7)$$

պայմանները, որտեղ V -ն հեղուկի շարժման արագությունն է, T -ն խողովակաշարի դա- տարկման ժամանակամիջոցը:

Հեղուկի շարժման ընդհանուր դեպքում արագությունը կախված է x և t փոփոխականներից, այսինքն $V = f(x, t)$: Եթե հեղուկը դիտարկենք անսեղմելի, ապա ժամանակի ցանկացած պահին հեղուկի սյան բոլոր կտրվածքներում միջին արագու- թյունը կլինի նույնը: Հետևաբար արագությունը կախված կլինի միմիայն ժամանակից՝ $V = f(t)$:

Այդ ֆունկցիան որոշելու համար օգտվենք անսեղմելի հեղուկի ոչ ստացիոնար շարժման դիֆերենցիալ հավասարումից, որը ժամանակի ընթացիկ $t > 0$ պահի համար կունենա հետևյալ տեսքը՝

$$i_0 x + \frac{p_0}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} = \frac{p_0}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + \lambda \frac{x}{D} \frac{V^2}{2g} + \frac{x}{g} \frac{dV}{dt}, \quad (4.8)$$

որտեղից՝

$$i_0 g = \frac{\lambda}{2D} V^2 + \frac{dV}{dt}, \quad (4.9)$$

որտեղ $i_0 = H_0 / L$ խողովակաշարի թեքությունն է:

$t = 0$, $V = 0$ պայմանի համար (4.9) հավասարման լուծմանը որոշվում է $v(t)$ ֆունկցիան հետևյալ տեսքով՝

$$V = V_0 \frac{e^{2V_0 m t} - 1}{e^{2V_0 m t} + 1}: \quad (4.10)$$

Քանի որ $dx = -V(t) \cdot dt$, կստանանք՝

$$dx = -V_0 \frac{e^{2V_0 m t} - 1}{e^{2V_0 m t} + 1} dt: \quad (4.11)$$

(4.11) դիֆերենցիալ հավասարումը լուծումը $x = 0$, $t = T$ պայմանի դեպքում ստացվում է մասնագիտական գրականության [6,10,64,] մեջ հայտնի լուծման տեսքով, որը մեր նշանակումներով կլինի՝

$$T = \frac{1}{mV_0} \ln \left(e^{mL} + \sqrt{e^{2mL} - 1} \right), \quad (4.12)$$

որտեղ՝

$$V_0 = \sqrt{\frac{2gi_0 D}{\lambda}}; \quad \frac{\lambda}{2D} = m \quad (4.13)$$

Տեղադրելով (4.11)-ի առաջին նշանակման մեջ $i_0 = H_0 / L$, ստանում ենք, որ V_0 -ն ներկայացնում է H_0 ճնշմանը համապատասխանող ստացիոնար շարժման արագությունը:

Մեծ երկարության խողովակի համար $e^{\frac{\lambda L}{D}} \gg 1$: Վերադառնալով նախկին նշանակումներին, կունենանք՝

$$T = \frac{L}{V_0} \left(1 + \frac{2D}{\lambda L} \ln 2 \right): \quad (4.14)$$

$L/V_0 = T_0$ ներկայացնում է խողովակի դատարկման ժամանակամիջոցը հավասարաչափ շարժման դեպքում:

Հետևաբար, անհավասարաչափ շարժման դեպքում խողովակաշարի դատարկման ժամանակամիջոցը կլինի՝

$$T = T_0 \left(1 + \frac{2D}{\lambda L} \ln 2 \right): \quad (4.15)$$

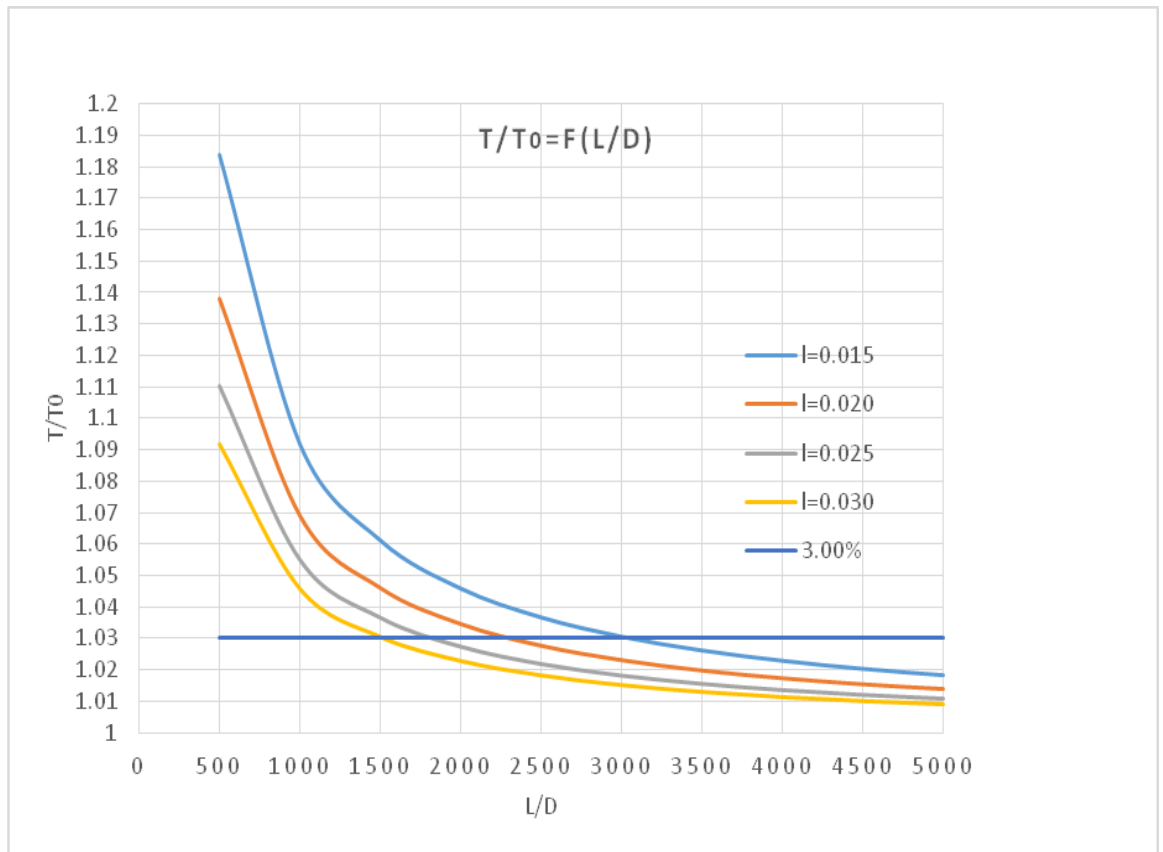
Պլաստիկ խողովակի համար, ընդունելով $\lambda = 0,02$ որոշենք L/D հարաբերության այն արժեքը, որի դեպքում անհավասարաչափ շարժումը հավասարաչափ ընդունելիս դատարկման ժամանակամիջոցի 1%-ի տարբերություն է առաջանում՝

$$\frac{T}{T_0} = 1 + \frac{2 \cdot \ln 2}{0,02} \cdot \frac{D}{L} = 1,01 \Rightarrow 0,01 \frac{L}{D} = 69 \Rightarrow \frac{L}{D} = 6900$$

