

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

Худойбердиев Орибжон Рахимбердиевич

МАВЗУ: “ФАРҒОНА АЗОТ” ОАЖ ҚОШИДАГИ “ТЕСКАРИ
ЛАБИРИНТ”ЛИ ТАНА ЗИЧЛАГИЧНИ ТАЙЁРЛАШ
ЖИХОЗИНИ ТЕХНИК ИМКОНияТЛАРИНИ ТАДҚИҚ
ҚИЛИШ

5A320201 “Машинасозлик технологияси ва жихозлари”

МУТАХАССИСЛИГИ БЎЙИЧА МАГИСТР
ДАРАЖАСИНИ ОЛИШ УЧУН
МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ

Рахбар:

т.ф.н. доц. СОТВОЛДИЕВ А.Э.

ФАРҒОНА-2013

МУНДАРИЖА:

КИРИШ.....	3
1-БОБ.ЗИЧЛАГИЧЛАР КОНСТРУКЦИЯЛАРИ ТАҲЛИЛИ.....	8
1.1. Зичлагичларни асосий кўринишлари.....	8
1.1.1. Зичлагичлар ҳақида умумий тушунчалар.....	8
1.1.2. Юқори босимли беркиткич зичлагичлар.....	10
1.2. Лабиринтли зичлагичлар конструкциялари таҳлили.....	19
1.3.“Фарғона Азот” ОАЖ қошидаги “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичлари ишлаш принципи ва вазифалари.....	24
1.3.1. Лабиринтли зичлагичлари ишлаш принципи.....	24
1.3.2. “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичлари вазифалари тўрисида умумий маълумотлар	26
II-БОБ. ЛАБИРИНТЛИ ЗИЧЛАГИЧЛАРНИ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ТАЙЁРЛАШ УСУЛЛАРИ.....	29
2.1. Лабиринтли зичлагичларни асосий параметрларини ҳисоблаш.....	29
2.2. “Фарғона Азот” ОАЖ қошидаги “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари.....	44
2.2.1. Тескари лабиринтли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари.....	44
2.2.2 Тескари лабиринтли тана зичлагичларини материали хоссалари ва қўлланиши.....	47
III-БОБ ЛАБИРИНТЛИ ЗИЧЛАГИЧЛАРНИ ТАЙЁРЛАШ ВА ТАЪМИРЛАШ УСУЛЛАРИ ВА ЖИХОЗЛАРИ ТАҲЛИЛИ.....	50
3.1.Лабиринтли зичлагичларни таъмирлаш усуллари таҳлили.....	50
3.2. “ФАРҒОНА АЗОТ” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлигини тайёрлаш жихозини техник имкониятлари ва уларни тадқиқ қилиш.....	59
ХУЛОСА.....	67
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.....	69
ИЛОВА (Интернетдан олинган маълумотлар).....	72

КИРИШ.

Бозор иқтисоди шароитида Ўзбекистон машинасозлик саноатида ишлаб чиқариш бозор талаблари асосида ташкил этилмоқда, бунда асосий эътибор маҳсулотни тезда такомиллаштириш ва қайта ишлаб чиқаришни ташкил этиш талаб этилади. Машинасозлик мамлакатимиз ва иқтисодиётимизда етакчи ўрин тутган тармоқлардан биридир. Унинг ривожланиши бошқа тармоқлар ривожига катта ижобий туртки беради, оқибатда халқ турмуш даражасининг ошишига, мамлакат маъқейини мустахкамлашга олиб келади. Бу маҳсулотларнинг бошқа тармоқлар учун ишлаб чиқариш воситаси бўлиб хизмат қилиши билан боғлиқ. Хозирги кунда машинасозлик ривожланишининг асосий йуналиши бу самарадорликка эга бўлган шу билан бирга ишлатилиши қулай экологик зарарсиз машиналарни ишлаб чиқаришни йўлга қўйишдир.

Шунингдек ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг хар томонлама жахон стандартлари талаблари даражасига етказиш юқори самара беради.

Бу вазифаларни бажариш ишлаб чиқаришни техник тайёрлашни ташкил этиш ва амалга оширишда фан – техника ютуқларидан, бошқа мамлакатлар тажрибасидан фойдаланиш керак.

Хозирги ўтиш шароитида мавжуд технологик жараёнларни такомиллаштириш ҳисобига мавжуд моддий ва энергетикресурслардан оқилона фойдаланиш ҳисобига унумдорликни , сифат даражасини ошириш, тан нархини камайтиришга ҳам катта эътибор бериш керак.

Лабиринт зичлагичлар контаксиз зичлагичларга киради ва техникада кенг қўламда фойдаланилади. Улар ишчи мухит (суюқлик, буғ, газ) нинг айрим томчиларинигина ўтказиб юборувчи тартибли торайиш ва кенгайишлардан иборат бўлиб, зичланаётган юзалар орасида оқимларга самарали қаршилик кўрсатиб энергиясини сўндиради, тезлигини пасайтириб, томчилар сарфини камайтиради. Конструктив жихатдан

лабиринт зичлагичлар, масалан, ўтиб бораётган оқим қаршисида навбат тартибидаги тожлар ва чуқурликлар кўринишида бажарилиши мумкин.

Лабиринт зичлагичларининг қўшимча контури анъанавий контакли (резина, полиэтилен) зичлагичлар контури билан кетма-кет мосланади. “Лабиринт-контакли зичлагич” жуфтлиги қуйидагича ишлайди: контакли зичлагич ишчи органининг бузулиши ёки четлашида (лабиринт тирқиши миқдорига тенг ёки катта миқдорда) беркиткичнинг зичловчи контури лабиринт зичлагичлар ҳисобига вазифасини бажаришда довом этади. Юзага келган оқимга лабиринтлар гидравлик қаршилиқ кўрсатгани учун мазкур зичлагични шундай танлаш керакки, ундан ўтган томчилар тезлиги беркиткич конструкцияси ва беркиткич кавитацион жихатдан хавфсиз бўлиши керак. Томчилар тезлигини пасайиши беркиткич ва унинг элементларига тушаётган вибрацион юкни ҳам камайтиради.

Диссертация мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги:

Лабиринтли зичлагичларини конструкциялари, ишлаш принциплари бўйича ўтказилган таҳлиллар ҳамда уларни конструкциясини таҳлили шуни кўрсатадики, Лабиринтли зичлагичлар ўзининг конструкциясини соддалиги ва арзонлиги билан қолган зичлагичлардан устунликка эгадир. “Фарғонаазот” ОАЖининг технологик тизимларида лабиринтли зичлагичларни кенг қўлланилади. Шу сабабли лабиринтли зичлагичларни механика таъмирлаш цехида тайёрлаш муҳим ўрин эгаллайди. Айниқса “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари ишлаб чиқилмаганлигини ҳисобга олсак .“Фарғона “Азот” ОАЖнинг механика таъмирлаш цехида лабиринтли зичлагичларни тайёрлаш технологияларини такомиллаштириш, унда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш усуллари ва технологияларини ишлаб чиқиш муҳим муаммолардандир.

Ушбу муаммони хал қилиш учун “Фарғонаазот” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлигини тайёрлаш жихозини техник

имкониятларини тадқиқ қилиш” мавзусида магистрлик диссертацияси тайёрланди ва муаммо ҳал қилинди.

Тадқиқот объекти ва предметининг белгиланиши:

Лабиринт зичлагичларни катта харорат ва доиравий тезликлар катта булган курилма (компрессор, турбина в х.к) ларда ишлатилади. Чунки бундай курилмаларда контакт (торецли) зичлагичларни ишлатиш имконияти мавжуд эмас.

Лабиринт зичлагичларнинг бошка чизлагичларга нисбатан бир канча афзалликлари бор:

- ишқаланишсиз ишлаши;
- лабиринт деталларининг ишлаш вақтида ейилмаслиги;
- эксплуатация қилишга қулайлиги;
- доиравий тезликларнинг чегараланмаганлиги ва х.к.

Лабиринт зичлагичларнинг вазифаси шундан иборатки юқори доиравий тезлик ва ката хароратларда ишлайдиган компрессор ёки турбиналарнинг таналарини зичлашга хизмат килади.

Мавзу бўйича қисқача адабиётлар таҳлили:

Мавзу бўйича қисқача адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики Зичловчи курилмалар конструкцияларини ишлаб чиқаришда мамлакатимизда ва чет элда катта этибор берилади. Маълум конструкциялар такомиллаштирилади ва янги, юқори босим шароитида ишлашга мўжжалланган, янги пухта материаллардан тайёрланадиган конструкциялар ишлаб чиқилади. Зичловчи элементлар турлари [15, 16] манбаларда келтирилган.

Тадқиқотда қўлланилган услубларнинг қисқача тавсифи

Диссертацияда: Лабиринтли зичлагичлар конструкциялари таҳлил қилинди, жумладан:

1. Лабиринтли зичлагичларни асосий кўринишлари аниқланди;
2. Лабиринтли зичлагичлар конструкциялари таҳлил қилинди;
3. “Фарғонаазот” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини конструкциялари аниқланди.
4. Юқоридаги таҳлиллар асосида диссертация ишининг мақсад ва вазифалари аниқланди.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти:

Лабиринтли зичлагичлар ўзининг конструкциясини соддалиги ва арзонлиги билан қолган зичлагичлардан устунликка эгадир. “Фарғонаазот” ОАЖининг юқори температураларда ва босимларда ишлайдиган технологик тизимларида лабиринтли зичлагичларни кенг қўлланилади. Шу сабабли лабиринтли зичлагичларни механика таъмирлаш цехида тайёрлаш жуда катта амалий аҳамиятга эга. Жумладан тадқиқот натижаларидан олинган ва ҳозирда ишлаб чиқаришга қўйиладиган тескари лабиринтли зичлагичларни тайёрлашни ташкил этиш жуда муҳимдир.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги:

“Фарғонаазот” ОАЖининг юқори температураларда ва босимларда ишлайдиган технологик тизимларида тескари лабиринтли зичлагичларни механика таъмирлаш цехида тайёрлашни ташкил этиш. “Фарғонаазот” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш жихозини техник имкониятлари таҳлили асосида уларни тадқиқ қилиш.

Диссертация таркибининг қисқача тавсифи:

- ✓ Ишлаб чиқаришда қўлланиладиган зичлагичларни конструкциялари таҳлил қилинади;
- ✓ лабиринтли зичлагичларни тайёрлаш усуллари ва технологиялари таҳлил қилинади;

✓ “Фарғонаазот” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини конструкциялари аниқланади;

✓ Лабиринтли зичлагичларни асосий параметрларини ҳисоблаш усуллари.

✓ Лабиринтли зичлагичларни тайёрлаш ва таъмирлаш усуллари аниқланади.

✓ Лабиринтли зичлагичларни тайёрлаш жихозлари конструкциялари таҳлил қилинади;

✓ “Фарғонаазот” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш жихозини техник имкониятлари таҳлили асосида уларни тадқиқ қилинади.

1-БҶ. ЗИЧЛАГИЧЛАР КОНСТРУКЦИЯЛАРИ ТАҲЛИЛИ

1.1. Зичлагичларни асосий кўринишлари.

Гидравлик ёки пневматик агрегатларга қўйиладиган талабларга кўра зичлагичлар ишчи суюқлик ва газни тўлиқ герметиклигини таъминлаши ёки уни чиқиш ёки оқишини камайтириши мумкин. Гидро-пневматик қурлмаларда, гидравлик юк кўтариш қурилмаларида ва бошқа суюқлик ёки ҳавони ташқарига оқмаслиги ёки чиқмаслигини тўлиқ таъминланиши зарур. Агрегатнинг баъзи ҳар қил босимга эга бўлган ички бўлмаларни ичида, масалан тормоз тизимларини ички зичлагичлари, гидравлик насослар, гидравлик юритмалар, компрессорлар ва бошқаларда ишчи суюқлик ва газни озроқ чиқиш ёки оқишига рухсат этилади.

Барча зичловчи қурилмалар зичлаш бирикмаларини характериға кўра уч гуруҳға бўлинади:

- 1) Илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи бирикмалар (шток ва поршенлар учун) зичлагичлар;
- 2) Айланма ҳаракат бирикмалари (валлар учун) зичлагичлар;
- 3) Ҳаракатланмайдиган бирикмалар (қопқоқлар учун) зичлагичлар;

Зичловчи қурилмалар зичлаш принциплариға кўра икки гуруҳға бўлинади:

- 1) Контактли, зичловчи детал (зичлагич) бирикмани бирикиш юзасига зич жойлашган зичлагичлар;
- 2) Контактсиз, зичловчи детал (зичлагич) бирикмани бирикиш юзасига зич жойлашмаган оралиқ масофа (зозорли) зичлагичлар;

Зичловчи қурилмалар унга таъсир этувчи босимни қийматига кўра паст босимларда ишловчи зичловчи қурилмалар (тишли ва червякли редукторлар подшипникли қисми), юқори босимларда ишловчи зичловчи

курилмалар (гидравлик насослар, гидравлик юритмалар, гидравлик тормозлар ва бошқалар) ва ваакумли бўлади.

Контактли зичлагичлар (манжетли, халқали зичлагич, сальникли ва бошқалар) жуда юқори ишончли герметикликка эга, аммо чегараланган ишончлиликка ва ҳаракат чоғидаишқаланиш кучларини енгиш учунанчагина энергия сарфланади. Контактли зичлагичларюқори босимларда тез ейилади ва вақти вақти билан алмаштирилиб турилади. Бунда у билан контактда бўлган деталлар (валлар,штокларва цилиндрлар) ҳам ейилади. Кўрсатилган камчиликларга қарамай контактли зичлагичларни сууюқликни оқиши рухсат этилмаган ҳолларда бошқа зичлагичлар билан алмаштириб бўлмайди.

Контактсиз зичлагичлар (марказдан қочма, винтли канавкали, щелли ва бошқа)да, сууюқлик зичловчи детал (зичлагич) ва бирикмани бириқиш юзаси орасида масофа (зозор) бўлса ҳам тўсилади.

Марказдан қочма, винтли канавкали контактсиз зичлагичлар валлар айланганда сууюқликларни чиқармай тўсиб қўяди ва юқори тезликларда айланувчи техникада кенг қўлланилади.

Щелли контактсиз зичлагичлар жуда юқори ишончлиликка эга ва ҳаракат чоғидаишқаланиш кучларини енгиш учунанча кам энергия сарфланади, агрегатни иш жарёнида зичлагични алмаштириш учун тез-тез танафусс қилинмайди. Щелли контактсиз зичлагичларбирикмадан озроқ сууюқликни оқиши рухсат этилган ҳолларда қўлланилади.

Щелли контактсиз зичлагичларга лабиринтли зичлагичлар яққол мисол бўла олади.

1.1.2. Юқори босимли беркиткич зичлагичларитаҳлили.

Юқори босимли беркиткичнинг қоникарли иши маълум даражада унинг зичловчи контури фаолиятига боғлиқ, зичловчи контур юқори босимли беркиткичнинг маъсул элементларидан ҳисобланади. Беркиткич билан уни тўсиб турган қисмлари орасидаги тирқишни ёпиб туриш унинг асосий функцияси ҳисобланади. Юқори босим шароитида зичлагичлар ёриқларидаги сизиб ўтишлар нафақат кавитацион бузулишни [4-6] балки, беркиткичнинг йўл қўйиб бўлмайдиган титрашини келтириб қивариши мумкин [7]. Шунинг учун чуқурликдаги беркиткичлар учун зичлагичлар қоидага биноан механик мустаҳкам ва ишончли даражадаги герметиклик таминланиши шартдан келиб чиқиб конструкцияланади [8-15]. Аммо тажрибалар кўрсатишича ҳар доим ҳам бу мақсадга эришиб бўлмайди, зичлагичлар орасида филтрлар ўтказиб юборадиганлари кўп учрайди.