Գործնական կիրառության համար խողովակաշարի հիդրավլիկական հաշվարկներում թույլատրվում է մինչև 3%-ի տարբերություն: Հետևաբար, $L/D \geq 2300$ դեպքում, խողովակի դատարկման գործընթացում հեղուկի շարժումը կարելի է դիտարկել հավասարաչափ, այսինքն փականի բացման ժամանակ առաջացող հեղուկի սյան թափառքի ընթացքում անտեսել արագության փոփոխությունը ըստ ժամանակի:

Կառուցենք $T/T_0 = f(L/D)$ կախվածության կորը շիման դիմադրության գործակցի մի քանի մեծությունների համար:

Նկ. 4.4-ի վրա տարված հորիզոնական գծի հատման կետերի աբսցիսները $T/T_0 = f(L/D)$ կախվածության կորերի հետ ներկայացնում են L/D հարաբերության այն մեծությունները, որոնցից աջ ընկած տիրույթում անհավասարաչափ շարժումը հավասարաչափ ընդունելիս սխալը չի գերազանցում 3 %-ը:



Նկ. 4.4 Հարաբերական ժամանակամիջոցի կախվածությունը խողովակի L/D հարաբերությունից շփման դիմադրության գործակցի մի քանի մեծությունների համար

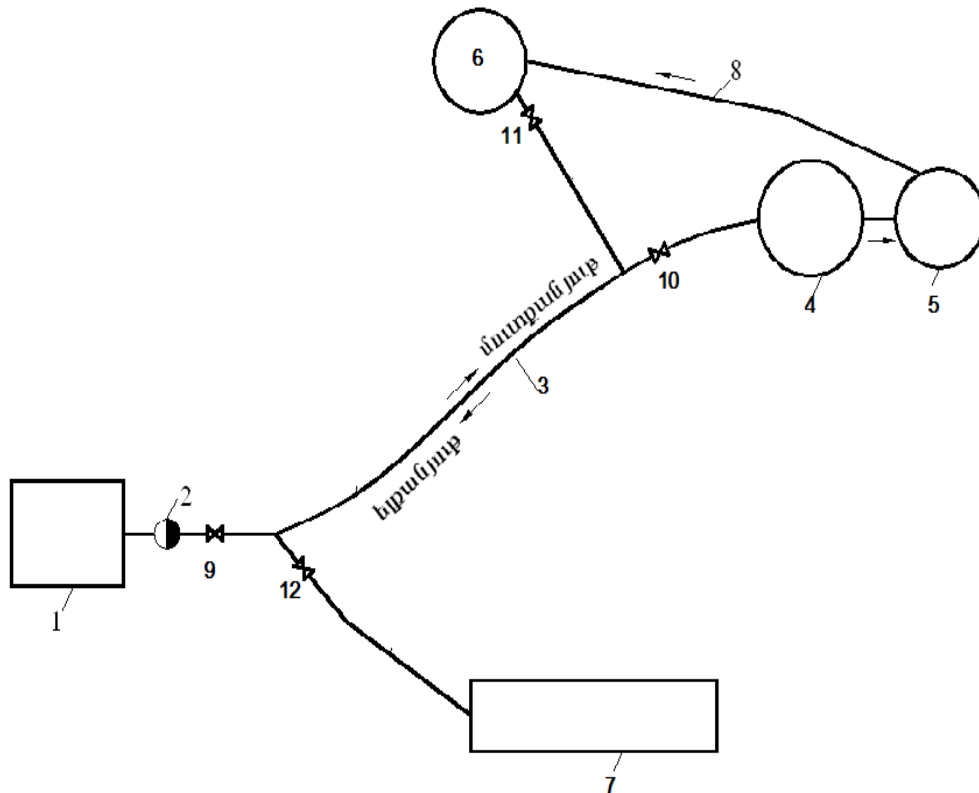
4.2. Լուսակերտի կենսագազի գործարանի կենսազանգվածի տեղափոխման հիդրավլիկական համակարգը

Լուսակերտի կենսագազի գործարանի համար մշակվել է կենսազանգվածի խողովակային տեղափոխման հիդրավլիկական համակարգ, որի գծապատկերը բերված է նկ. 4.5 –ում:

Ֆաբրիկայի թռչնանոցների վանդակների տակդիրների վրայից քերիչների միջոցով թարմ թռչնաղբը, ջրով հարստացվելուց հետո, կուտակվում է բետոնե հարթ հատակով ուղղանկյուն կտրվածքի ջրանցքի մեջ, որտեղից մեխանիկական եղանակով հեղուկ թռչնաղբը տրվում է դրական թեքություն ունեցող ստորգետնյա ուղղանկյուն աղբատարի մեջ: Աղբատարում մետաղական գծերի վրա տեղադրված ժապավենային

հրիչների օգնությամբ հեղուկ թռչնաղբը տեղափոխվում է դեպի կենտրոնական աղբամբարը, որի օգտակար ծավալը կազմում է 150 խոր. մետր:

Նախկինում կենտրոնական երկու աղբամբարից հեղուկ թռչնաղբը ավտոմոբիլային տրանսպորտով տեղափոխվում ու կուտակվում էր 3 կմ հեռավորության վրա գտնվող սարահարթի հողային ավազանների մեջ և գարշահոտություն տարածում շրջա- կա տարածքում:



Նկ. 4. 5 Լուսակերտի կենսազազի գործարանի կենսազանգվածի տեղափոխման

հիդրավլիկական համակարգի սխեման

1. կենտրոնական աղբամբար, 2. պոմպ, 3. խողովակաշար, 4. մուտքանյութի ավազան, 5. ռեակտոր, 6. ելքանյութի փակ ավազան՝ գազգոլդեր, 7. ելքանյութի կուտակման բաց ավազան, 8. գազադար խողովակ 9, 10, 11, 12 փականներ

Մեր առաջարկով կենտրոնական երկու աղբամբարից հեղուկ թռչնաղբը դրական թեքություն ունեցող խողովակով ինքնահոս եղանակով տրվում է մեկ ավազանի մեջ, որտեղից կոլեկտորի միջոցով հերթականությամբ բաշխվում է ֆաբրիկայի տա-

րաձքի հողային երեք ավազանի մեջ: Այստեղից սիֆոնային խողովակների միջոցով ավազանների պարունակությունը քանվում է 2000 խոր. մետր ծավալով բետոնե ավազանի մեջ: Հողային ավազանների մեջ մնացած զանգվածը բնական պայմաններում չորանում է և, որպես օրգանական պարարտանյութ, տեղափոխվում հողատարածք: Զրաքամումից հետո հողային ավազաններում թռչնաղբի մակերևույթի վրա առաջանում է որոշ հաստության պինդ շերտ, որի շնորհիվ էապես պակասում է գարշահոտությունը:

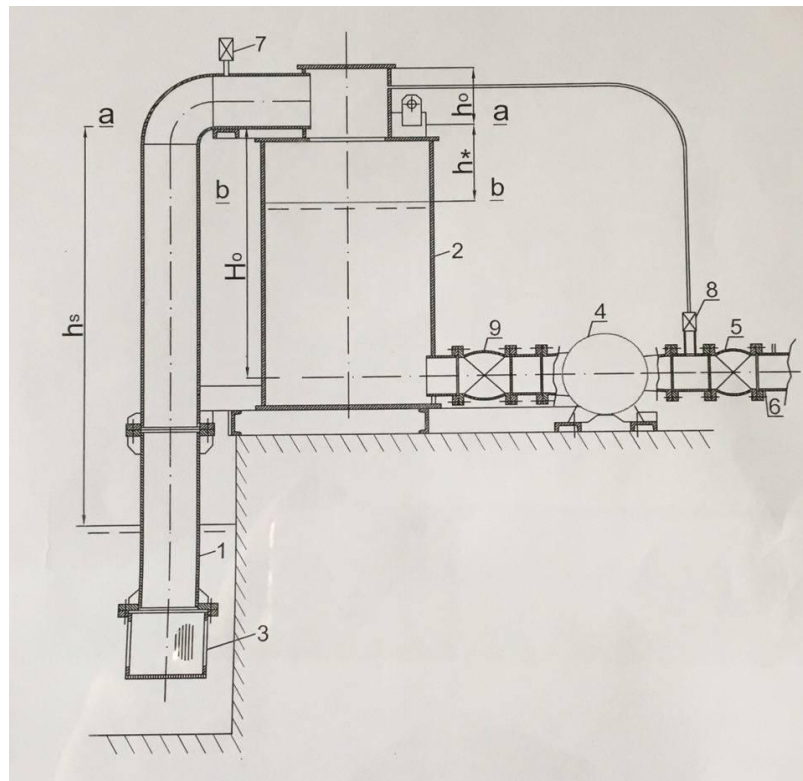
Լուսակերտի կենսագազի գործարանը օրական մշակում է 250 տ հեղուկ կենսազանգված՝ թռչնաղբ: Հետևաբար մեկ օրվա ընթացքում ռեակտորի մեջ պետք է լցվի 250 տ և ռեակտորից հանվի նույն քանակի կենսազանգված: Միանգամայն ակնհայտ է, որ կենսազանգվածի այդ քանակության տեղափոխումն ավտոմոբիլային տրանսպորտով կենտրոնական աղբամբարներից մինչև գործարան և ելքանյութի կուտակման ավազանից մինչև 1,2 կմ հեռավորության վրա գտնվող պահպանման ավազանը կապված է ֆինանսական մեծ ծախսերի հետ: Մինչդեռ տեղանքում կենսագազի գործարանի հիշատակված կառուցվածքների դասավորությունը հնարավորություն է ստեղծում մուտքանյութի և ելքանյութի տեղափոխումներն իրականացնել խողովակային տրանսպորտով:

Նոր առաջարկի հիմնական գաղափարը մայրուղային խողովակաշարի ծառայեցումն է թարմ թռչնաղբի և մշակում անցածի տեղափոխումների համար, ընդ որում, մուտքանյութինը՝ մեխանիկական մղման, իսկ ելքանյութինը՝ ճնշումային ինքնահոս եղանակով: Այդ մասին կնշվի ստորև բերվող հաշվարկի օրինակում:

Կենսազանգվածի տեղափոխման մեր կողմից իրականացված նախագծի բովանդակությունը հետևյալն է. կենտրոնական աղբամբարից (1) պոմպի (2) միջոցով կենսազանգվածը մղվում է մայրուղի խողովակաշարով (7) մուտքանյութի ավազան (3): Պոմպը գործարկումից հանելուց հետո խողովակաշարում մնացած կենսազանգվածը ինքնահոս եղանակով դատարկվում է կենտրոնական աղբամբարի մեջ՝ փականի (11) բացման միջոցով: Այնուհետև, գազի տարողության (5) մեջ կուտակված ելքանյութի մի մասը նույն խողովակաշարով ինքնահոս եղանակով դատարկվում է ելքանյութի պահ-

պանման ավազանի (6) մեջ՝ համապատասխան փականների բացման և փակման միջոցով: Նախագիծը ներառում է կենսազանգվածի տեղափոխման առկա և առաջարկվող եղանակների տեխնիկատնտեսական համեմատություն, ըստ որի առաջարկվող եղանակը տասնյակ անգամ տնտեսական արդյունավետություն է ապահովում:

Որպեսզի պոմպը աշխատի անխափան, նպատակահարմար է այն տեղադրել հեղուկ կենսազանգվածի մակարդակից ցածր նիշի վրա: Այն դեպքում, երբ այդ հնարավորությունը չկա (մղում կենտրոնական աղբամբարից) նպատակահարմար է կիրառել մեր կողմից մշակված և փորձարկված ներծծման համակարգով պոմպի օգտագործումը [8]:



Նկ. 4. 7 Ներծծման համակարգի գծապատկերը

Սույն համակարգը ներառում է վակուումային գլանական փակ տարողություն (2), պոմպ (4), պոմպի մուտքի (9) և ելքի (5) փականներ և ներծծման խողովակ (1): Գլանական տարողությունը տեղադրվում աղբամբարի պատի անմիջական հարևանությամբ, պոմպը՝ գլանական տարողության ստորին մասում և վերջինիս հետ միանում է

փականի միջոցով: Ներծծման խողովակը բաց ծայրով իջեցվում է աղբամբարի մեջ, իսկ մյուս ծայրով միանում է գլանական տարողության կոկորդային մասին: Գլանական տարողությունն առաստաղի վրա գտվող կցափողով լցվում է ջրով մինչև ներծծման խողովակի ստորին շուրթի նիշը, որից հետո լցման կցափողի փականը փակվում է: Այս գործողության ընթացքում պոմպի մուտքի փականը գտնվում է բաց դիրքում, ելքի փականը՝ փակ դիրքում, որպեսզի պոմպը լցվի:

Պոմպի գործարկումից հետո ելքի փականը դանդաղորեն բացվում է, պոմպը սնվում է փակ տարողության մեջ առկա հեղուկով, որի հետևանքով դրանում առաջանում է վակուում և հեղուկ կենսազանգվածը ներծծման խողովակով բարձրանում է ու սնում տարողությունը:

Պոմպը գործարկումից հանելուց առաջ պետք է փակել ելքի փականն ու անջատել պոմպի էլեկտրաշարժիչը: Վակուումի տարողության վերալիցքավորումը կատարվում է մղման խողովակաշարից:

Քննարկենք թարմ կենսազանգվածի տրման և մշակում անցած կենսազանգվածի հեռացման համակարգի աշխատանքի գործողությունների հերթականությունը Լուսակերտի կենսազազի գործարանի (ԼԿԳ) օրինակով:

ԼԿԳ-ի կառուցվածքների հիդրավլիկական ու երկրաչափական պարամետրերն են՝

1. մեկ օրում մշակվող թարմ կենսազանգվածի քանակը՝ 250 տ,
2. մղման խողովակաշարի երկարությունը՝ $L = 1090$ մ,
3. մուտքանյութի ավազանի բարձրությունը կենտրոնական աղբամբարից $H_0 = 17$ մ,
4. ելքանյութի գլանական ավազանի տրամագիծը՝ $D = 11$ մ,
5. ելքանյութի ավազանի բարձրությունը կուտակման ավազանից՝ $H'_0 = 21$ մ:

Մեր և դանիական Բիգոդան ֆիրմային մասնագետների փոխհամաձայությամբ որոշվել է մղման մայրուղի պլաստիկ խողովակի տրամագիծն ընտրել՝ $D = 150$ մմ: Տեղանքը հնարավորություն է տալիս խողովակի ընթացագիծն իրականացնել ըստ երկարության հաստատուն թեքությամբ՝ $i_0 = const$: Խողովակաշարը բացօթյա է 120 մ երկարության վրա, մնացած երկարության վրա թաղված: Բացօթյա տեղամասում խողովակը

տեղադրվում է փոքր բարձրության մետաղական խողովակե հենարանների վրա, որոնց հեռավորությունը միմյանցից 4 մ է և մեկուսացվում է մթնոլորտի ազդեցությունից:

Խողովակաշարի վրա յուրաքանչյուր 30 մ մեկ հավաքվում են պլաստիկ ձևավոր մասեր, խողովակի տեղամասի հնարավոր խցանումները վերացնելու համար:

Կենտրոնական աղբամբարից հեղուկ կենսազանգվածի մղման ժամանակամիջոցը ընդունենք 3 ժամ: Այդ դեպքում պոմպի արտադրողականությունը և հեղուկ կենսազանգվածի հոսանքի արագությունը խողովակում համապատասխանաբար կլինեն՝

$$Q \approx 84 \text{ մ}^3/\text{ժ} = 0,023 \text{ մ}^3/\text{վ}, \quad V_0 = Q/A = 1,3 \text{ մ/վ}:$$

Որոշենք էներգիայի կորուստը՝ h_w -ն՝

$$h_w = \lambda \frac{L}{D} \frac{V_0^2}{2g} = 0,02 \frac{1090}{0,15} \frac{1,3^2}{2 \cdot 9,81} = 12,5 \text{ մ}, \quad (4.16)$$

Էներգիայի տեղական կորուստն ընդունենք ճանապարհային կորստի 4 %-ի չափով: Ուրեմն էներգիայի գումարային կորուստը կլինի՝

$$\sum h = 1,04 \cdot 12,5 = 13 \text{ մ}:$$

Պոմպի զարգացրած ճնշումը կլինի՝

$$H = H_0 + \sum h = 17 + 13 = 30 \text{ մ}$$

Պոմպի լիսեռին եկող հզորությունը՝ N -ը կլինի՝

$$N = \rho g Q H = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,023 \cdot 30 \approx 6770 \text{ վտ} = 6,77 \text{ կվտ}, \quad (4.17)$$

H , Q պարամետրերով ընտրվում է պոմպի մակնիշը: Քանի որ պոմպն աշխատում է ագրեսիվ միջավայրում և մղվող կենսազանգվածը լիովին զերծ չէ պինդ զանգվածներից, ապա նախապատվությունը տրվում է ֆեկալային տիպի պոմպին (IPL65/155-7.8/2):

Կենսազանգվածի մղումից հետո խողովակում մնացած կենսազանգվածը պետք է վերադարձնել կենտրոնական աղբամբար, որպեսզի բացառվի թարմ կենսազանգվածի կորուստը: Դատարկման գործընթացի իրականացման համար պետք է փակել մուտքանյութի ավազանի մուտքի 2 փականը և միաժամանակ բացել աղբամբարի 1 փականն ու օդատրման 3 կափույրը (տես նկ. 4. 3):

Եթե խողովակաշարի դատարկման գործընթացում հեղուկի շարժումն ընդունենք հավասարաչափ H_0 ճնշմանը համապատասխանող արագությամբ, ապա դատարկման ժամանակամիջոցը կլինի՝

$$T_0 = \frac{L}{\sqrt{\frac{2gH_0D}{\lambda L}}} = \frac{1090}{\sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 17 \cdot 0,015}{0,02 \cdot 1090}}} \approx 719 \text{ վ} \approx 12 \text{ ր.} \quad (4.18)$$

Իրականում դատարկման գործընթացում հեղուկի շարժումը անհավասարաչափ է, քանի որ այն սկսվում է դադարի վիճակից: Այս դեպքում դատարկման ժամանակա միջոցը ըստ (4.1փ) բանաձևի կլինի՝

$$T = 719 \left(1 + \frac{2 \cdot 0,15 \cdot \ln 2}{0,02 \cdot 1090} \right) = 719 \cdot 1,01 = 726 \text{ վ}, \quad \left(\frac{L}{D} = \frac{1090}{0,15} \approx 7260 \right)$$

Ստացվեց, որ մայրուղի խողովակաշարի դատարկման գործընթացում հեղուկի շարժումը հավասարաչափ ընդունելիս առաջանում է 1%-ի տարբերություն, որը գործնական հաշվարկներում միանգամայն ընդունելի է:

Որոշենք ելքանյութի ավազանից դեպի պահպանման ավազան 1 օրվա չափաբաժնով (250 մ^3) ելքանյութի դատարկման ժամանակամիջոցը:

Ռեակտորից օրական հանվող ելքանյութի կուտակումից կենսագազի տարողու- թյան մեջ առաջացող հեղուկ զանգվածի մակարդակի բարձրացումը կլինի՝

$$\Delta H = \frac{4 \cdot 250}{\pi D^2} = \frac{1000}{11^2 \pi} = 2,63 \text{ մ}, \quad (4.19)$$

Ուրեմն, խողովակաշարի դատարկումից հետո գազի տարողության մեջ օրական ΔH չափով պետք է իջեցնել կենսազանգվածի մակարդակը՝ հեղուկ կենսազանգվածն ինքնահոս եղանակով խողովակաշարով բաց թողնելու միջոցով: Լուսակերտի կենսագազի գործարանի հետհոսի խողովակաշարի երկարությունը $L_1 = 1200 \text{ մ}$ է, ստա տիկական գումարային ճնշումը $H = 26 \text{ մ}$, որից 5 մ-ը ավազանի նցվածությունն է:

Քանի որ մակարդակի իջեցման չափը մեկ կարգով փոքր է ստատիկական ճնշու- մից, ապա ճնշումը կարելի է ընդունել հաստատուն և բավարար ճշտությամբ որոշել մակարդակի իջեցման ժամանակամիջոցը՝

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \sqrt{\frac{2g H D}{\lambda L}} = 0.785 \cdot 0.15^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 9.81 \cdot 26 \cdot 0.15}{0.02 \cdot 1200}} = 0.031 \text{ մ}^3/\text{վ}, \quad (4.20)$$

$$T_0 = \frac{250}{0.031} \approx 8065 \text{ վ} = 2 \text{ Ժ } 15 \text{ ր:}$$

Որոշենք ավազանում հեղուկ կենսազանգվածի մակարդակի ΔH չափով իջեցման իրական ժամանակամիջոցը հայտնի բանաձևով [6].

$$T = \frac{2\Omega}{\mu A \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}),$$

որտեղ $\Omega = \pi D^2 / 4 \approx 95 \text{ մ}^2$ գլանական ավազանի կտրվածքի մակերեսն է, $H_1 = 26 \text{ մ}$ սկզբնական, $H_2 = H_1 - \Delta H = 26 - 2.63 = 23.37 \text{ մ}$ վերջնական մակարդակների բարձրությունն է խողովակաշարի ելքի կտրվածքից, μ - ն ելքի գործակիցը՝

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi + \lambda \frac{L}{D}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.5 + 0.02 \frac{1200}{0.15}}} = 0.079:$$

Տեղադրելով մեծությունների արժեքները, ստանում ենք՝

$$T = \frac{2 \cdot 95}{0.079 \cdot 0.018 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81}} (\sqrt{26} - \sqrt{23.37}) \approx 7986 \text{ վ} = 2 \text{ Ժ } 13 \text{ ր:}$$

Դարձյալ ստացվեց, որ ելքանյութի մեկ օրվա չափաբաժնի դատարկման գործընթացում կենսազանգվածի շարժումը կարելի է ընդունել հաստատուն ճնշման տակ:

Այսպիսով, հեղուկ կենսազանգվածի խողովակային տեղափոխման գործողությունների ժամանակամիջոցները կլինեն՝

1. մղում մեխանիկական եղանակով՝ 3 ժամ,
2. մայրուղի խողովակի դատարկում՝ 0 ժամ 12 ր,
3. մեկ օրվա չափաբաժնի դատարկում՝ 2 Ժ 15 ր:

Ստացվում է, որ կենսազանգվածի տեղափոխման բոլոր գործողությունները հնարավոր է կատարել աշխատանքային մեկ հերթափոխի ընթացքում:

4.3. Օրգանական հեղուկ պարարտանյութի տրման գրավիտացիոն եղանակը

Մշակաբույսերի վեգետացիայի ընթացքում օրգանական հեղուկ պարարտանյութի տրման համակարգի նկարագրությունը. կենսագազի գործարանում անաերոբ պայմաններում խմորում անցած կենսազանգվածը հանդիսանում է պարարտանյութ

էկոլոգիապես մաքուր գյուղատնտեսական արտադրանք ստանալու համար: Ռեակտորից հանված հեղուկ կենսազանգվածը, ենթարկվելով ջերմային մշակման, զերծ է բույսերի համար վնասատու մանրէներից, իսկ դրանում առկա մոլախոտի սերմերը զուրկ են ծլելու հատկությունից: Մասնավորապես, մշակման ենթարկված հեղուկ թռչնաղբը պարունակում է բույսերի համար սննդարար և հողի որակի բարելավման համար անհրաժեշտ բավականին մեծ քանակի ազոտ, ֆոսֆոր և կալիում [40,72,73,74]:

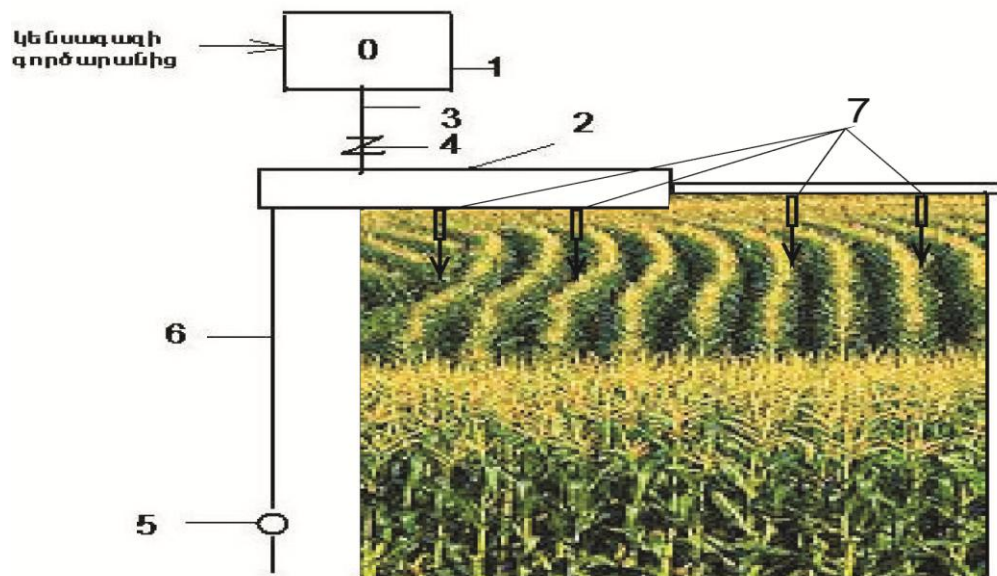
Լաբորատոր անալիզի միջոցով պարզվել է, որ անասնապահական թարմ աղբի (գոմաղբ, թռչնաղբ, խոզաղբ և այլն) սննդարար նյութերի պարունակությունն ավելի է, քան մշակում անցածներինը: Սակայն, դաշտային փորձարկումները ցույց են տվել, որ մշակում անցածի սննդարար նյութերը գրեթե ամբողջությամբ յուրացվում են մշակաբույսերի կողմից, մինչդեռ թարմինը՝ մասնակիորեն են յուրացվում [9,12,54,55]:

Ջերմային մշակում անցած թռչնաղբի, որի մեջ, մասնավորապես, զգալի է ֆոսֆորի և կալիումի պարունակությունը, որպես պարարտանյութ օգտագործումը բացի բերքատվության բարձրացմանը, նպաստում է նաև բուսահողի որակի բարելավմանը: Ըստ էության կենսազագի գործարանի ելքանյութը փոխարինում է հանքային երեք՝ ազոտական, ֆոսֆորական և կալիումական պարարտանյութերի: Օրգանական պարարտանյութի օգտագործման դեպքում գյուղատնտեսական արտադրանքի մեջ բացակայում են մարդկանց և կենդանիների առողջության համար վտանգավոր նյութերը (նիտրատներ) [12,61,67]:

Եթե նկատի ունենանք, որ մեր հանրապետություն հիմնականում ներկրվում է ազոտական պարարտանյութ, ապա հասկանալի է դառնում, որ տարիների ընթացքում միայն այդ պարարտանյութի օգտագործման դեպքում հողի որակն անպայմանորեն պետք է վատանա:

Հանքային պինդ պարարտանյութերի տրումը հողին վարից առաջ կամ հետո կատարվում է մեքենաների միջոցով կամ ձեռքով, որը մի դեպքում ծախսատար է, մյուս դեպքում պահանջում է բանվորական ուժ և ժամանակի ծախս: Մշակաբույսերի վեգետացիայի ընթացքում հանքային պարարտանյութի տրումը մեծամասամբ կատարվում է ձեռքով:

Եվրոպական երկրներում (օր. Դանիա) կենսագազի գործարանի հեղուկ ելքանյութի (89-92% խոնավություն) տրումը վարից առաջ կամ հետո իրականացվում է ճնշումային եղանակով՝ քարշակի վրա տեղադրված թմբուկի վրա հավաքված ռետինե խողովակի միջոցով (նկ. 4.7):



Նկ. 4. 8 Հեղուկ պարարտանյութի տրման քարշակային և գրավիտացիոն համակարգերը

1. հեղուկ պարարտանյութի տարողություն, 2. պոմպակայանի ճնշման ավազան, 3. մատուցող խողովակ, 4. կարգավորող փական, 5. պոմպ, 6. մղման խողովակաշար, 7- ջրառ

Դաշտի երկարությամբ քարշակի տեղափոխության ընթացքում թմբուկի վրայից ռետինե խողովակն աստիճանաբար փռվում է դաշտի վրա: Այդ ընթացքում քարշակի վրա տեղադրված մետաղական խողովակների բաշխիչ համակարգին միացված կարճ ճկուն խողովակներով հեղուկը թափվում է հողի վրա: Երբ թմբուկի վրայի խողովակի վերջին գալարը բացվում է, քարշակը կանգնում է և կատարում հետընթաց տեղափոխություն, որի ընթացքում թմբուկի ստիպողական պտտմամբ ռետինե խողովակը հավաքվում է դրա վրա: Հասկանալի է, որ մշակաբույսի վեգետացիայի ընթացքում պարարտանյութի նման ձևով տալը հնարավոր չէ:

Մեր կողմից առաջարկվում է վեգետացիայի ընթացքում հեղուկ պարարտանյութի տալու ստորև բերվող սխեման, որը պատկերված է նկ.4.8-ում: Ինչպես եվրոպական երկրներում, կենսագազի գործարանի ելքանյութի ավազանից ավտոմոբիլային տրանսպորտով հեղուկը տեղափոխվում ու կուտակվում է ոռոգելի տարածքի վերնամասում տեղադրված փակ տարողության մեջ (1):

Ոռոգման ջրի մեխանիկական եղանակով տրման դեպքում սույն տարողությունը տեղադրվում է ճնշման ավազանի (2) հարևանությամբ: (1) տարողությունից խողովակով (3), որի ծայրին տեղադրված է ելքը կարգավորող փական (4)-ը, ինքնահոս ռեժիմով հեղուկ պարարտանյութը տրվում է ճնշման ավազան մտնող ոռոգման ջրի մեջ: Շնորհիվ բուռն տուրբուլենտ խառնման, ոռոգման ջրի մեջ տեղի է ունենում հեղուկ պարարտանյութի հավասարաչափ բաշխում: Ճնշման ավազանից պարարտանյութով հարստացած ոռոգման ջուրն առուններով կամ խողովակներով տրվում է մշակաբույսերին: [53,55,57,58]:

Վեգետացիայի ընթացքում, ըստ ոռոգման նորմերի հեղուկ պարարտանյութի տրումը նկարագրված եղանակով հնարավոր է իրականացնել բույսի աճման ողջ ժամանակաշրջանում: Զուր-պարարտանյութ հարաբերությունը որոշվում է ըստ հողի որակի և մշակաբույսի տեսակի [19,22,28,29,75]:

Ակնհայտ է, որ տրման սույն եղանակը, որի դեպքում բացակայում է մեքենաների և զանազան մեխանիզմների անհրաժեշտությունը, էժան և անհամեմատ քիչ աշխատատար է:

Օրգանական պարարտանյութի տրման վերևում նկարագրված եղանակը Ա.Յա. Մարգարյանի առաջարկով փորձարկվել է Երասխավանի եգիպտացորենի 130 հա հողատարածքի վրա, որպես օրգանական պարարտանյութ օգտագործելով Լուսակերտի կենսագազի գործարանի ելքանյութը: Յուրաքանչյուր ջրման ժամանակ ոռոգման ջրին 1:14 հարաբերությամբ տրվում է հեղուկ պարարտանյութ:

Հուլիս ամսի երկրորդ տասնօրյակում պարարտացված տարածքի եգիպտացորենի ցողունի վրա կար 4-5 մանած, իսկ բույսի միջին բարձրությունը կազմում էր 2,5 մ, մինչդեռ պարարտացում չստացած բույսերինը չէր գերազանցում 1 մ-ը: Եթե նկատի ունենանք այն հանգամանքը, որ Երասխավանի հողատարածքը, ինչպես վկայեցին մասնագետները, պիտանի չէ եգիպտացորեն մշակաբույսի աճեցման համար, ապա օրգանական պարարտանյութի ազդեցությունն առավել խոսուն է:

Եվրոպական երկրներում կենսագազի գործարանից հեղուկ կենսազանգվածի տեղափոխումը հողատարածքը կատարվում է մինչև 40 տ բեռնատարողություն ունեցող հատուկ ավտոցիստեռներով: Մեր հանրապետությունում ներկայիս պայմաններում նման փոխադրամիջոցի բացակայությունն առաջարկվող եղանակի իրականացման համար դժվարություն է ներկայացնում:

Որոշ դեպքերում, երբ կենսագազի գործարանի հարևանությամբ անցնում է ոռոգման ջրի ջրատար, ապա հեղուկ պարարտանյութը կարելի է տալ անմիջապես ջրատարին, ընդ որում ճնշումային ջրատարի դեպքում մեխանիկական եղանակով, ոչ ճնշումայինի դեպքում՝ ինքնահոս: Ակնհայտ է, օրգանական պարարտանյութի նման ներմուծումը ոռոգման ջրի մեջ բերում է տրանսպորտային ծախսերի մեծ նվազեցում [63,64,65]:

Եզրակացություններ

1. Կենսազանգվածի խողովակային տեղափոխման համակարգի սիֆոնային տեղամասերում անհրաժեշտ է հաստատել դրական ավելցուկային ճնշում բնական պայմաններում խմորման հետևանքով անջատվող գազերով խողովակի խցանում չթույլատրելու նկատառումով:

2. Մուտքանյութի մատուցման ու ելքանյութի հեռացման գործընթացներն իրականացնել մեկ մայրուղային խողովակաշարով:

3. Խողովակաշարի դատարկման գործընթացում կենսազանգվածի շարժումը կարելի է ընդունել հավասարաչափ՝ սկզբնական ճնշմանը համապատասխանող արագությամբ, եթե L/D հարաբերությունը գերազանցում է $(L/D)_{սահ}$, որի մեծությունը, կախված շփման դիմադրության գործակցի արժեքից, որոշվում է նկ. 4. 4-ում բերված կախվածություններից:

4. Օրգանական հեղուկ պարարտանյութի տրման գրավիտացիոն եղանակը հնարավորություն է տալիս պարարտացման գործընթացն իրականացնել ինչպես վարից առաջ և հետո, այնպես էլ մշակաբույսերի վեգետացիայի ողջ ընթացքում:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Միատարր կենսազանգվածի՝ թռչնաղբի անաերոբ խմորման գործընթացը շարունակական է ու կայուն, գազարտադրությունը հասնում է առավելագույն մեծության, երբ մուտքանյութի խոնավությունը պահպանվում է 88-91%-ի սահմանում:

2. Մուտքանյութի ավազանի խառնիչի էլեկտրաշարժիչի փոխարինումը կարգավորվող արտադրողականությամբ հիդրոշարժիչով հնարավորություն է տալիս խառնման գործընթացը տարածել ավազանի գրեթե ողջ խորության վրա, իսկ ռեակտորի հիդրավլիկական փականքի ձևափոխությունը և միացման տեղի ընտրությունը՝ խուսափել վերալիցքավորման ժամանակ գազի կորստից և զերծ մնալ պոմպի օգտագործումից:

3. Ռեակտորի լիցքավորման համակարգի աշխատանքի հուսալիությունը բարձրացնելու և ոչ օրգանական նյութերի թափանցումը դրա մեջ հնարավորինս փոքրացնելու նպատակով առավել ձեռնտու է ներծծման համակարգի երկմեքենայական հարմարադասությունը:

4. Ուղղահոս տիպի փրփրային սարքում կենսագազի խեմոսորբցիան նատրիումի հիպոքլորիդի լուծույթով հանդիսանում է առավել արդյունավետ եղանակ կենսագազը ծծմբաջրածնից մաքրելու համար, որը հնարավորություն է տալիս ստանալ ապրանքային ծծումբ, և նատրիումի քլորիդի առաջացած լուծույթը դարձյալ օգտագործել նատրիումի հիպոքլորիդ ստանալու համար, այսինքն, ստեղծել հեշտ իրականացվող անթափոն տեխնոլոգիա:

5. Կենսագազի գործարանի հեղուկ կենսազանգվածի խողովակային տեղափոխման մշակված սխեման ապահովում է գործընթացի մոտ երկու կարգով էժանացում ավտոմոբիլային տրանսպորտի համեմատությամբ, իսկ հողին հեղուկ պարարտանյութի տրման առաջարկվող գրավիտացիոն եղանակը հնարավորություն է ստեղծում մշակաբույսերի վեգետացիայի ընթացքում անհրաժեշտ չափաբաժնով պարարտացման գործընթացի կազմակերպում:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Ամեն ինչ կլիմայի փոփոխության մասին: Կլիմայի փոփոխության տեղեկատվական թերթիկներ ՀՀ բնապահպանության նախարարություն, ՄԱԿ-ի զարգացման ծրագիր.-Ե., 2003.-,96էջ:
2. Գևորգյան Ա. Ա. Կենսագազի անհատական տեղակայանքի պարամետրների հաշվարկ// ՃՇՀԱՀ Գիտական աշխատություններ.-Ե.,-2015.-Հ III(58).- էջ 46-50:
3. Խարազյան Ռ.Ս. Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ և տեխնոլոգիաներ.-Երևան: Արևիկ, 2012. -279 էջ:
4. Հակոբյան Մ. Պ., Գևորգյան Ա. Ա. Հեղուկի հոսանքի հողմից օդային կուտակման տարման տեղական արագությունը// ՀՀ Գիտական աշխատանքների ժողովածու. Ե. ,2012.- Հ.11-12. - էջ. 23-29 :
5. Հոգատարություն կլիմայի հանդեպ (Կլիմայի փոփոխության մասին Կոնվենցիայի և Կիոտոյի արձանագրության ուղղեցույց) ՀՀ բնապահպանության Նախարարություն, ՄԱԿ-ի զարգացման ծրագիր.- Ե.,2004.-50էջ:
6. Հովսեփյան Վ. Մ. Հիդրավիկա և աէրոդինամիկայի տարրերը.- Երևան : Լույս,1988. -456 էջ :
7. Մարգարյան Ա. Յա. Պոմպերի շահագործում և պահպանում// Տոներ: - Երևան, 2005.-108 էջ:
8. Մարգարյան Ա.Յա.,Թոքմաջյան Վ.Հ., Գևորգյան Ա.Ա, Վերանյան Գ.Գ. Հեղուկի ներծծման ավտոմատ գործողության համակարգ/ՀՀ Գյուղատնտեսության Նախարարություն,Գյուղատնտեսության աջակցության հանրապետական կենտրոն/ Ագրորգիտություն. -Ե. ,2008.-N11-12. -էջ 501-504 :
9. Մարգարյան Ա. Յա. Հիդրավիկական հարված և խողովակաշարերի պաշտպանություն.- Երևան., 2010.-292 էջ :
10. Մարգարյան Ա. Յա., Գևորգյան Ա. Ա. Բարդ խողովակաշարում հիդրավիկական հաշվային ռեժիմի ապահովման մի խնդրի մասին// Տեղեկագիր ԵՃՇՊՀ.-Ե., - N6. 2012.- էջ.21-26 :

11. Մարգարյան Ա. Յա., Գևորգյան Ա. Ա. Կենսագազի գործարանի կենսազանգվածի տեղափոխման համակարգի հիդրավլիկական հաշվարկը// Տեղեկագիր ԵՃՇՊՀ-Ե.,-2013. -N2.-էջ28-33 :
12. Մարգարյան Ա. Յա., Գևորգյան Ա. Ա. Օրգանական հեղուկ պարարտանյութի տրումը հողատարածքին ու մշակաբույսերին //Տեղեկագիր ԵՃՇՊՀ. Ե.,-2014. - N1. -էջ 21-25 :
13. Մարգարյան Ս. Ե.,Մխիթարյան Մ.Վ Օրգանական թափոնների անաերոբ մշակման տեղակայանքների էկոլոգիական և կառուցվածքատեխնոլոգիական առանձնահատկությունները// Գիտական միջազգային գիտաժողովի <<Ժամանակակից խնդիրներ էկոլոգիական եւ օրգանական գյուղատնտեսության>>.-Ե.:ՀՊԱՀ, 2012-էջ.152-157 :
14. Մարության Ո. Զ., Հովսեփյան Ա. Ա. Անձի էկոլոգիական կուլտուրա .-Ե.: Արևիկ, 2005. - 367 էջ:
15. Аксенов Б., Некрасов В. Перспективы использования биогазовых энергетических установок в сельском хозяйстве. -Алмата-Ата.:1987.-32с.
16. Альперт Л. З. Основы проектирования химических установок. - М.:Высшая школа,-1989.-304с.
17. Андерсон Б. Солнечная энергия, основы строительного проектирования. - М.: Стройиздат,- 1982.- 375с.
18. Ахметханович Ш. Ю., Станиславович К. В., Греторьевич Ф.А. Оптимизация режимов работы установки для переработки птичьего помета// Научный журнал КубГАУ. -2012.-N-75(01). режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/68.pdf>.
19. Белоус Н.М. Органические и минеральные удобрения под картофель // Земледелие.- М., 1996.- № 2. –С. 18-20.
20. Биомасса как источник энергии/ Под ред. С. Соуфера, О. Заборски.-М.: Мир,-1985.-368с.
21. Благутина В.В. Биоресурсы // Химия и жизнь.- М.,-2007. - №1.- С. 36-39.
22. Бугера Б.И. Лисиенков И.Д. Культура производства картофеля в условиях

Московской области. -М.: ЦНИИ «АСУагросервис»; Всероссийский НИИ картофельного хозяйства; ВНИИСХМ.,1996. -63с.

23. Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экологические аспекты гидроэнергетики.-Л.,1984. -245с.

24. Вильданов Ф.М.,Латыпов Ф. Н.,Чанышев Р.Р.,Николаева С.В. Башкирский/ Успехи развития мировой биогазовой индустрии Химический журнал.- 2011.-Т.18,N1./-режим доступа:cyber/enin.ka.ru)cyberleninka.ru/article/n/uspeh-razvitiya-mirovoy-biogazovoy-industrii.

25. Геворкян А.А. Использование биоресурсов в настоящее время//Известия ЕГУАС.-.- Ер. ,2010.- N5.-с.56-60.

26. Гидроэнергетика и окружающая среда/Под ред. Ю. А. Ландау, Л. А. Суренко. -Киев: -Либра.,2004.-407 с.

27. Гоник А. А. Сероводородная коррозия и меры ее предупреждения. -М.: Недра,1966.-175с.

28. Городний Н.М., Мельник И.А., Повхан М.Ф. и др. /Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве.- Киев:- Урожа,1990. -252 с.

29. Головков А.М., Черкашина Н.Ф. К вопросу эффективности органического удобрения «БИОУД-1» // Объединенный научный журнал. - 2001 -№19.-С.43-47.

30. Гончарук Е. И., Воротенко Ю. В. Изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье населения.-К.,- 1989.- 204 с.

31. Дикаревский В. С., Краснянский И.И. Напорные водоводы железнодорожного водоснабжения.- М.:Транспорт,1978.- с.109-132.

32. Дикаревский В.С., Краснянский И.И. Напорные водоводы железнодорожного водоснабжения.-М.:Транспорт.,- 1978. -360 с.

33. Дикаревский В.С. Исследование скоплений из напорных водоводов текущей жидкостью и расстановка приборов для выпуска воздуха на трубопроводах: Дис. канд.тех. наук. -Л.,- 1958.-114с.

34. Ернест Л., Злочевски Ф., Ерастов Г. Переработка отходов животноводства

и птицеводства.. -М.,-2004. - N 5- С.23-24.

35. Жуковский Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах /Научное издание: -М. : Гостехиздат, 1949.-104с.

36. Ионити. Сорбенты.-Л.:Химия, 1968.-510с.

37. Комаров В. М. Адсорбенты и их свойства.-Минск:Наука и техника,1997.-248с.

38. Калекин А. А. Гидравлика и гидравлические машины.-Издательство.М.: Мир ,2005.- 499с.

39. Колобродов В. Г., Хажумратов М.А. Повышение качества биогаза при помощи адсорбционных процессов.-Харьков, Украина.2005.-Режим доступа:<http://waste.ua/cooperation/2005/theses/kolobrodov.html>.

40. Козлов В. И. Аквакультура : учебник / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин.- М. : Колосс, 2006. – 445с.

41. Ковалев А.А., Ковалев Д.А. Возможные пути повышения энергетической эффективности биогазовой установки/ Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства.- М., 2012. - N 4-С. 36-41.

42. Ковалев А.А. Обоснование применения теплонасосной установки в системах анаэробного сбраживания// Сборник трудов 13-й Международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЖ. –Т.20: <<Машинно-технологическое обеспечение животноводства-проблемы эффективности и качества>>. –Подольск, 2010.-С. 251-255.