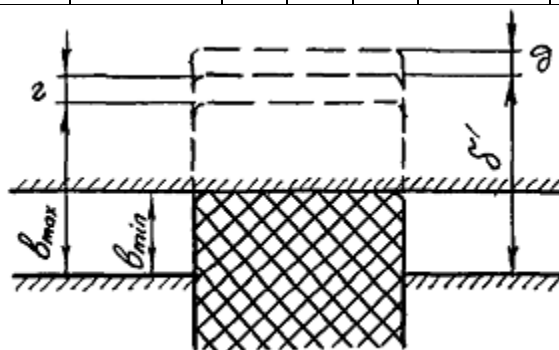
Зичловчи қурилмалар конструкцияларини ишлаб чиқаришда мамлакатимизда ва чет элда катта эътибор берилади. Маълум конструкциялар такомиллаштирилади ва янги, юқори босим шароитида ишлашга мўжжалланган, янги пухта материаллардан тайёрланадиган конструкциялар ишлаб чиқилади. Зичловчи элементлар турлари [10,12,13,15,16] манбаларда келтирилган. Энг кўп қўлланиладиган зичловчи қурилмалар характеристикалари 1.1 [16] жадвалда келтирилган.

Зичловчи қурилмаларнинг замонавий конструкциялари орасида қуйидагиларни белгилаш мумкин.

1). Гидроузелда сув билан тақсимловчи сегментли беркиткичларда эксплуатацияланувчи V- туридаги зичловчи элементли [16,10] деформатив зичловчи қурилма. Герметикликнинг зарур даражасига зичловчи элементни қисиш билан эришилади.

[16] манбага мувофиқ зичловчи элементларнинг асосий характеристикалари

Ўлчам, мм	Зичловчи курилмадаги элемент тури.										
	Пв вариант- лариI	Пв вариант- лариII	Пв вариант- лариIII	V	VI	VII	УПа Дефор- матив	УПа Гидрав- лик	IX	XI	XII
δ'	14	28	10	26	52	22	22	22	2	12	6
z	4	3	1	2	15	3	8	2	0	2	2
∂	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$b_{\max}$	10	29	9	24	37	19	14	20	2	10	4
$b_{\min}$	2	15	2	4	15	10	6	6	0	2	0
b_{Δ}	10	14	7	20	22	9	8	14	2	8	4



1.1-расм. Зичлаш курилмасини асосий параметрларини аниқловчи схема.

δ' – маҳкамлангандан кейинги қўзғалмас қисиш планкаси энг кўп юриш йўли;

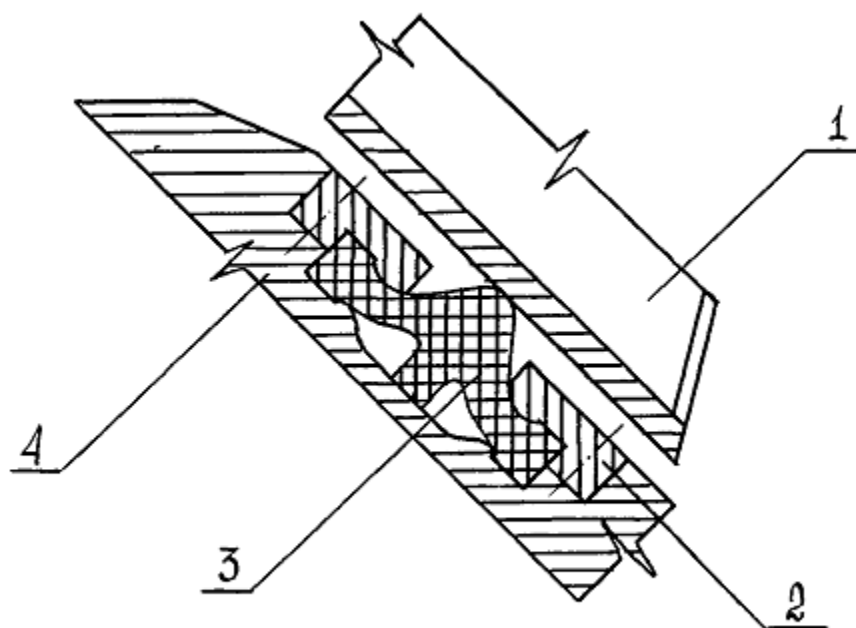
z - контакт герметиклигини таъминлашловчи зарур минимал қисиш;

∂ – босимни чиқиш элементи;

$b_{\max} = \delta' - z + \partial$ – максимал даражада ёпиладиган тирқиш;

$b_{\min}$ – элементни максимал қисиш имконияти шароитидаги минимал тирқиш;

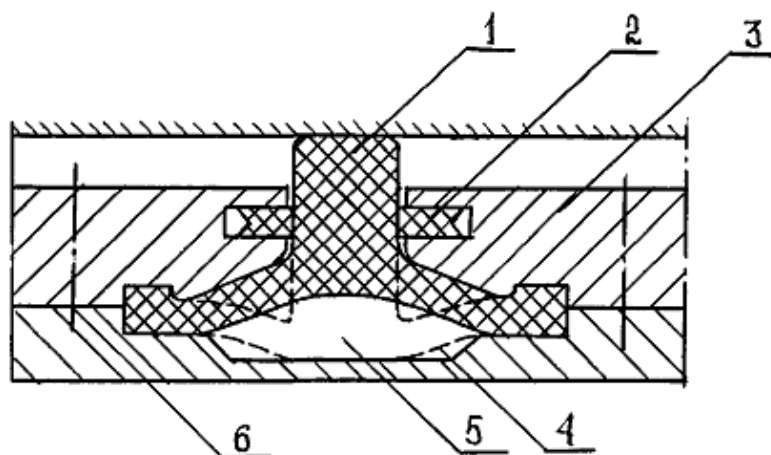
$b_{\Delta} = b_{\max} - b_{\min}$ – тайёрлаш мантаж қилиш, деформация ва ейилишдаги жоизликлар йиғиндисини ўз ичига олувчи чиқиш қисми.



1.2-рasm. Деформатиф бошқарилувчи зичловчи қурилма.

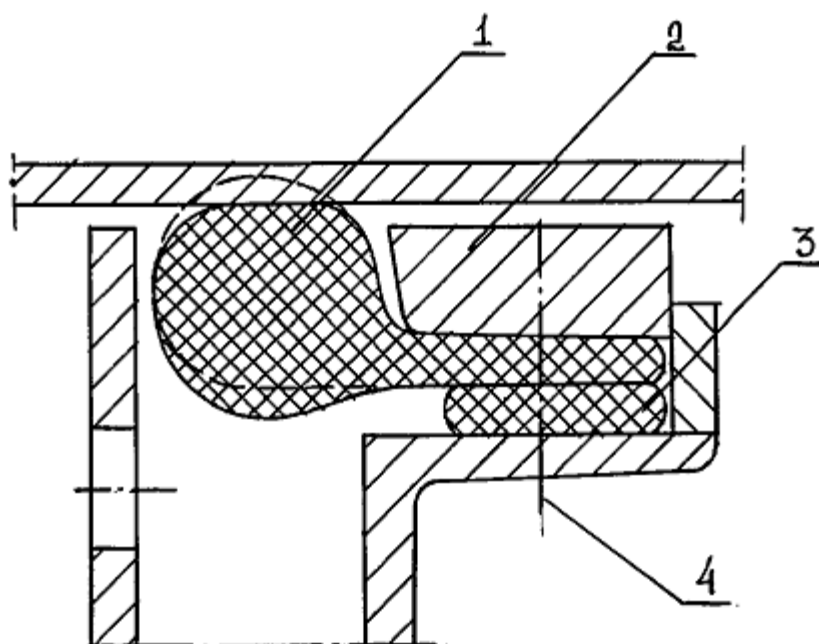
- 1- беркиткич;
- 2- қисувчи планка;
- 3- V-турдаги зичловчи элемент;
- 4- сув очиш такти тубидаги парог.

2). V-тур зичловчи элементли ва битта-иккита зичловчи X-турдаги манжетли деформатив гидравлик бошқарувчи зичловчи қурилма (1.3-рasm) Герметикликка зичловчи элемент остидаги ишчи камерага юқори бьеф босимиға тенг босим узатиш ҳисобига эришилади. Чарвак ва Токтогул гидроузелларида 112 мм.с.уст. (1090 кПа) гача босимларда сегментли беркиткичларда қўлланган.



1.3-расм. V-турдаги элементли ва X-турдаги бир ёки икки манжетли деформатив-гидравлик бошқарилувчи зичловчи қурилма.

1- V-турдаги зичловчи элемент; 2- манжет; 3-қисиш планкаси; 4-зичловчи элементнинг беркиткич билан моневрланиш ҳолати; 5-босим камераси; 6- маҳкамлаш ўқи;

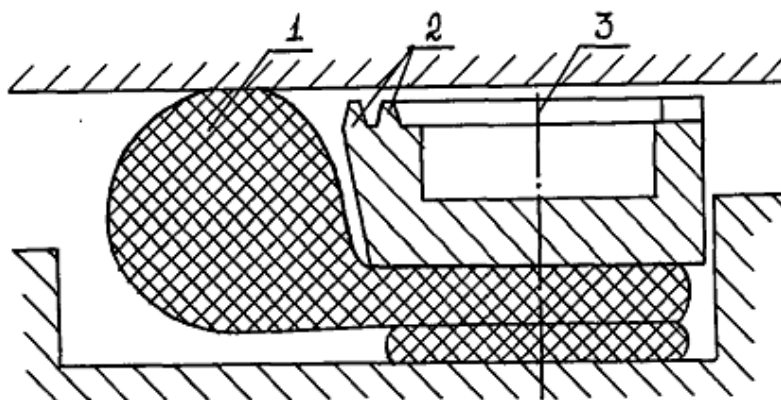


1.4-расм. П-в туридаги элементли зичловчи қурилма.

1- П-в туридаги зичловчи элемент; 2- қисиш планкаси; 3- резина; 4- маҳкамлаш ўқи;

3). Пв туридаги элементли зичловчи қурилма (1.4-расмда) [16,21] Саянск гидроузелининг тамирланган ясси беркиткичида қўлланган.

4). Худди шу Пв элементли, лекин махсус обойма билан (1.5-расм), юқори қиррасининг бир қисми асосий резина зичлагич орқали оқиб ўтишида ишга тушадиган икки қаторли лабиринт кўринишидаги зичловчи қурилма [16]. Қурилма 175 мм.с.уст. гача босимга мўжжалланган ва Нурек ГЭСининг III - ярус қурилиш тунели таъмирланган беркиткичига жойлаштирилган

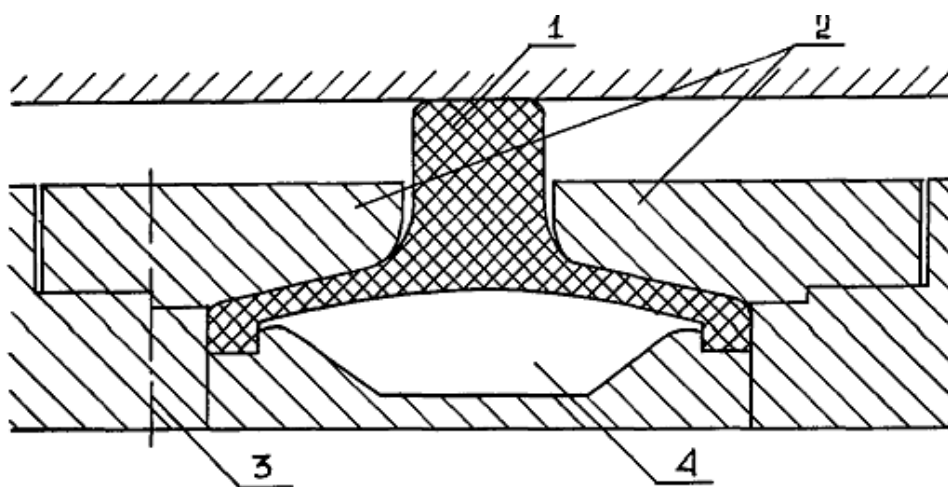


1.5-расм. Махсус обоймали Пв элемент туридаги зичловчи қурилма.
1- зичловчи элемент; 2 – обоймали лабиринт тожи; 3 - махкамлаш ўқи;

5). Юқори босимли полиэтилендан тайёрланган элементли мембранасимон деформатив гидравлик бошқарилувчи зичловчи қурилма (1.6-расм). бундай турдаги зичлагичлар Ингури ГЭСи беркиткичларида 181 мм.с.уст гача босимда эксплуатацияланади [16, 17, 22].

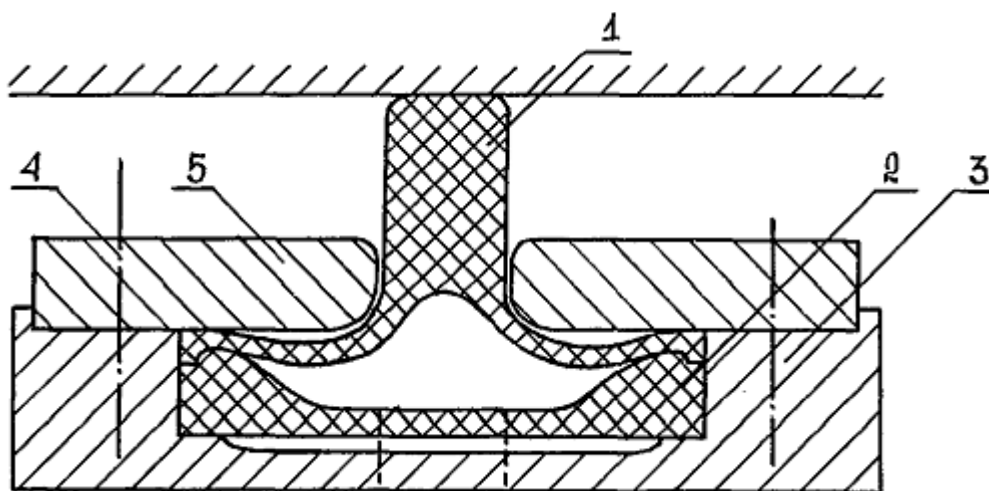
6). Худди шу ва унгучу бўлган турдаги лекин, мембрана қисми геометрияси (1.7-расм) билан фарқладиган қайсики, зичловчи элемент деформацияланишда мембрана узунлиги доимий қолади, бу эса полиэтилен чарчашга ишлаганда ўзининг яхши томонини кўрсатади [21]. У Оқ-Буре дарёсидаги Папан гидроузелида қўлланган. Сўнги икки қурилмада зичловчи элементни зичланаётган юзадан вакуум ишчи камерасига 1-3 мм.с.уст (10-30 кПа) босим юбориш билан бўшатиб олиш имконияти мавжуд. Бу зичловчи элемент ичкарига сўрилади. Шундай

қилиб кенг ораликда зичловчи элементнинг зичланаётган юзага ростланадиган қисилиши тaминланади.



1.6-расм. Деформатив-гидравлик бошқарилувчи зичловчи қурилма.

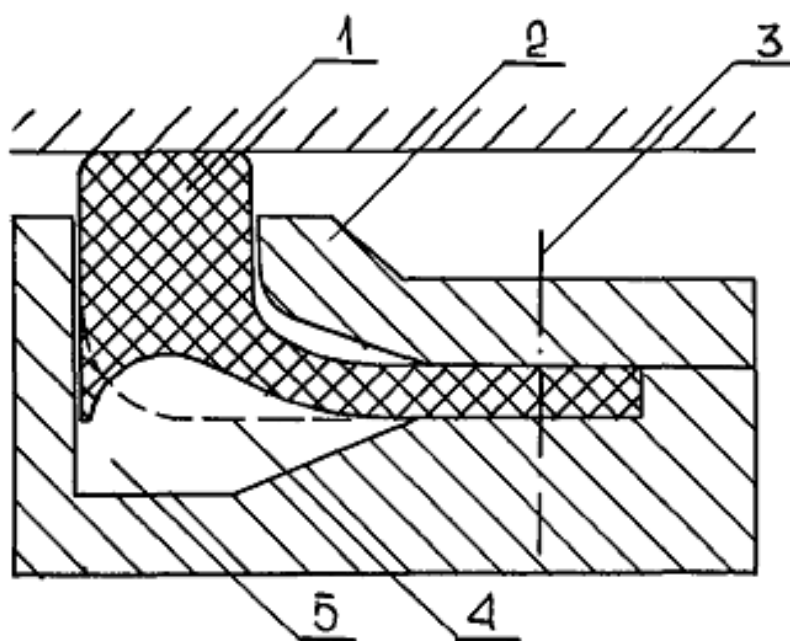
- 1- зичлагични полиэтиленли элементи;
- 2-қисиш планкаси; 3- маҳкамлаш ўқи;
- 4- босим камераси;



1.7-расм. Деформатив-гидравлик бошқарилувчи зичловчи қурилма.