43. Кривченко Г. И. Гидравлические машины.- М.:Энерготомиздат, 1983.-320с.

44. Лазарев В. И. Хемсорбционные методы очистки газов от сероводорода и сероорганических соединений.(Обзор. информ. “Промышленная и санитарная очистка газов”)-М.:ЦХТИХимнефтемаш, 1986.-44 с.

45. Литвиенко М.С. Отчиска кокосового газа от сероводорода. -Уфа:Экология, 2000.-241с.

46. Малофеев В.М. Биотехнология и охрана окружающей среды: Учебное

пособие. – М.: Издательство Арктос, 1998. – 188 с.

47. Мариненко Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие. – Волгоград: ВолгГАСА, 2003. – 100с.

48. Маркарян А.Я., Геворкян А.А. Экспериментальное исследование анаэробного брожения птичьего помета // Известия ЕГУАС.- Ер., 2008. -N1 С.58-63.

49. Маркарян А.Я. , Геворкян А.А. Гидравлическая система гомогенизации жидкой биомассы// XII Международная научно-практическая конференция Э40.- Пенза., 2009.-С.91-94.

50. Маркарян А.Я., Геворкян А.А., Сафарян А. М. Хемосорбционная очистка биогаза от сероводорода в пенном аппарате прямоточного типа// Известия ЕГУАС.-Ер.,- N3 2013. С.67-71.

51. Маслиева О.И. Анализ качества кормов и продуктов птицеводства. М.:Колос.,197. -176с.

52. Мезенова О. Я. , Сергеева Н. П, Байдалинова Л. С. Биотехнология гидробионтов.-Калининград : Издательство КГТУ, 2004. -481с.

53. Мезенова О. Я. Технология и методы копчения пищевых продуктов : Учеб. пос.- СПб. Проспект науки, 2007.-228с.

54. Мезенова О. Я. , Сергеева Н. П, Байдалинова Л. С. //Биотехнология морепродуктов :Учеб. для студ. высш. уч. зав.- М. : Мир.-2006. -560с.

55. Минеев В.Г. и др. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. - М.: Колос, 1993. -415 с.

56. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. -М.: Изд-во МГУ, 1989. -304 с.

57. Насосы : Каталог-справочник.- 3-е изд/Под тех. ред. В.И. Модель, Ф.А. Уварова.- Ленинград,1960, -549с.

58. Национальная программа «Развитие биотехнологии в Российской Федерации на 2006-2015 гг.» (на основе государственно-частного партнерства): Утверждена

3-м съездом Общества биотехнологов России 27 октября 2005 г. - М., 2005.

59. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/Под ред. Ю.И. Дытнерского.- М.: Химия,1983.-272с.

60. Панцхава Е.С., Пожарнов В.А., Майоров Н.И. Школа И.И. Малые установки для решения больших проблем // Вестник ТППМО. – 2001.-№ 5. С. 10-11.

61. Панников В.Ю., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: «Колос»,1977. -416 с.

62. Путилов В. Я. Экология энергетики. -М.: МЭИ, 2003.-716 с.

63. Просянных Е.В., Прищеп Н.И., Воробьев Г.Т. Почвы, удобрения и их эффективное использование в земледелии Брянской области :учебное пособие. – Белгород: изд. Белгородского СХИ, 1989. -135 с.

64. Сборник задач по машиностроительной гидравлике Под ред. И.И. Куколевского.-М.: Мир,1972.-473с.

65. Стребков Д.С., Ковалев А.А. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства // Техника и оборудование для села, 2006. - №11. – С.28-30.

66. Сурин А. А. Гидравлический удар в водах и борьба с ними.-М.: Трансжелдориздат, 1946. -371с.

67. Сычев В.Г., Афанасьев Р.А. Агрохимические факторы координатного земледелия // Плодородие, 2005. -№6. -С. 29 -32.

68. Теоретические основы химической технологии.- М.,-2008.-Т.42, N 1январь-февраль. –С. 3-13.

69. Турк В. И. Насосы и насосные станции. -М.: Госстройиздат, 1961.-333с.

70. Угли активные: Каталог. -Черкассы: НИИТЭХИМ, 1983.-94с.

71. Хажмуратов М. А. Повышение качества биогаза при помощи адсорбционных процессов.-Харьков, Украина, 2005.-393с.

72. Христева Л.А. Действие физиологически активных гуминовых кислот на растение при неблагоприятных условиях // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. -Днепропетровск., 1973. - Т. 4- С. 5-24.

73. Христева Л.А. К природе действия физиологически активных гуминовых веществ на растения в экстремальных условиях // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. –Днепропетровск,1977.-Т. 6 -С. 3-15.
74. Шорин П.М., Оказов П.Н., Оказова А.Г., Щербинин А.Н., Оказова З.П. Рекомендации по применению гумата калия в технологиях возделывания картофеля в условиях РСО Алания.- Владикавказ: издательство СКНИИГПСХ, - 2002. -24 с.
75. Щегорец О.В. Амурский картофель. Биологизация технологии возделывания: монография. Благовещенск: ООО «Издательская компания «РИО»»,2007.- 400 с.
76. Aupretre F., Descorme C., Duprez D. Bio-ethanol catalytic steam reforming over supported metal catalysts // Catalysis Communications, 2002 -V. 3. -263. p.
77. Cavallaro S., Mondello N., Freni S. Hydrogen produced from ethanol for internal reforming molten carbonate fuel cell // J. of Power Sources, 2001-V. 102. -198p.
78. Fishtik I., Alexander A., Datta R., Geana D. A thermodynamic analysis of hydrogen production by steam reforming of ethanol via response reactions // Int. J. of Hydr. Energy, 2000-V.25, N 1.- 31p.
79. Freni S. Rh based catalyst for indirect internal reforming ethanol application in molten carbonate fuel cells // J. of Power Sources, 2001. -V. 94 -14p.
80. Galvita V.V., Belyaev V.D., Frumin A.V. et al. Performance of a SOFC fed by ethanol reforming products // Solid State Ionics, 2002.- 8521-1p.
81. Kaddouri A., Mazzocchia C. A study of the influence of the synthesis conditions upon the catalytic properties of Co/SiO₂ or Co/Al₂O₃ catalysts used for ethanol steam reforming // Catalysis Communications.- 2004. -V. 5.- 339 p.
82. Llorca J., de la Piscina P.R., Dalmon J-A. et al. CO-free hydrogen from steam-reforming of bioethanol over ZnO-supported cobalt catalysts. Effect of the metallic precursor //Applied Catalysis B: Environmental, 2003.-V.43, N4. -355p.
83. Llorca J., Homs N., Sales J. et al. Effect of sodium addition on the performance of Co-ZnO-based catalysts for hydrogen production from bioethanol // J. of Catal, 2004. V.222, N2.-470p.

84. Reiche A., Foil K, Gronwald O. Sartorius HT-PEM Fuel Cell Technology// Fuel Cell Seminar. –Hawaii, 2006.-300p.

85. Second national communication on climate change: A report under the United Nations framework convention on climate change/ Ministry of nature protection of RA.- Yerevan: “Lusabats” Publishing House, 2010.-132p.

86. Stanton E.A., F.Ackerman , F. Resende. The socio-economic impact of Climate Changer in Armenia. -Stockholm Environment institute, US center Tufts University, 2009.-139p.

87. Vasudeva K., Mitra N., Umasankar P., Dhingra S. Steam reforming of ethanol for hydrogen production: thermodynamic analysis // Int. J. Hydr. Energy,1996. V. 21, -№ 1.-13p.