- 1- зичловчи элемент, полиэтилен; 2- асос, полиэтилен;
- 3-обойма; 4- маҳкамлаш ўқи;
- 5- қисиш планкаси;

7). Қуйидаги афзалликларга эга бўлган (1.8-расм) консол типдаги, полиэтилен элементли зичловчи қурилма: а) носимметрик; б) кавитацион ейилишни келтириб чиқармаслик мақсадида болтлар ва планкалар оқимда жойлашмаганлиги. Қурилманинг асосий камчилиги бу – элементнинг зичловчи юза билан доимий контакти ва элемент ейилишига сабаб бўлиши [21]. Бу қурилманинг афзаллиги мембранали зичлагичга нисбатан яхши қайишқоқлик хусусияти.



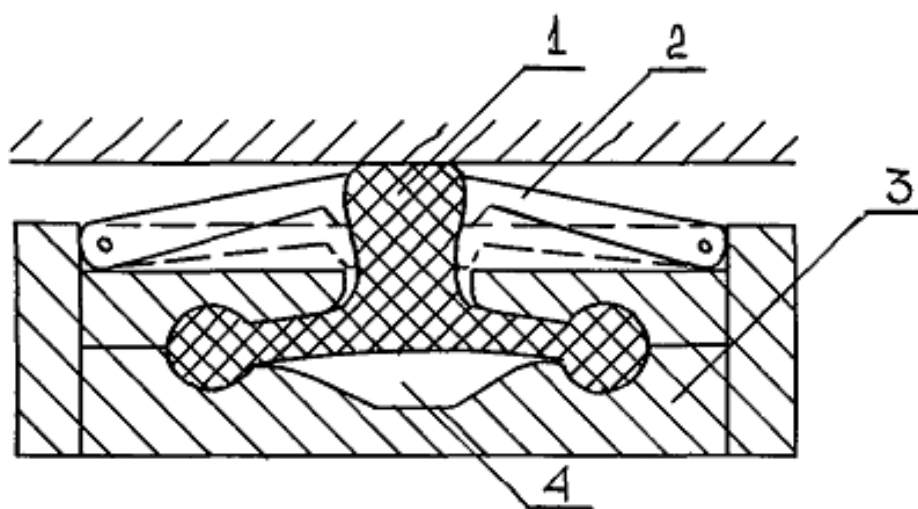
1.8-расм. Консолли зичловчи қурилма.

- 1- зичловчи элемент;
- 2- қисиш планкаси;
- 3- маҳкамлаш ўқи;
- 4- бошқарилмайдиган зичловчи қурилма зичловчи элементи;
- 5- босим камераси;

Зичловчи қурилмаларнинг юқорида кўриб чиқилган барча турларида зичловчи элемент каллаги ва маҳкамловчи детал орасидаги эгилувчан юкланиш боғламаси мавжуд. Бу боғламалар юкланиш ўзгаришида ҳам

йўналиш ўзгаришида ҳам шунча деформацияланадики, бу элемент материали бибрациясигина эмас, балки у осилган кинематик системасининг фазовий частотасида ҳам сезилиши мумкин [18]. Бу ҳолат конструкторларни ишчи камерада босимни оширишга ундайди.

Зичлагичлар юқори деформацияланишни бартараф этиш мақсадида лойихачилар ва конструкторлар томонидан ишчи камерада бир вақтда босим пасайишида зичловчи қурилмалар биқрлигини оширишнинг турли хил йўллари таклиф этилган. [18] манбада шунга ўхшаш конструкцияларнинг бир нечтаси келтирилган, улар орасида деформацияланмайдиган, бурилувчи йўналтирувчи (3-поз. 1.9-расм) ли зичловчи қурилма, унинг қайишқоқ зичловчи элементи қўзғалувчанлиги чегараланган.



1.9-расм. Қаттиқ йўналтирувчи, бошқариладиган зичловчи қурилмалар.

- 1- зичловчи элемент;
- 2- қаттиқ буралувчи йўнатиргичлар;
- 3- обойма;
- 4- босим камераси.

Чет эл тажрибасида базан кичик майдонли (6 м² гача) беркиткичларда металдан тайёрланган зичловчи элементлар қўлланади чунки, метали конструкциясига дастгоҳда бутунлайин ишлов берилади ва туташувчи қисмлар юзаларига етказиб ишланади [21].

Зичловчи қурилмаларнинг доимий такомиллашувига қарамай, охиригача етилмаган ва асосий муаммолардан бири ёриқлардан сизиб ўтиш муаммоси ечимсиз қоляпти. Беркиткич конструкциясида босимошиши, мувофиқ, равишда ёриқлардан оқиб кетиши уларнинг натижаси билан курашиш охирига етказиб бўлмайдиган муаммо бўлиб қолмоқда.

Бундан ташқари, беркиткичлар қабул қилаётган босим ошиши зичлагич билан зичланаётган юза орасидаги контактда ҳам босим ошади, бу беркиткичнинг геометриклигини ушлаб туриш учун зарур. Бунга мувофиқ, равишда беркиткичларни кўтариб тушуришда кўтариш-тушуриш кучлари ҳам ошади айниқса ёриқларни беркитиб беркиткичларни силжитишда. Бу шароитда яна ўша ёриқдан сизиб ўтиш муаммосига дуч келамиз. Мазкур ҳолатдан чиқиш йўли бир ёқли эмас. Мумкин албатта, кўтариш механизмларини кучайтириш ҳисобига. Лекин бу йўл техник жихатдан чегараланган ва бу беркиткичга тушадиган юклама миқдорини чегаралайди.

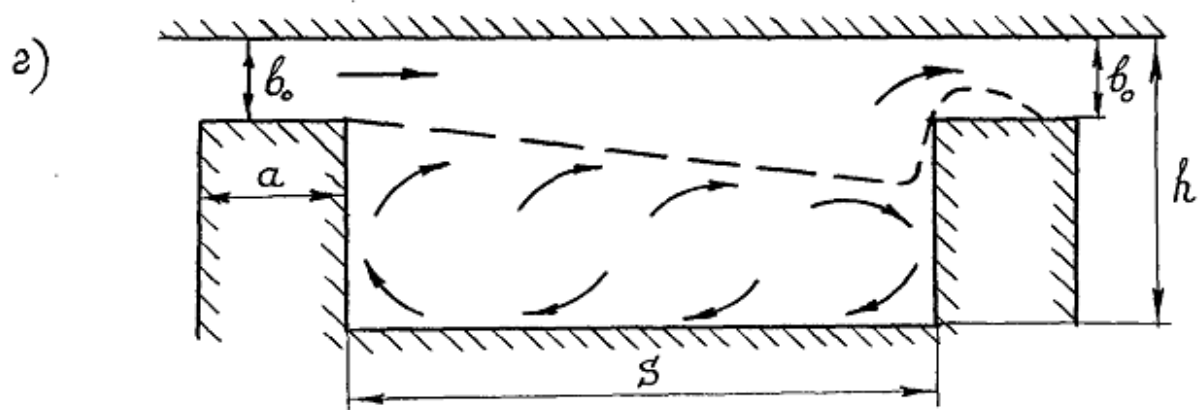
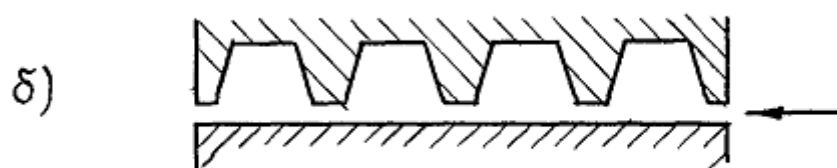
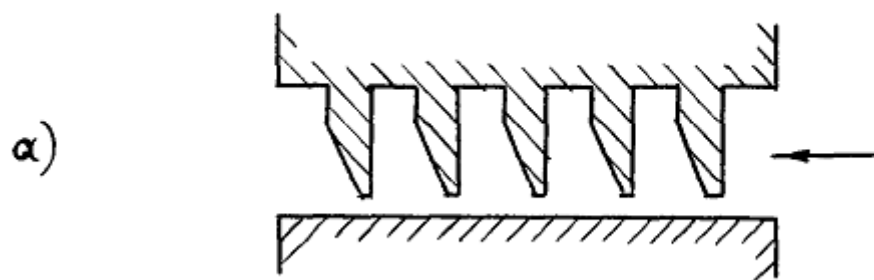
2.6. Бу муаммонинг бошқа ечими ҳам мавжуд, унга мувофиқ беркиткични моневрлаш зичланаётган юзадан бўшатиш зичловчи элементлар билан ёки зичловчи қурилмаи обоймага олиб қўйиш билан амлга оширилади. Бунда ҳосил бўлган оқиб ўтишлар зичланувчи контурга махсус киритилган гидравлик қаршилиқлар билан бартараф қилинади.

1.2. Лабиринтли зичлагичлар конструкциялари таҳлили.

Контактлашувчи зичланувчи юзалар орасида узунликнинг бирлигига максимал солиштира қаршилик кўрсатувчи тирқишларга йўл қўйувчи лабиринт зичлагичлар қурилмалар орасида чуқурликда юқори босимни беркиткичларда контурни зичлашда қўллаш учун яхши истиқболли ҳисобланади. Лабиринт зичлагичлар машинасозликда вакумли ва ракета техникасида кенг қулоч ёймоқда. [20]

Лабиринт зичлагичлар ишчи муҳит (суюқлик, буғ, газ) нинг томчиларини ўтказиб юборади лекин уларга самарали гидравлик қаршилик кўрсатади. Лабиринт зичлагичлар бир томонлама ва икки томонлама турларга бўлинади. Бир томонлама зичлагичларда контаклашувчи юзалардан бири тож поғона кўринишида, бошқаси эса текислик ёки силлик цилиндрик юзани эслатади.

Бир томонлама зичлагичларга: Демаг ва АЕГ фирмасининг (1.10а-расм) зичлагичлари, Броун-Бовери фирмасининг (1.10б-расм) трапециясимон поғонали ва думалоқланган шаклдаги бўртиқли (1.10в-расм) зичлагичлари мисол бўлади. Бу гуруҳ зичлагичларда оқиш ҳаракати тўғри чизик бўйлаб ўтади. Бундай лабиринтларда ҳаракат тасвири қуйидагича (1.10г-расм). Биринчи тирқишга киришда оқим трубага кираётгандек тораяди. Камерага чиқишда оқим кенгаяди ва турбулент силжиш туфайли ҳаракатдаги суюқлик массаси атрофдаги суюқликлар ҳисобига ошади. Камера охирида доимий масса ядроси ажралиб чиқиб, торайган холда иккинчи тирқишга дуч келади. Суюқликнинг бирлашган массаси ядродан ажралиб камерада цилиндр ҳаракат қилади ва бошқатдан оқимга қўшилади.



1.10-расм. Бир томонлама турдаги лабиринт зичлагичлар.

- а) Демаг ва АЕГ фирмаларининг;
- б) Броун-Бовери фирмаларининг;
- в) Думалоқланган бўртиқ шаклдаги зичлагичлар;
- г) Бир томонлама лабиринтда оқим ҳаракати тасвири.

Иккинчи гурух лабиринтларга поғонали бўртиқли, пичоқлар орасида суюқликнинг тўғри чизикли ҳаракатини тўсувчи пичоқлар жойлашуви ва камера конфигурацияга эга лабиринтлар киради.

Бундай зичлагичларга: Гутенхофнунгсхютте фирмасининг зичлагичлари (1.11а-расм), Демаг ва АЕГ фирмаларининг зичлагичлари (1.11б-расм) ва Броун-Бовери фирмасининг зичлагичлари (1.11в,г-расмлар) мисол бўлади.

1.11д-расмда катта ўзгаришли босимларда қўлланадиган, $b_0=0.25$ мм га тенг кичик тирқишли, ўткир тожли Шкода туридаги икки томонлама зичлагич кўрсатилган.

1.12-расмда иккинчи гурух лабиринтида оқим схемаси кўрсатилган. Суюқлик оқими лабиринт камерасида бир неча бор эгилиб суюқликнинг кўзғалмас массасини ҳаракатга келтиради, атрофдаги бўшлиқда бу оқим бўрон соҳасини юзага келтиради. Бўртиқ ва поғоналар эркин овим цўлини узайтиради, бу эса уни янада тинчлантиради. Иккинчи гурух лабиринтлари биринчисига нисбатан самаралироқ ҳисобланади.

Лабиринт зичлагичларнинг афзалликлари шундаки, улар контактилардан фарқли равишда зичловчи деталлар илгариланма-қайтма ҳаракатига тўсқинлик қилмайди. Бунда деталлар орасида ишқаланиш таминланади. Шунини такидлаш керакки, бир томонлама лабиринт деталларнинг икки томонлама ҳаракатига йўл қўйса, икки томонли лабиринт зичлаш учун айланувчи деталларни айлантиради.

Лабиринт зичлагичларнинг самарадорлигига таъсир этувчи параметрлари бўлиб: (1.10г-расм).

- а) Тирқиш b_0 ;
- б) Камера узунлиги S ;
- в) Камеранинг нисбий узунлиги $\hat{S}$;
- г) Камера баланлиги h_k .
- д) Тож эни α .

ҳисобланади.

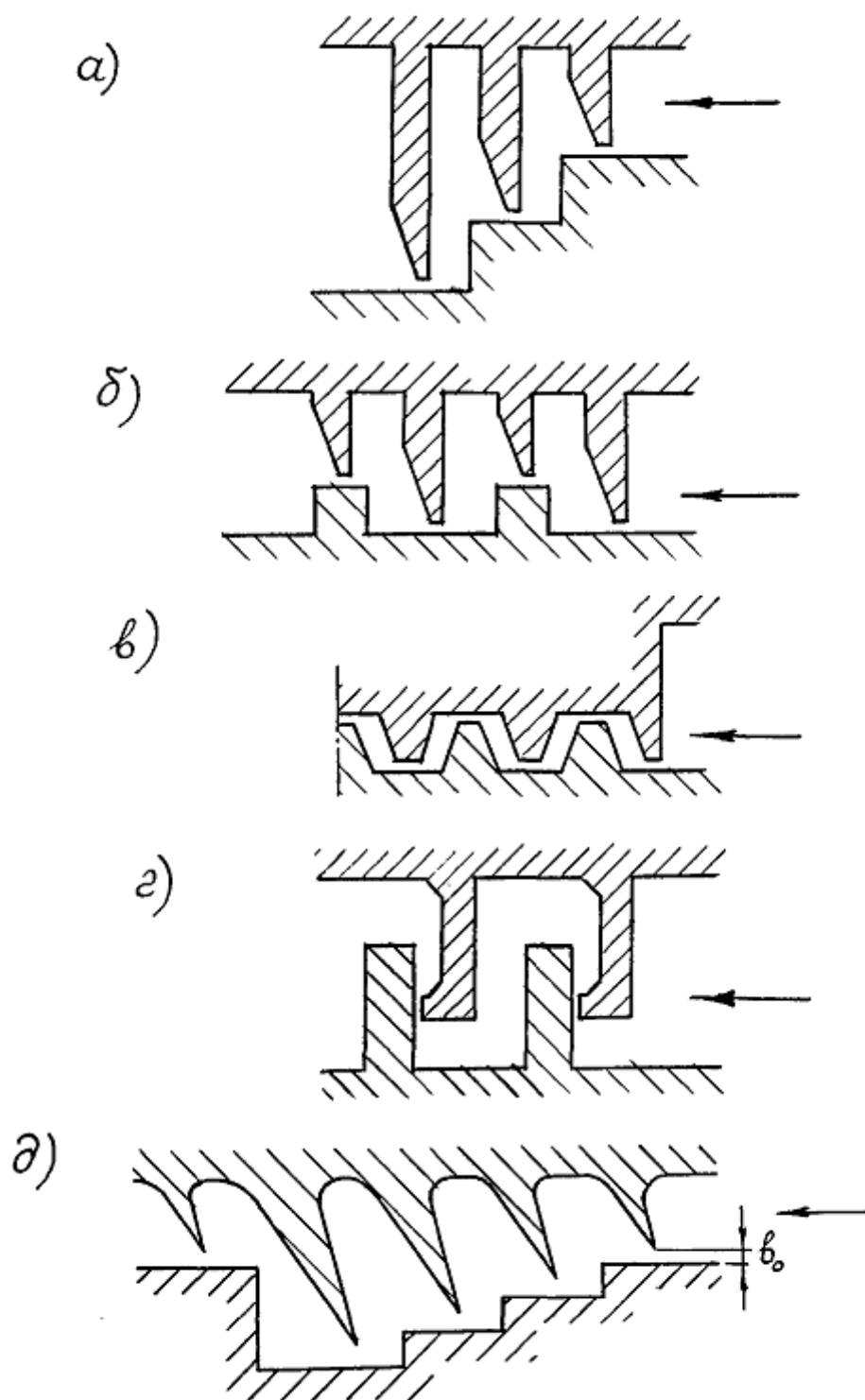


Рис.1.11. Икки томонлама лабиринт зичлагичлар:

- а) Гутехофнунгсхютте фирмасининг;
- б) Демаг ва АЕГ фирмалари;
- в) Броун-Бовери фирмаларининг;
- г) Броун-Бовери фирмасининг думмис зичлагичи;
- д) Катта ўзгарувчан босимлар учун Шкода зичлагичлари.

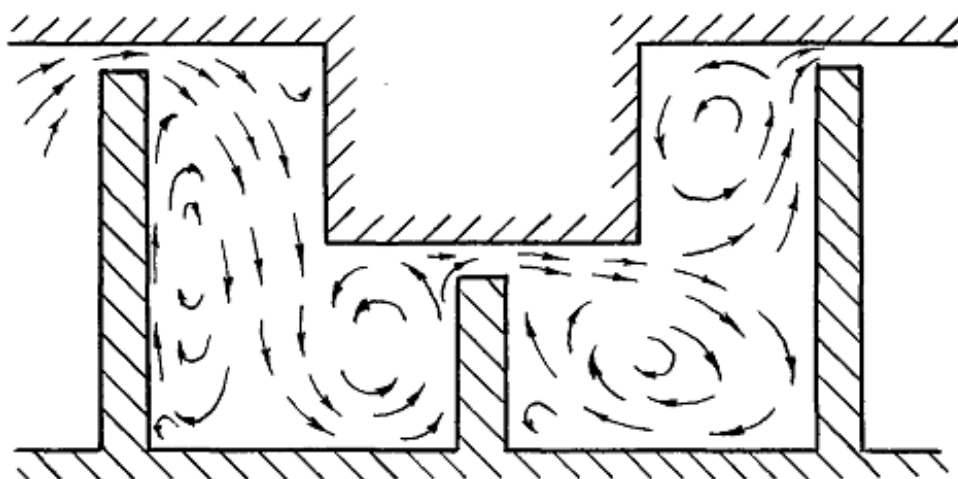


Рис.1.12. . Икки томонлама лабиринт зичлагичлар оқим харакати схемаси.

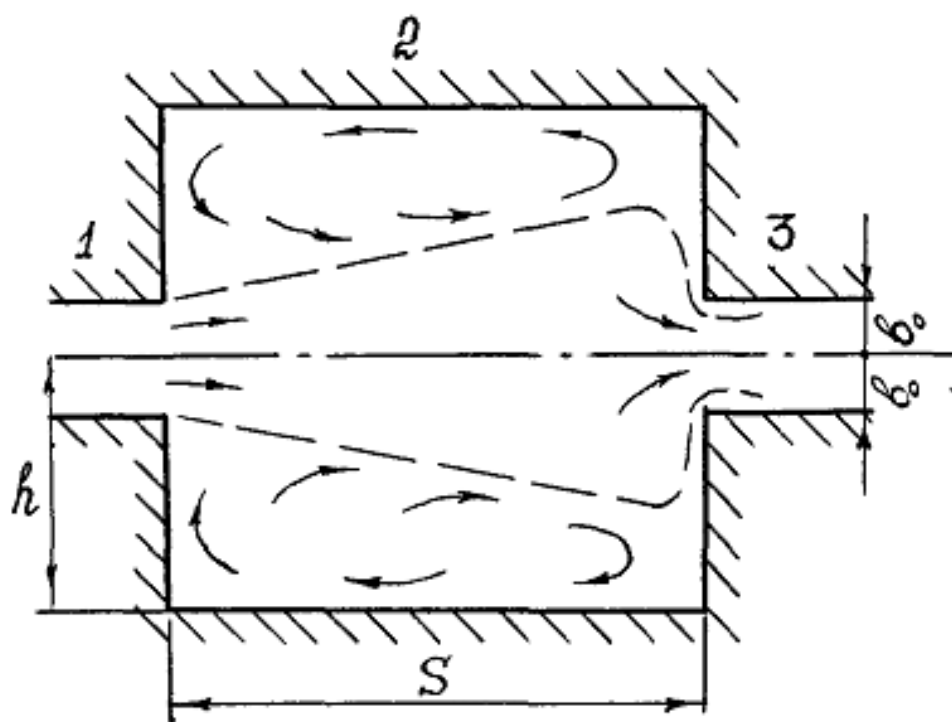


Рис.1.13. Икки томонлама симметрик зичлагичларда оқим харакати схемаси.

1.3. “Фарғона “Азот” ОАЖ қошидаги “Тескари лабиринт” ли тана зичлагичларини ишлаш принципи ва вазифалари.

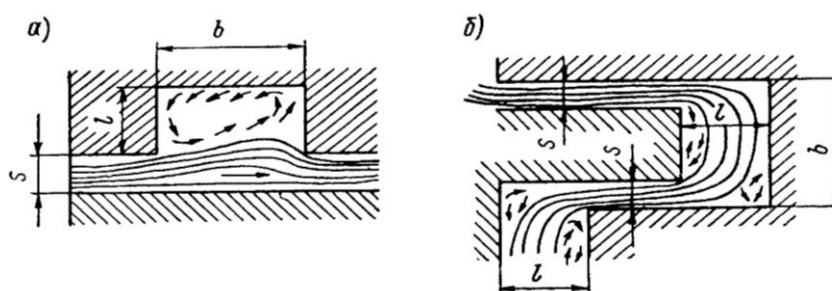
1.3.1. Тескари лабиринтли зичлагичларни ишлаш принципи.

Лабиринтли зичлагичлар агрегатларга қўйиладиган талабларга кўра ишчи суёқлик ва газни тўсилишини таъминлаши ёки уни чиқиш ёки оқишини камайтириши мумкин.

Лабиринтли зичлагичларда ишчи среда кетма-кет жойлашган қисқариш ва кенгайишлар орқали ўтиши билан боғлиқ, бунда бир қисм энергия иссиқликка айланади.

Лабиринтли зичлагичлар асосан икки ҳил кўринишга эга бўлади:

1. Бир тамонлама гребенли (1.14-а расм);
2. Икки тамонлама гребенли (1.14-б расм);

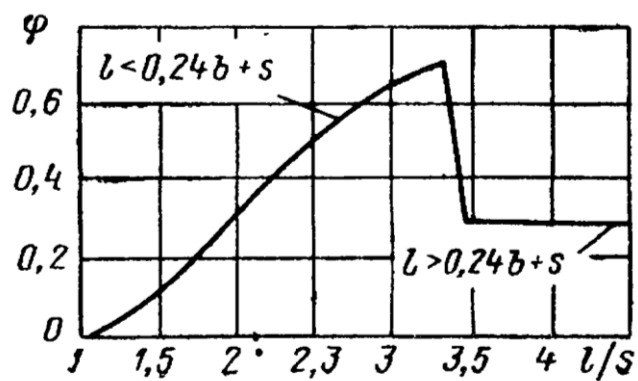


1.14-расм. Лабиринтли зичлагичларнинг асосий кўринишлари.

- а) Бир тамонлама гребенли зичлагични кўриниши;
- б) Икки тамонлама гребенли зичлагични кўриниши;

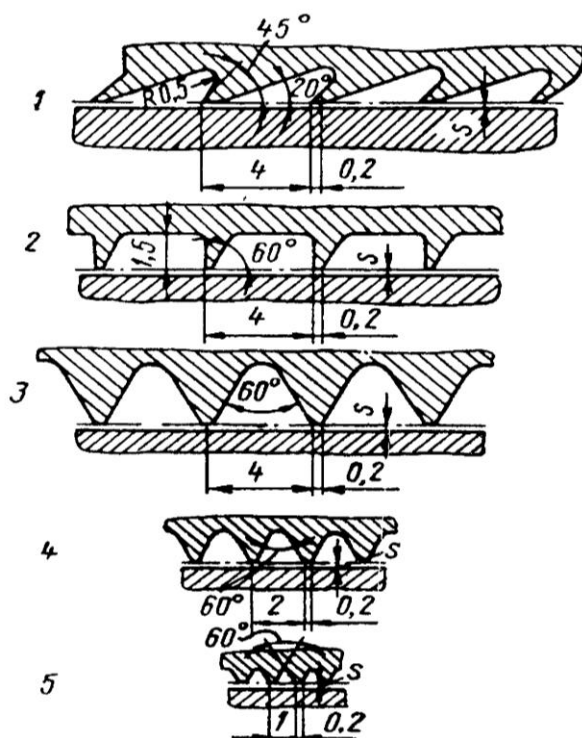
Биринчи ҳолатда оқимни ҳаракати тўғри чизиқли, ва иккинчи ҳолатда оқимни ҳаракати 180 га бурилган.

Герметиклаш учун лабиринт чуқурчаларини ва зозорлар ўлчамлари Н.А.Спицин усули билан аниқланиши мумкин. Бу усулда ўлчамлар энергияни лабиринтга киришдаги бор кучни улушлари бўйича ҳисобланган энергияни йўқотишини ҳисобга олувчи ϕ қаршилиқ коэффиценти миқдорига асосан танланади.



1.15-расм. φ ни l/s га нисбатан боғлиқлиги.

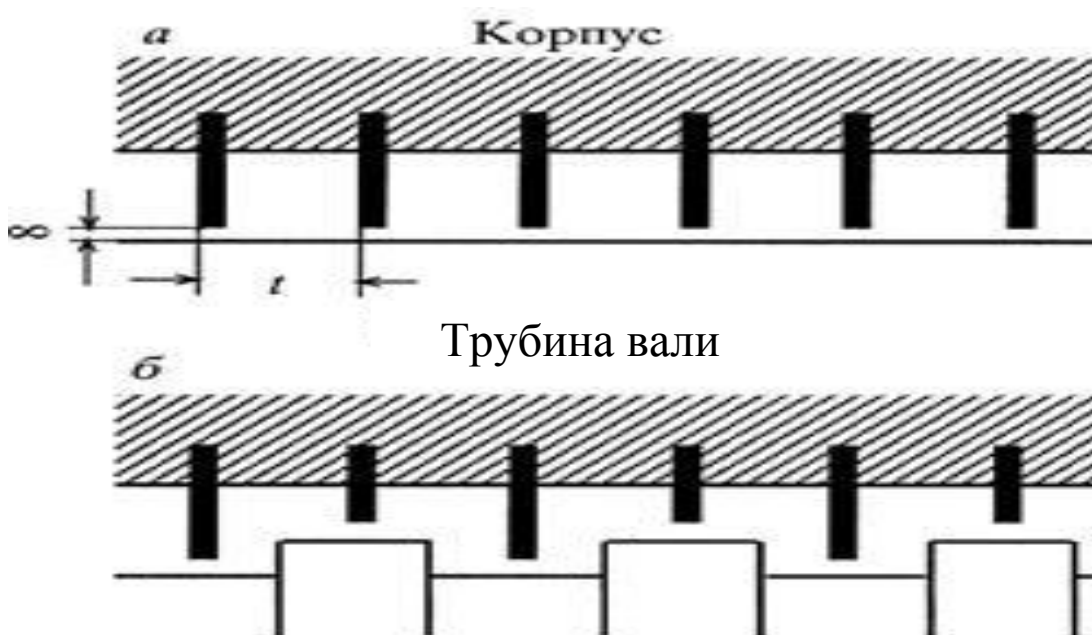
Размерсиз φ қаршилиқ коэффиценти миқлори қанча катта бўлса, суюқлик ёки газсимон мухитни зичлагич орасидан ўтишдаги энергия йўқотиши шунча кўп бўлади ва зичлагич ишончли тўсади. Бир камерали лабиринтлар учун l/s нисбат 0 дан 20гачаўлганда $\varphi = 0,0287b/s$



1.16-расм. Лабиринтли зичлагичларда s қиймати кўринишлари.

1.3.2 Лабиринтли зичлагичлар ва уларни вазифалари тўғрисида умумий маълумотлар

Лабиринт зичлагичлардан газ ёки пар билан ишлайдиган компрессор, турбиналарни ичдаги газ ёки парни ташкарига чикмаслигин таъминлаш учун зичлагичлар сифатида фойдаланади. Лабиринт зичлагичларнинг типик схемаси куйида келтирилган. Бунда оддий зичлагич зичлагич (1.17-расм а) ва лабиринт зичлагич (1.17-расм б)

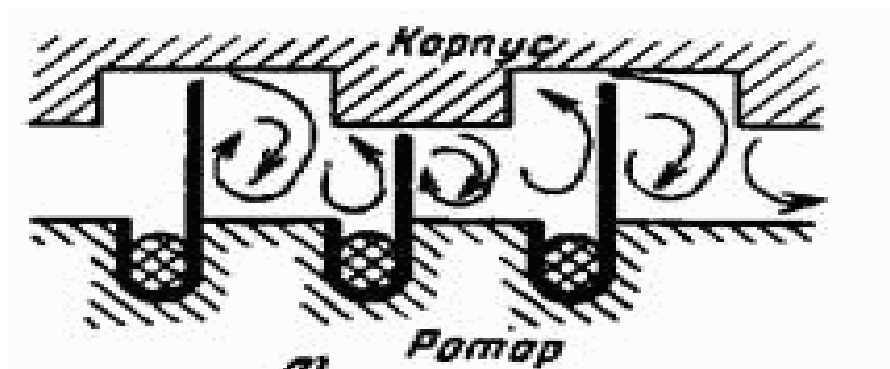


1.17-расм. Лабиринт зичлагичининг типик схемаси.

а) оддий зичлагич. б) лабиринт зичлагич.

Лабиринт зичлагичининг ишлаш принципи : вал буйлаб ўтаётган газнинг уярмавий тормозланишига ва вал ва лабиринт орасидаги тирқиш оркали ўтишда яна кенгайишига асосланган. (1.18-расм)

Лабиринт зичлагич ишлаш принципи вал ва тана орасидаги тор халкали чуқурчада газнинг уярмавий тормозланиши ва ката хажмдаги кейинги халкали камерада кенгайишига асосланган (2 - расм).



1.18- расм. Газнинг уярмавий тормозланиши.

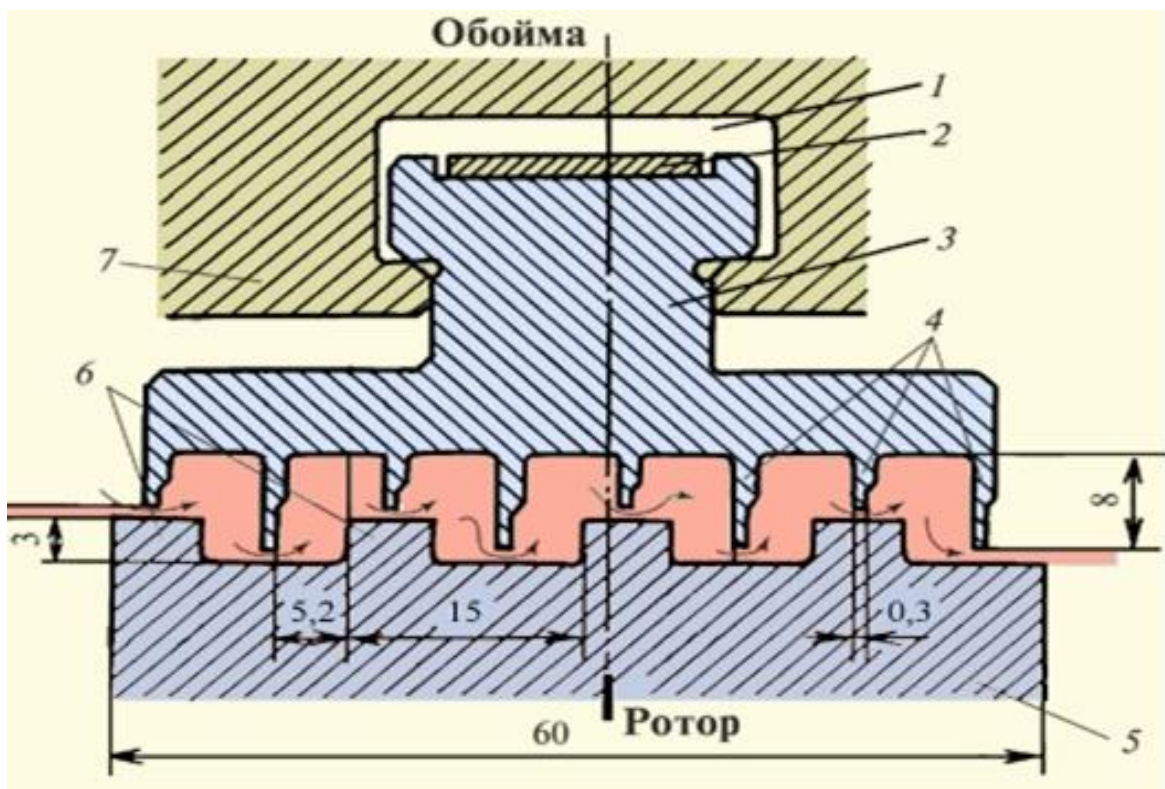
Корпус ва лабиринт орасидаги зазордан ўтаётган пайтда газ босими пасаяди, тезлиги эса ортади, зазордан утгач газнинг тезлиги пасайиб унинг босимини факат бир кисми яна кайта тикланади. Газнинг кайта тикланмайдиган кисми уярма хосил булиши ва зазордан ўтаётган пайтдаги газнинг кенгайиши учун сарф булади. Бу йукотишлар канча ката булса, (яъни, корпус ва лабиринт орасидаги зазор канча кичик булса) шунча босим кайта тикланмайди, бу эса лабиринт зичлагичининг эффективлигини оширади. Бундай лабиринт зичлагичлари камерасини кетма-кет жойлаштириш оркали лабиринт зичлагичи оркали ўтаётган газ микдорини сезиларли кайтиришга эришилади.

Лабиринт зичлагичларини ката харорат ва доиравий тезликлар катта булган курилма (компрессор, турбина в х.к) ларда ишлатилади. Чунки бундай курилмаларда контакт (торецли) зичлагичларни ишлатиш имконияти мавжуд эмас.

Лабиринт зичлагичларнинг бошка чизлагичларга нисбатан бир канча афзалликлари бор:

- ишкаланишсиз ишлаши;
- лабиринт деталларининг ишлаш вактида ейилмаслиги;
- эксплуатация килишга кулайлиги;
- доиравий тезликларнинг чегараланмаганлиги ва х.к.

Лабиринт зичлагичларнинг вазифаси шундан иборатки юкори доиравий тезлик ва ката хароратларда компрессор ёки турбиналарнинг таналарини зичлашга хизмат килади.



1.19-расм. Лабиринт зичлагичи камераси.

Бундай камераларни бирин кетин куйиш оркали бу турбина ротори зичланади (5 - расм)

Бу чизмамиздан куришиб турибдики турбинаниг роторини зичлашда лабиринт зичлагичлар кулланган . Бу роторни зичлаш учун бир нечта лабиринт камераларини урнатиш лозим.

II-БОБ. ЛАБИРИНТЛИ ЗИЧЛАГИЧЛАРНИ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ТАЙЁРЛАШ УСУЛЛАРИ.

2.1. Лабиринтли зичлагичларни асосий параметрларини ҳисоблаш усуллари.

1). Ҳозирги вақтда қўлланаётган лабиринтли зичлагичларни ҳисоблаш усули Г.Н. Абрамовичнинг лабиринтнинг алоҳида ячейкаси орқали оқиб ўтувчи эркин турбулент оқим учун назарий ечимига асосланган. Икки томонлама симметрик лабиринтли зичлагичларнинг бундай ячейкасининг қаршилиги (1.13-расм) икки қисмдан иборат бўлган доимий масса ядросидаги энергия йўқолиши билан аниқланади :

1) Ячейка боши ва охиридаги энергиялар фарқи;

2) Доимий масса ядросининг навбатдаги ёриққа тушиб қолишида ядронинг қўққисдан қисилиши натижасидаги энергия йўқолиши;

Ташкилловчилар таҳлили ва уларнинг давомий шаклланиши бўйича зилади. Текис эркин оқим доимий массаси ядросининг бошланғич участкасида энергиянинг ўлчамсиз йўқолиш микдори қўйидаги кўринишда:

$$\Delta e'_a = 1 - e'_a = 0.025 \frac{s}{b_0}, \quad (2.1)$$

Бу ерда: $\Delta e'_a$ - 1-ёриқдаги оқим тирик кучидан энергия йўқолиш хиссаси;

s - ячейка узунлиги;

b_0 - ёриқнинг ярим кенглиги;

Асосий участка соҳасида доимий масса ядро энергиясининг йўқ бўлиши қўйидагини ташкил этади.

$$\Delta e_a = 1 - e_a = 1 - \frac{54.5 H_2 (0.22s + h) \overline{h_{2u}^3}}{(s - s_0)^3}, \quad (2.2)$$

Бу оқим бошининг тенг маромдаги тезлигида қўйидагича ифодаланади:

$$\Delta e_a = 1 - \frac{12H_2}{s}, \text{ бунда } s = \frac{s}{b_0} \quad (2.3)$$

H_2 коэффициент Г.Н. Абрамович томонидан график кўринишида берилган:

$$H_2 = f_1(\varepsilon_n); \quad \varepsilon_n = f_2(\varphi_{я.п.}); \quad \varphi_{я.п.} = \frac{1.2}{s}$$

Яъни, провардида H_2 ячейка нисбий узунлиги s нингкўринмас функцияси, яъни $H_2 = f(s)$.

Ёриққа киришдаги энергия йўқолиши оқаванинг кўкқисдан торайишидаги йўқолиш каби аниқлани мумкин:

$$\Delta\Delta e_b = 0.5(1 - \frac{U_{c2}}{U_0}), \quad (2.4)$$

Бу ерда: $\Delta\Delta e_b$ - кўкқисдан торайган оқимнинг 3 ёриқдаги тирик кучдан қаршилиги;

U_{c2} - торайишгача оқимнинг ўртача тезлиги;

U_0 – торайишдан кейинги оқимнинг ўртача тезлиги;

$\frac{U_{c2}}{U_0}$ қиймат – доимий масса ядросидаги ўлчамсиз ўртача тезлик.

Бошланғич участкада у қуйидагича формула билан аниқланади .

$$\frac{U_{c2}}{U_0} = m'_я = 1 - 0.014s, \quad (2.5)$$

асосий участкада эса :

$$\frac{U_{c2}}{U_0} = m_я = 3.16H_1 \quad (2.6)$$

H_1 коэффициент s га боғлиқ холда аниқланади.

Лабиринт ячейкасининг тўлиқ қаршилиқ коэффициентлари Δe_a ва Δe_b лар йиғиндисидек ҳисобланади, бу бошланғич участка соҳасида ($s < 10.5$) қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\zeta' = 0.032 \frac{s}{b_0} = 0.032 s \quad (2.7)$$

Асосий участкада коэффициент қуйидаги ифода билан аниқланади.

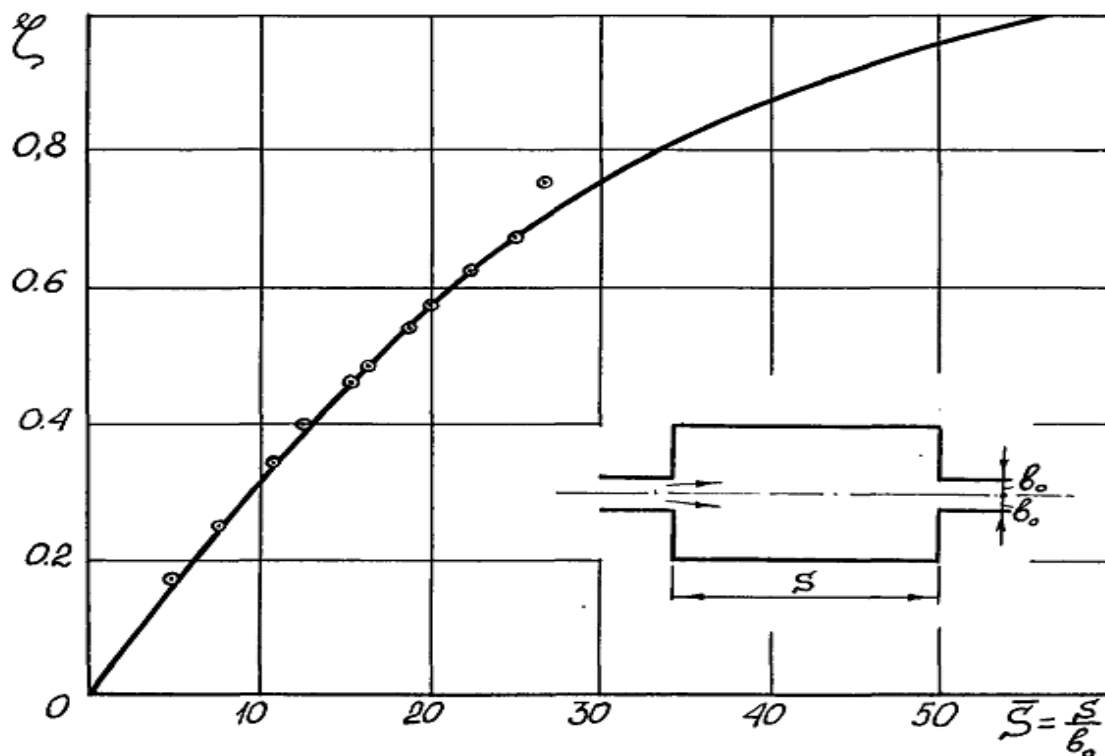
$$\zeta = 1 - \frac{12H_2}{s} + 0.5 (1 - 3.16H_1) \quad (2.8)$$

2.1-расмда шу $\zeta = f(s)$ формулалар билан ҳисобланадиган эгри кўрсатилган. Келтирилган таҳлиллар фақат кенг ячейкалар учун яроқли, агар ячейка кенглиги эркин оқим қалинлигидан кичик бўлса, унда унда

оқим ячейкасининг барча кесимларини тўлдиради ва унинг қаршилиги кўкқисдан кенгайишдаги зарбага ва навбатдаги оқим қисилишидаги йўқотишлардан таркиб топади, яъни,

$$\zeta = \left(1 - \frac{U_y}{U_0}\right)^2 + 0.5\left(1 - \frac{U_y}{U_0}\right), \quad (2.9)$$

бу ерда: U_y ячейканинг охиригача оқим билан тўлдирилгандаги тезлиги.



2.1-расм. Икки томонлама лабиринт зичлагичнинг битта ячейкаси қаршилик коэффиценти ζ нинг Г.Н. Абрамович бўйича унинг нисбий узунлиги s га боғлиқлиги [58].

—— - Г.Н. Абрамович назари эгри чизиғи;

••• - К.В. Чебишеванинг экспериментал нуқталари.

Г.Н. Абрамовичнинг ҳаққонийлиги К.В. Чебишева томонидан экспериментал исботланган. Тажрибаларда олинган кенг ячейка учун нуқталар шу расмдаёқ кўрсатилган. Тажрибалар хавода ўтказилган ва ячейка узунлиги $s=0\div 23$ оралиғида бўлган. Г.Н. Абрамович ечимларидан шунингдек К.К. Баулин муваффақиятли фойдаланди. И.Е. Идельчик. Г.Н. Абрамович ечимларига таяниб ва ўзининг

экспериментал маълумотларидан фойдаланиб турли хил лабиринт зичлагичларнинг қаршилиқ коэффициентини аниқлаш учун боғлиқликларни таклиф қилади.

Ёзилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар қаршилиқларнинг автомобиль соҳасида ётувчи Рейнольдс сонларида бажарилди, унда лабиринтлар қаршилиқ коэффициенти миқдори фақат улар тожлари ва ячейкалар атроф чизиг'ларига боғлиқ ва R_e сонининг таъсири йўқ.

Юқори босимли беркиткичлар контурларини зичловчи сифатида ишловчи лабиринт зичлагичларнинг тадқиқот қилиш экспериментлари кўрсатадики, бундай шароитда лабиринт қаршилиқ коэффициенти Рейнольдс сонининг катта таъсирига дуч келади. Мисол учун 1-тур лабиринт қаршилиғи коэффициенти турли тирқишларда беркиткичга 10 дан 240 мм.с.уст гача босим ўзгариш диапазонида 10% гача ўзгариши мумкин. ($R_e = 3.5 \cdot 10^4 \div 3 \cdot 10^5$)

Шундай қилиб юқори босимли гитротехник беркиткичлар лабиринтлари гидравлик шароитларнинг кенг диапазонини ўтиш зонасида ишлашлари мумкин. Шунга кўра, лабиринтларни қўллашни мазкур шароити учун ривожланган турбулентлик назариясини қўллашга асосланган ҳисоблаш усули етарли эмас.

Ўтиш зонасида қаршилиқларнинг маҳаллий коэффициентларини бўлимларнинг замонавий даражасида назарий йўл билан аниқлаш анча қийин кўринади, шунинг учун бу муаммони реал ечими ишончли экспериментал материалга асосланган ҳисоблашнинг эмпирик ёки ярим эмпирик усуллари яратишда.

2). Лабиринтла зичлагичларни ҳисоблаш бошланғич маълумотлар. Босим H , тезлик V_d , тирқиш b_0 лабиринтла зичлагичларни қабул қилинаётган босим H , миқдорининг чегараси йўқ. Тезлик V_d - тезликнинг рухсат миқдори. У билан лабиринт зичлагичларнинг тожидаги кавитацион ҳосил бўлиш даражасидан пасайиш ҳам мумкин, ёки кавитация эрозиясига етиб бориб, зичлагични муддатдан илгари таъмир талаб қилиши ҳам мумкин. Тезлик лабиринт контридан оқиб ўтган оқимлар йиғиндиси миқдори бўйча қегаралаши мумкин. Биз ўтказган тадқиқотларга биноан лабиринт тожи устидаги оқим тезлиги ўртача $23 \div 25$ м/с гача дейиш мумкин. Бу тезликларда лабиринтлардаги кавитацион эроза оқимнинг паст сарфланишида жуда кам. Тезликнинг 20 м/сдан пасайиши махсадга мувофиқ эмас чунки, у лабиринт зичлагични узайишига олиб келади ва кўшимча афзаликлари йўқ. Такидлаш керакки, лабиринт зичлагичнинг етарлича узунлигида тезликни исталган миқдоргача пасайтириш мумкин, аммо бу лабиринт зичлагичларнинг конструктив бажарилишида қийинчиликлар туғдириди.

Тирқиш миқдори b_0 лабиринт зичлагичларни контурини таркиб топтурувчи конструкциялар тайёрлашга йўл қўйишлар йиғиндиси билан аниқланади. b_0 қийматлари 2-3 мм дан 20 мм гача ўзгариши мумкин. Энг кўп ишончлик миқдори 5-15 мм. Такидлаш керакки, беркиткичсозлик ривожланиши билан тирқиш миқдори b_0 тобора камайиб боради. Бу эса лабиринт зичлагичларни конструкцияларининг компакт ва самарадор бўлишига олиб келади.

Лабиринт зичлагичларни ҳисоблашдан мақсад уларнинг оқим йўналаши бўйича узунлигини ва лабиринт тожлари сони “ z ” ни аниқлаш. Бошқа мақсад қўйилиши ҳам мумкин, айтиш чоғда: зичлагичнинг беркиткичда жойлашув шароитида босим, тирқишнинг аниқ қийматида ва узунлигининг L қийматида тезлик V_d ни аниқлаш.

Зичлагичнинг узунлиги L га санаб ўтилган маълумотлардан ташқари лабиринт тожи кенглиги “ a ”, тожлар мутлоқ биқирлиги ўлчами

Δ_1 тож қаршисида уланган текислик (масалан, затор камераси) ғадир – будурига Δ_2 . Лабиринт моделларида ишчи камера шифи ўша текислик ҳисобланади.

Лабиринт тожи кенглиги “ $\check{a}$ ”ни тирқиш миқдори b_0 дан бир хисса деб оламиз; $\check{a}=\eta b_0$. у лабиринт узунлигини катталаштиради ва алоҳида қадам қаршилиқ коэффициентини пасайтиради (лабиринт тожи ва ячейкаси билан бирга), шунинг учун “ $\check{a}$ ” ўлчам тайёрлаш технологияси, сақлаш, транспортировкаш, монтаж қилиш шартига кўра минимал қийматда қабул қилиниши керак. Биз “ $\check{a}$ ” ўлчами $(0.1 \div 1.0) b_0$ диапазонда кўриб чиқамиз.

Тож ва шифт текислигининг мулоқ ғадир-будурликлари Δ_1 ва Δ_2 умумий ҳолда тенг эмас ва асосан уларни тайёрлаш технологияси билан берилади.

Δ_1 ва Δ_2 қийматларини тирқиш узунлигида энергия йўқолошига таъсир кўрсатади ва имкон қадар катта бўлишлари керак, лекин қуйида белгиланган чегарада.

Лабиринт зичлагичлари жамланган узунлиги L ни қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин.

$$L = Z \hat{S} b_0 + \check{a} + \check{a} \quad (2.10)$$

бу ерда: Z - лабиринт зичлагичлар сони

$\hat{S} = \frac{S}{b_0}$ - лабиринт зичлагичлар параметри

b_0 - тирқиш

$\check{a}$ - лабиринт тожининг кенглиги

“ $\check{a}$ ” – ўрнингга унинг ηb_0 ни (1.3 пунктга биноан)

$$L = Z \hat{S} b_0 + \eta b_0 + \eta b_0 = b_0 [Z \hat{S} + \eta + \eta]$$

га эга бўламиз, ёки η ни кичиклиги учун

$$L \approx b_0 Z \hat{S} + \eta \quad (2.11)$$

Ўртача тезлик V_d тирқиш ва b_0 қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$V_d = \varphi \sqrt{2gH}$$

бу ерда: φ тезлик коэфитциенти, $\varphi = \frac{1}{1+\zeta}$

ζ - уларнинг зичлагичи қаршилиқ коэфитциентилари егиндиси.

H – босим, м.с.уст.

$$V_d = \frac{1}{1+\zeta} \sqrt{2gH} \quad (2.12)$$

Тенгалама иккала қисмини квадратга кўтарамиз

$$V_d^2 = \frac{2gH}{1+\zeta}, \text{ оламиз, бу ердан:}$$

$$\sum \zeta = \frac{2gH}{V_d^2} \quad (2.13)$$

Қаршилиқнинг жами коэфитциенти

$$\sum \zeta = \zeta_{bx} + \eta \zeta_i$$

бу ерда: ζ_{bx} -лабиринтга киришдаги қаршилиқ коэфитциенти, $\zeta_{bx} \approx 0.5$

ζ_i – зичлагич алохида қадами қаршилиқ коэфитциенти,

Ундан келиб чиқади:

$$Z = \frac{\sum \zeta - \zeta_{bx}}{\zeta_i} = \frac{\sum \zeta - 0.5}{\zeta_i} \quad (2.14)$$

(2.13) ва (2.14) формулаларни ўрнига қўйиб қуйидаги формулага эга бўламиз

$$Z = \frac{\frac{2gH}{V_d^2} - 1 - 0.5}{\zeta_i} = \frac{\frac{2gH}{V_d^2} - 1.5}{\zeta_i} \quad (2.15)$$

ва (2.15) ни (2.11) формулага қўйиб :

$$L = \frac{b_0 \frac{2gH}{V_d^2} - 1.5}{\zeta_i} \hat{S} + \eta \quad (2.16)$$

ζ_i - коефисент қуйидаги формулалар билан ифодаланади

$$\zeta_i = k_1 \zeta_0 + \zeta_1^{\text{тр}} + \zeta_2^{\text{тр}} \quad (2.17)$$

Бу ерда: k_1 - $\frac{\ddot{a}}{\partial_z}$ га боғлиқ коэффицент

ζ_0 –лабиринт алохида ячекаси қаршилиқ коэффиценти Г.Н. Абранович бўйича.

$\zeta_1^{тр}$ - тож устида тирқиш узунлигидаги ишқаланишга қаршилик коэффиценти

$\zeta_2^{тр}$ - зичлагич “шифти” бўйлаб узунлигидаги ишқаланишга қаршилик коэффиценти.

$$\zeta_1^{тр} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \frac{a}{\partial_z}$$

Бу ерда: λ_1 лабиринт тожи нисбий узунлиги бирлиги ишқаланиш қаршилик коэффиценти.

λ_2 - лабиринт қаршисидаги текислик нисбий узунлиги бирлигини ишқаланиш қаршилик коэффиценти.

∂_z - тирқишнинг гидравлик диаметри, $\partial_z = 2b_0$

$$\zeta_1^{тр} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \frac{\eta b_0}{2b_0} = 0.25(\lambda_1 + \lambda_2)\eta \quad (2.18)$$

$$\zeta_2^{тр} = \frac{1}{2}\lambda_2 \frac{11b_0}{\partial_r}$$

Коэффициент $1/2$ киритилади, шунинг учунки, қаршиликда тирқишдагидек иккита эмас, балки битта девор қатнашади.

$$\zeta_2^{тр} = \frac{1}{2}\lambda_2 \frac{11b_0}{2b_0} = 2.75\lambda_2 \quad (2.19)$$

(2.18) ва (2.19) формулаларни (2.17) формулага қўйиб,

$$\zeta_i = k_1 \zeta_0 + 0.25 \lambda_1 + \lambda_2 \eta + 2.75\lambda_2 \quad (2.20)$$

ни оламир.

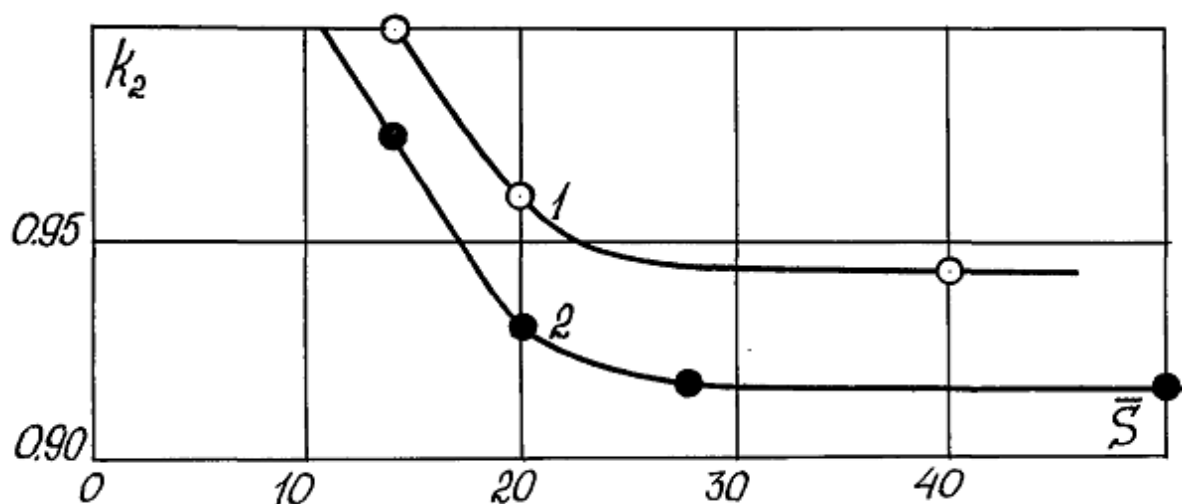
Барча юқорида келтирилган таҳлиллар R_e бўйича қаршиликнинг квадратланган соҳасига таалукли. Лабиринтнинг қаршиликларга ўтиш зўнасидаги ишини (бир оз запас билан) ҳисобга олиш учун: 1). 1 – тур лабиринт учун Рейнольдиси сони четлама қийматини $R_{e_{пред}} = 10^{5.94 - 0.65\zeta_i}$ формуласи бўйича аниқлаш 5 тур лабиринтлар учун $R_{e_{пред}} = 10^{5.63 - 0.70\zeta_i}$ формуласи бўйича аниқлаш зарур.

$R_{e_{пред}}$ қийматлари экспериментал йўл билан олиган (2.2 ва 2.4) расмга қаранг.

Агар $Re = \frac{VD_c}{\nu} < Re_{пред}$ бўлиб чиқса қаршиликларнинг ўтиш зўнаси “қошиғига” K_2 коэффициент кўринишида тузатиш киритиш керак, унда

$$\zeta_i = k_1 k_2 \zeta_0 + 0.25 \lambda_1 + \lambda_2 \eta + 2.75 \lambda_2 \quad (2.21)$$

s параметри турли қийматлар учун экспериментлар натижасида ҳисобланган K_2 коэффициент 2.2 – расмда $K_2 = f(s)$



2.2 – расм. Турли хил лабиринт зичлагичлар учун $K_2 = f(s)$ ни боғлиқлиги

- 1- $K_2 = f(s)$ боғлиқликнинг 5 – тур лабиринтлар учун эгри чизиғи;
- 2- 1 – тур лабиринтлар учун эгри чизиғи.

Бу ерда лабиринт зичлагичларнинг 1 ва 5 – турларини ажратувчи критерини киритиш ўринлидир. Г.Н.Абравнович лабиринт зичлагичлар ҳисобига Тольминнинг эркин оқимлар назариясини қўллади, бу лабиринт тожи устидаги тирқиш нисбий узунлигини ҳисоблашга имкон берди, бу узунликда тожнинг олдинги қирасидан отилиб чиққан оқим тирқиш кесимии тўлдириди. Оқим қисилишининг $\varepsilon = 0.61$ коэффициенти узунлигида: $a \approx 1.6 b_0$ [43] ни ташкил қилади. Бу нисбатни 1 ва 5- тур зичлагичлар орасидаги чегара деб ҳисоблаш мумкинга ўхшайди $a \geq 1.6 b_0$ бўлганда 1- тур, $a < 1.6 b_0$ бўлганда 5- тур зичлагичлар билан боғлиқ бўлади.

(2.21) формулани (2.16) формулага қўйиб:

$$L = \frac{b_0 \frac{2gH}{v_0^2} - 1.5 \hat{s} + \eta}{k_1 k_2 \zeta_0 + 0.25 \lambda_1 + \lambda_2 \eta + 2.75 \lambda_2} \quad (2.22)$$

га эга бўламиз.

Агар лабиринт уланган қарама- қарши юзаси зангаламас пўлатдан тайёрланган бўлса, унда унинг ғадир – будурлиги ва унда λ_2 коэффициент ота кичик ва (2.22) формула

$$L = \frac{b_0 \frac{2gH}{v_0^2} - 1.5 \hat{s} + \eta}{k_1 k_2 \zeta_0 + \lambda_1 \eta} \quad (2.23)$$

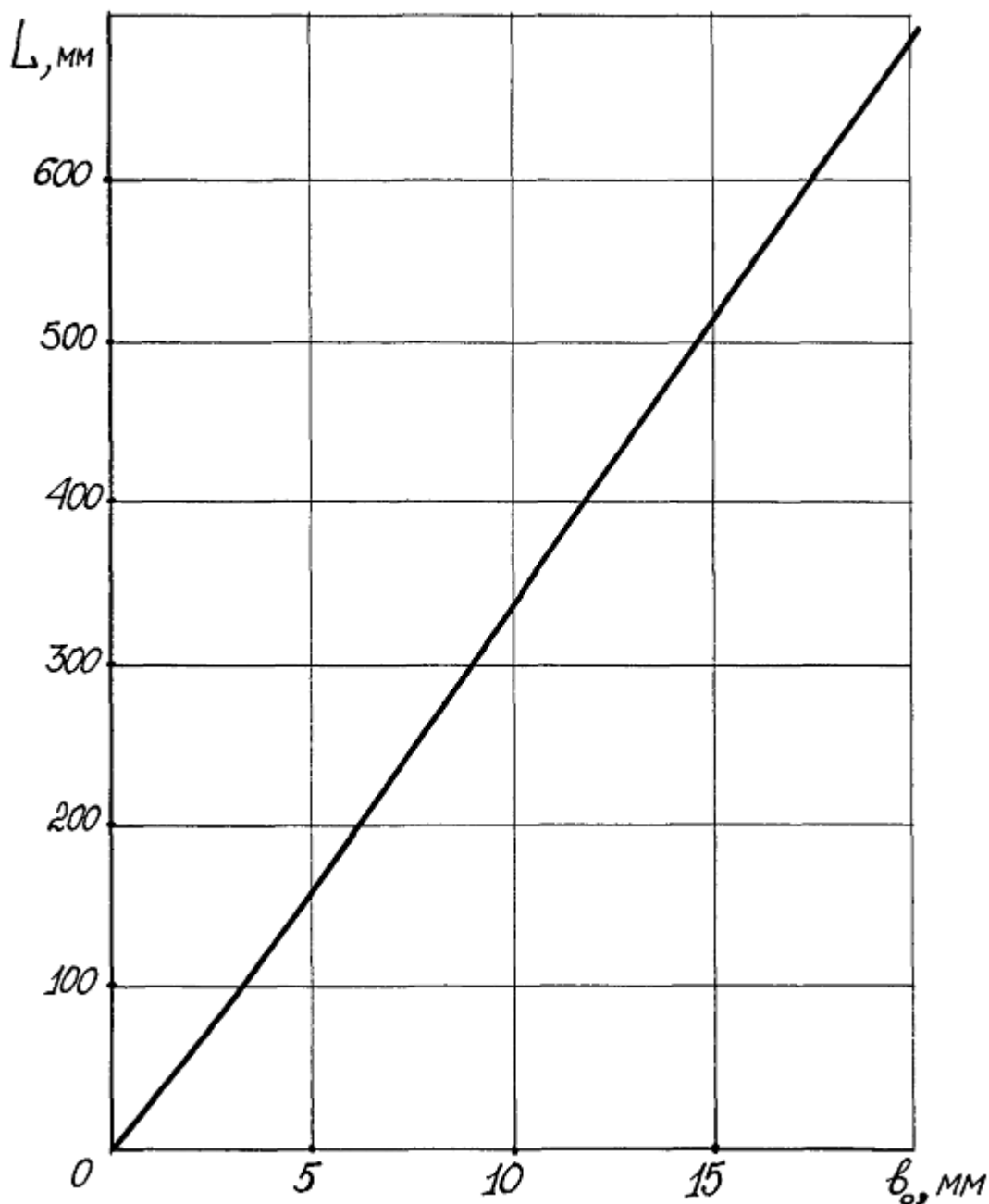
(2.22) формуладан келиб чиқадики, лабиринт зичлагичларининг оқим йўналишдаги узунлиги b_0 тирқиш ўлчамига жуда боғлиқ ва лабиринт узунлигини камайтириш b_0 тирқишни максимал даражада камайтириш керак. Зичлагич L узунлигининг b_0 тирқиш қийматига қараб ўзгаришининг типавий графиги 2.3-расмда келтирилган.

Экспериментлар ва тажрибалар маълумотларини ишлаб чиқиш шароитида маълум бўлдики (2.22) формулага кирувчи $s = 20$ параметр қиймати лабиринт зичлагичлар барча конструкциялари учун оптимал ҳисобланмайди. Бу қиймат ячейка узунлиги билан ўлчанадиган (ячейка узунлигидан $1/6 \div 1/4$ ва ортиқ) “ а ” тожни етарли кенглигига эга лабиринтлар учун хусусий хол. “ а ” ўлчамнинг камайтиришида, шунингдек тож мутлоқ ғадир-будурлиги Δ ва мувофиқ равишда λ_1 коэффициентнинг ошишида s оптимал қиймати камаяди ва базибир қиймати $\lambda_1 = \lambda_{1\text{пред}}$ да нолга интилади, бу шуни англатадики Δ ва λ_1 нинг доимий ошишида лабиринт зичлагич қурилмалари оддий ёриқ зичлагичларига нисбатан ҳеч қандай самара бермайди ва $\lambda_1 = \lambda_{1\text{пред}}$ бўлганда ёриқ зичлагичга ўтиши керак. Ҳисоблашимизга кўра $\lambda_{1\text{пред}}$ қиймати $0.063 \div 0.0645$ га тенг.

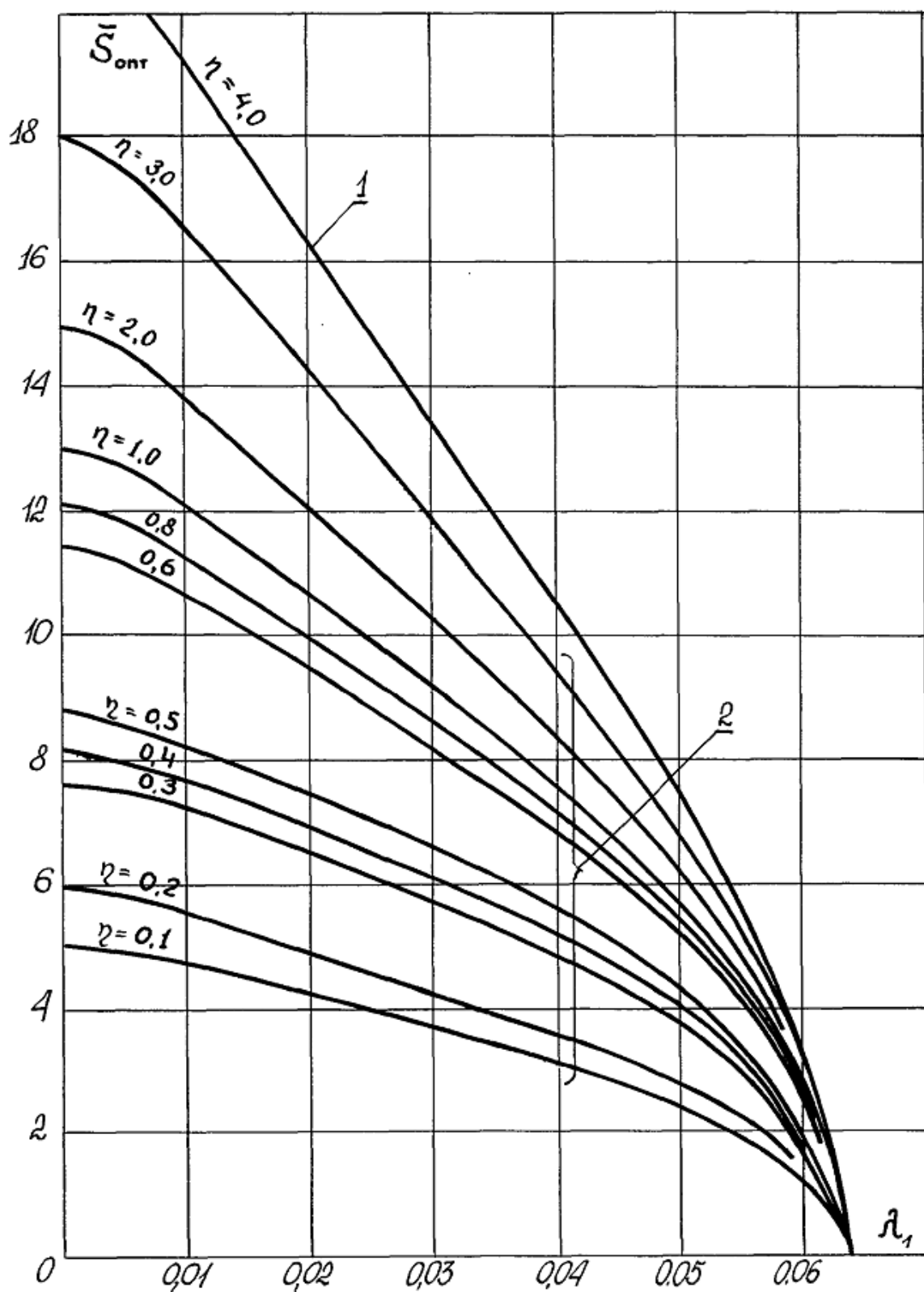
s оптимал қийматларининг λ_1 коэффициентга боғлиқлиги 2.4-расмда келтирилган.

2.5-расмда мисол тариқасида лабиринт зичлагичи узунлиги L нинг ҳисоблаш натижалари λ_1 дан функцияда (2.23) формула бўйича

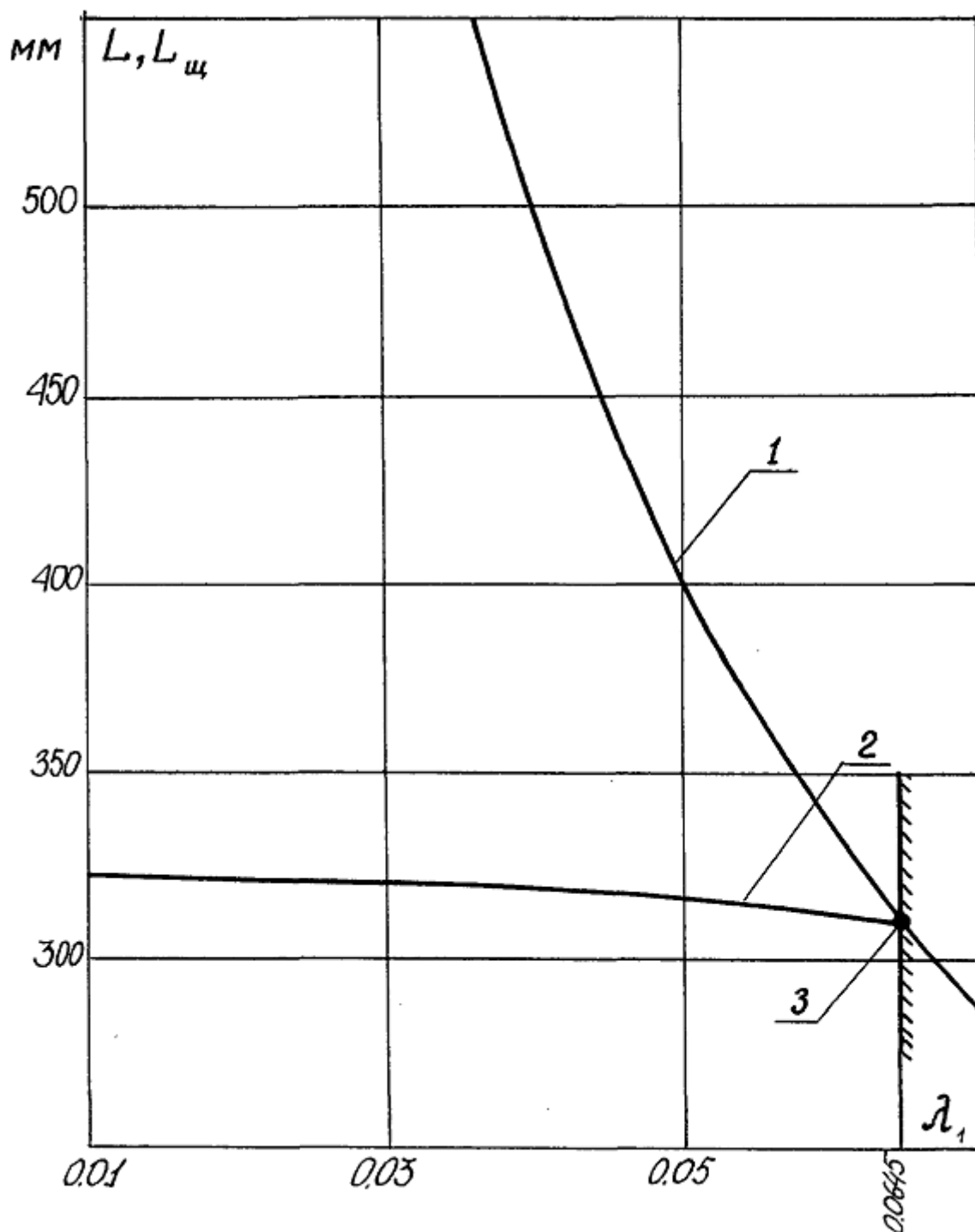
қаршилиқнинг автомобиль зонаси учун K_1 коэффициент ва узунлиқни ҳисобисиз келтирилган. $L_{ш}$ -ёриқ зичлагичи узунлиги бир хил ва ўша бошланғич шароит учун $H=100\text{м}$; $V_d=18\text{ м/с}$, $b_0=2\text{мм}$. Расмдан кўринадики лабиринтлар $\lambda_1=0,0645$ аниқ қийматгача самарали.



2.3-расм. $H=00\text{ мм.с.уст}$ ($\sim 1000\text{ кПа}$); $V_d=25\text{ м/с}$; $\Delta_1=0.10$; $\Delta_2=0.10$; $h=0.5$ шароит учун лабиринт зичлагичлари узунлигининг b_0 тирқиш қийматига боғлиқлигини характерловчи эгри чизик.



2.4-расм. $\eta = \frac{a}{b_0}$ нинг турли қийматларида лабиринт зичлагичлари оптимал параметри $s_{\text{опт}}$ нинг λ_1 коэффициентга боғлиқлиги. 1-эгри чизик $s_{\text{опт}} = f(\lambda_1)$ $a = \text{const} = 8\text{мм}$; 2-эгри чизиклар дастаси $s_{\text{опт}} = f(\lambda_1)$ $\eta = (0.1 \div 4.0)b_0$ да $a = \eta b_0$ шароит учун.



2.5-расм. Лабиринт зичлагичлар учун L ва ёрик зичлагичи узунлиги $L_{ш}$ нинг $H=100\text{мм.с.уст}$; $V_d=18\text{м/с}$; $b_0=2\text{мм}$; бўлганда λ_1 коэффициентга боғлиқлиги.

1- эгри чизик $L_{ш}=f(\lambda)$ ёрик зичлагичи учун; 2- эгри чизик $L=f(\lambda)$ лабиринт зичлагичи учун; 3-лабиринт ва ёрик зичлагичларини қўллаш соҳалари орасидаги чегарани белгиловчи нукта.

λ_1 нинг қиймати 0.0645 дан ошганда ёриқзичлагичларини қўллаш мақсадга мувофиқ. Ишқаланиш қаршилиги коэффиценти λ_1 ни квадрат конуни режимида ғадир-будур деворли каналлар учун Прандтля-Никурадзе [55.73] формуласидан аниқлаш мумкин.

$$\lambda_1 = \frac{1}{(2lg\frac{3.7}{\Delta})^2}$$

бу ерда: Δ - нисбий ғадир-будурлик, $\Delta = \frac{\Delta}{D_r}$; $Re = 10^5 \div 10^7$ бўлганда текис трубалар учун $K_3 \approx 1.06$ [55] коэффицент киритилади.

Шундай қилиб,

$$\lambda_1 = \frac{1.06}{4(lg\frac{3.7}{\Delta})^2} = \frac{0.265}{(lg\frac{3.7}{\Delta})^2} \quad (2.24)$$

Тирқиш учун $D_r = 2b_0$, у ҳолда:

$$\lambda_1 = \frac{0.265}{(2lg\frac{3.7 \cdot 2b_0}{\Delta})^2} = \frac{0.265}{(2lg\frac{7.4b_0}{\Delta})^2} \quad (2.25)$$

Юқорида айтилганидек, лабиринтларни қўллаш соҳасида λ_1 нинг четланма қиймати $0.063 \div 0.0645$ ни ташкил қилади. (2.25) формулага $\lambda_1 = 0.0645$ қийматни қўйиб, четланма мутлоқ ғадир-будурлик b_0 тирқиш вийматига пропорционаллигини топамиз ва у:

$\Delta_{пред} = 0.07b_0$ ни ташкил қилади.

Қуйида (2.22) ва (2.23) формулалар билан ҳисоблаш кетма-кетлиги тавсияси келтирилган.

1) Бошланғич маълумотлар аниқланади: Босим H ва тирқиш b_0 (кейингиси конструктив олинади);

2) Рухсат этилган тезлик аниқланади V_d (1 пунктга қаранг)

3) Лабиринт тожи ва унга қарама-қарши юза мутлоқ ғадир-будурлиги Δ_1 ва Δ_2 баҳоланади (берилади). Мутлоқ ғадир-будурлиги Δ_1 ва Δ_2 олдиндан

белгиланиши мумкин, агар тайёрлаш технологияси бунга йўл қўйса, унда $\Delta_{\text{пред}}=0.07b_0$;

4) Тож палкаси узунлиги $a = \eta b_0 = (0.1 \div 1.0)b_0$ оралиғида берилади, лекин имкон қадар камроқ;

5) Δ_1 ва Δ_2 бўйича λ_1 ва λ_2 лар (2.25) формулага биноан ҳисобланади;

6) 2.4-расмда график бўйича λ_1 ва η бўйича $s = s_{\text{opt}}$ параметрининг оптимал қиймати аниқланади;

7) $\frac{a}{D_r} = \frac{a}{2b_0}$ га боғлиқ K_1 коэффициент аниқланади.

8) $b_0=10\text{мм}=10 \cdot 10^{-3}\text{м}$,

$\theta=1 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ бўлганда

Рейнольдс сони

$$Re = \frac{25.2 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^5$$

$$Re_{\text{пред}} = 10^{5.63-0.7\zeta_i} = 10^{5.63-0.7-0.321} = 2.54 \cdot 10^5$$

$$\text{Бу ерда: } \zeta_i = K_1 \zeta_0 + 0.25 \lambda_1 + \lambda_2 \eta + 2.75 \lambda_2 =$$

$$= 1.32 \cdot 0.188 + 0.25 \cdot 0.0365 + 0.0177 \cdot 0.5 + 2.75 \cdot 0.0177 = 0.321$$

$$\zeta_0 = 0.188, \quad s=6,$$

$$5 \cdot 10^5 = Re > Re_{\text{пред}} = 2.54 \cdot 10^5$$

Қаршиликнинг квадратли қонуни, яъни $K_2=1.0$

9) (2.16) формуладан лабиринт зичлагичлар узунлигини аниқлаймиз.

$$L = \frac{b_0 \frac{2gH}{V_d^2} - 1.5}{\zeta_i} \hat{S} + \eta = \frac{10 \frac{2 \cdot 9.81 \cdot 100}{25^2} - 1.5}{0.321} \cdot 6 + 0.5 = 332 \text{ мм}$$

(2.15) бўйича лабиринт қадамлар сони

$$Z = \frac{\frac{2gH}{V_d^2} - 1.5}{\zeta_i} = \frac{\frac{2 \cdot 9.81 \cdot 100}{25^2} - 1.5}{0.321} = 5.096$$

$Z=5$ оламиз, ухолда (2.10) бўйича

$$L = b_0 Z \hat{S} + \eta = 10 \cdot 5(6+0.5) = 325 \text{ мм}$$

10) Агар шу мисолда, тенг бошланғич маълумотларда $V_d=20$ м/с олсак, ухолда лабиринт зичлагичининг узунлиги

$$L = \frac{10 \frac{2 \cdot 9.81 \cdot 100}{20^2} - 1.5}{0.321} \cdot (6 + 0.5) = 690 \text{ мм}$$

$Z = 10.6 \approx 11$ ва сўнги ечим,

$$L = 11 \cdot 10(6 + 0.5) = 715 = 0.715 \text{ м.}$$

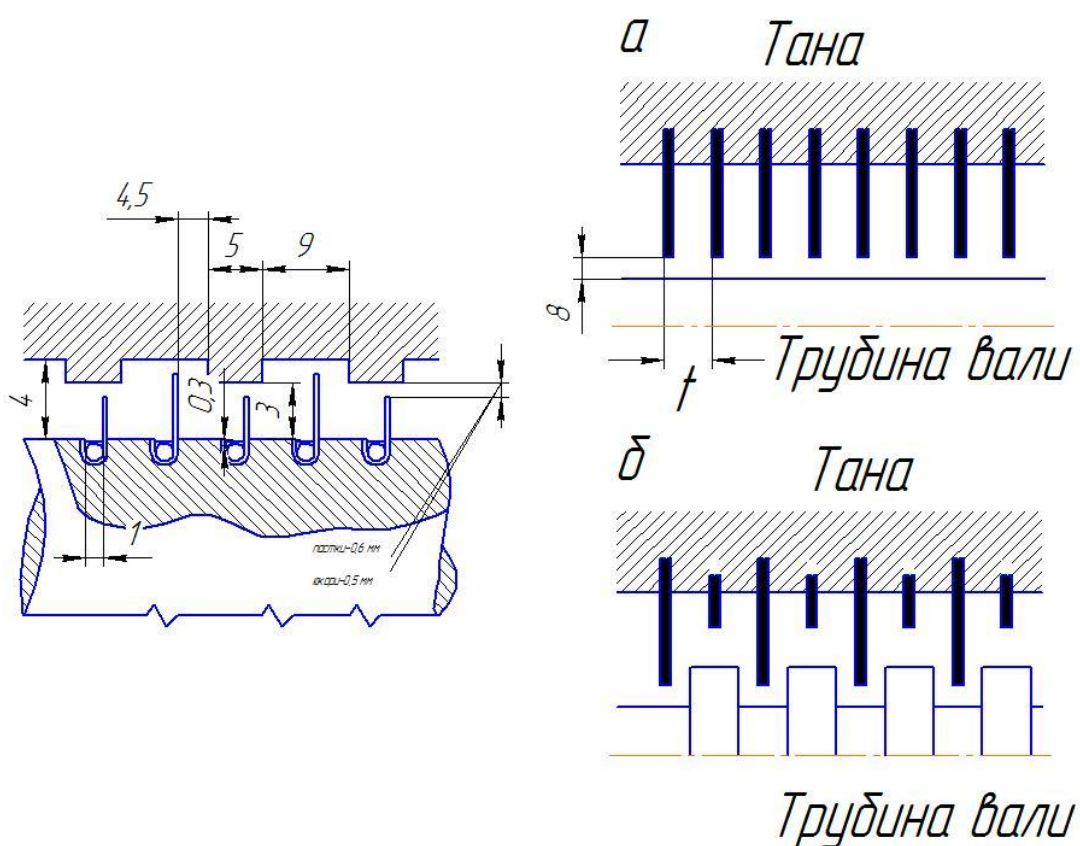
2.2. Фарғона “Азот” ОАЖ қошидаги “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари.

2.2.1. Тескари лабиринтли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари.

Лабиринтли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари таҳлили асосида зичлагичларни тайёрлаш усуллари кўриб чиқамиз. Зичлагичлар алоҳида ярим-автоматда загатовка сифатида лента олиш ва уни керакли кўринишга келтириш учун деформациялаш усули билан эгиб аста секин керакли ўлчамли тана зичлагичи олинади. Бир вақтнинг ўзида ушбу кўринишга келтирилган лентани талаб этилган диаметрга эга бўлишини лентани маълум диаметрга мослаш қурилмаси билан таъминланади.

Лабиринтли тана зичлагичлар конструкциялари 2.6-расмда келтирилган. Бунда лабиринтли тана зичлагичларни конструкциялари илмоқ кўринишга эга. Зичлагични танадан ёки валдан чиққан қисми ҳам ушбу расмда келтирилган.

Фарғона “Азот” ОАЖда тўғри лабиринт зичлагичлардан ташқари “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш ҳам талаб этилади. Тўғри лабиринт зичлагичлардан фарқли ўлароқ “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлашда зичлагич лентаси тескари диаметр бўйича деформацияланади. Шу сабабли “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш технологияси ва принципи бошқа бўлади.



2.6-расм. Лабиринтли тана зичлагичлар умумий кўриниши.

Тўғри лабиринт зичлагичларни ўрнига “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлаш технологияларини таҳлил қилиб диссертацияда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлашни янги усули таклиф этилади.

Бу усулда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлашда зичлагич лентаси тескари диаметр бўйича деформациялангани учун лентани деформациялашни юқори ва пастки калодкаларни алмаштириш ва алоҳида роликларни қўллаш билан амалга оширамиз.

Юқоридаги таҳлиллардан келиб чиққан холда янги таклиф қилинаётган тескари лабиринтли тана зичлагичларни тайёрлашни кўйидаги технологиясини ишлаб чиқилди.



2.7-расм. Тескари лабиринтли тана зичлагичини умумий кўриниши.

ЛАБИРИНТЛАР – ЯРИМФАБРИКАТЛАР

ДИАМЕТРИ 109/93 mm

СОНИ 20 та

МАТЕРИАЛМАРКАСИ 12Х18Н10Т

ЗАГАТОВКИ ЛИСТ 0,3 мм

УМУМИЙ ОҒИРЛИГИ 5 КГ

1-ОПЕРАЦИЯДА

1. Қалинлиги $b=0,3$ мм бўлган эни $B=15$ мм ли лентани кесилади.

2-ОПЕРАЦИЯДА

1. Ярим-автоматни ҳар бир типоразмер бўйича керакли диаметрға созланади.

2. Тескари лабиринтли зичлагич накатка қилинади.

3. Керакли диаметрға мос эканлиги назорат қилинади.

4. Ўлчамлар ёзилган бирка тайёрланиб маҳкамланади.

5. Ишлов бериш вақти 26,9 минутни ташкил этади.

2.2.2 Тескари лабиринтли тана зичлагичларини материали хоссалари ва қўлланиши.

Инсониятнинг ривожланиши янги технологияларнинг ишлаб чиқарилиши, ишлаб чиқаришда турли янги материаллар қўллаш, ва улар ёрдамида ишлаб чиқариладиган деталларни ишлаш муддатини узайтиришга эришиш муҳимдир.

Металлургиянинг ривожланишида зангламас пўлатни яратилиши ва уни ўрганиш энг асосий омиллардан бири бўлиб қолди. Зангламас пўлатлардан тескари лабиринтли тана зичлагичларини тайёрлашда ҳам фойдаланиш самарадорли ва муваффақиятли ҳисобланади. Тескари лабиринтли тана зичлагичларини тайёрлашда 12Х18Н10Т зангламас пўлатидан фойдаланилади. Ҳозирда кенг қўлланиладиган 12Х18Н10Т

зангламас пўлатнинг афзаллик ва камчиликларини, легирловчи элементларнинг пўлат хоссаларига таъсири ва уларни ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида қўлланилиш имкониятини кўриб чиқамиз.

Пўлат12Х18Н10Т – зангламас титан элементи мавжуд пўлатдир. Унинг кимёвий хоссалари ГОСТ 5632-72 да келтирилган.

Афзалликлари: пластиклиги ва зарбий ковушқоқлиги юқорилигидир. Бундай турдаги пўлатларни иссиққа чидамлилигини ҳисобга олган ҳолда 600°С гача булган муҳитда ишлатиш мумкин. Асосий легирловчи элементлари хром ва никел (Cr-Ni). Бундай пўлатларнинг каттиклиги 700-850 HRC бўлади.

Пўлат12Х18Н10Тнинг структурасига легирловчи элементларнинг таъсирини куриб чиқайлик:

Бу пўлат таркибида Хром 17-19% ташкил қилади ва бу билан пўлатнинг коррозиябардошлигини оширади. Никел билан легирлаш пўлатни аустенитли классига ўтказди. Бундан ташқари бундай пўлат таркибида кремний, титан ва алюминий борлигини эсдан чиқармаслик керак.

Пўлат12Х18Н10Тни пухталаш усуллари кўриб чиқамиз.

Прокат заготовкасини пухталашнинг усулларида бири бу юқори температурада термик ишлов беришдир. «Кировский завод» да термик пухталаш бўйича бир канча ишлар қилинган, жумладан заводи заготовка (ўлчами 100х100 мм ва узунлиги 2,5 – 5 м)ни печда 1150 – 1200°С қиздириб шутемпературада 2-3 соат ушлаб турилган.

Хромникелли зангламас пўлатларни пайванд бирикмаларида ишлаш ҳарорати 269°С шунингдек, катта босим ва ҳароратда 600°С гача ишлайдиган трубақувурларда ишлатилади.

Коррозиябардош зангламас пўлат12Х18Н10Т кимё саноатида азот кислотаси ва бошқа шунга ўхшаш кислотали мухитларда , органик аралашмалар мухитида кенг қўлланилади.

Шундай килиб, мустахкамлик характеристикалари ва унинг таркибини уникалиги билан зангламас пўлат 12Х18Н10Тдеярли барча ишлаб чиқаришда кенг қўлланилмоқда. Бу пўлатдан тайёрланган деталлар узоқ вақт ишлаш давомида уз хусусиятини саклаб қола олиши билан аржалиб туради.

Ш-БОБ ЛАБИРИНТЛИ ЗИЧЛАГИЧЛАРНИ ТАЙЁРЛАШ ВА ТАЪМИРЛАШ УСУЛЛАРИ ВА ЖИХОЗЛАРИ ТАҲЛИЛИ

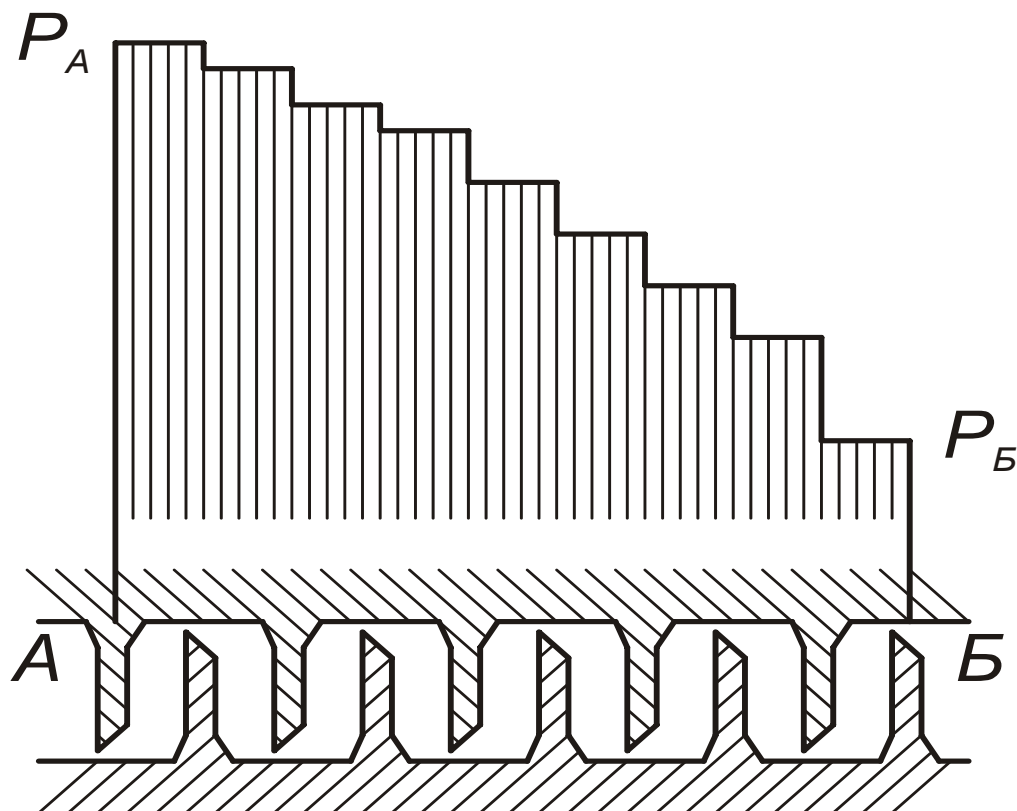
3.1.Лабиринтли зичлагичларни таъмирлаш усуллари таҳлили

Қуйида ЦБН конструкциясида фойдаланиладиган ЭГНА-25 модели лабиринтли зичлагичларни таъмирлаш усуллари билан танишиб чиқамиз . Лабиринтли зичлагичлар – зичлагичларнинг энг кўп тарқалган турларидан бири ҳисобланади. Газ ҳайдаш агрегатларида лабиринтли зичлагичлар зичлагичларнинг асосий тури ҳисобланади.

Лабиринтли зичлагичлар — бир-бирига нисбатан ҳаракатда бўлган икки ёки бир неча деталлар орасида жойлашган контаксиз қурилмадир. Айланувчан вал ва қўзғалмас тана орасидаги бўшлиқни зичлашда энг кўп қўлланилади. Лабиринтли зичлагичлар содда конструкцияли, юқори ресурсли, юқори тезликларда ва юқори температурада ишлаш имконияти билан характерланади. Муайян зичлагичнинг конструкцияси унинг иш шароити (айланма тезлик, босим ўзгариши), конструктив компановкалашдаги чегараланишлар ва тайёрлаш технологик имкониятлари билан белгилади.

Биринчи халқасимон ёриққа газ оқиб ўтганда катта тезлик юзага келади ва у халқасимон камерада деярли нолгача пасаяди. Камерадаги тирқишда босим ҳосил бўлишига сарфланиши натижасида А бўшлиқдаги босимдан камроқ босим ҳосил бўлади. Чунки, камерадаги газнинг солиштирма ҳажми А бўшлиғидагидан катта, вақт бирлигида оқиб ўтаётган газ оқимининг ажиралмаслик кучига иккинчи халқасимон тирқишда олдингисидан юқори. Натижада қўшма камералардаги босим поғонама-поғона ортиб боради. Босимнинг юқори ўзгаришида ва поғоналарнинг кўплигида тирқишларнинг бирида босимнинг критик ўзгариши содир бўлиши мумкин. Газ тезлиги товуш тезлигига етиши мумкин.

Лабиринтли зичлагичларнинг ишлаш принципи куйидагича (3.1-расм).

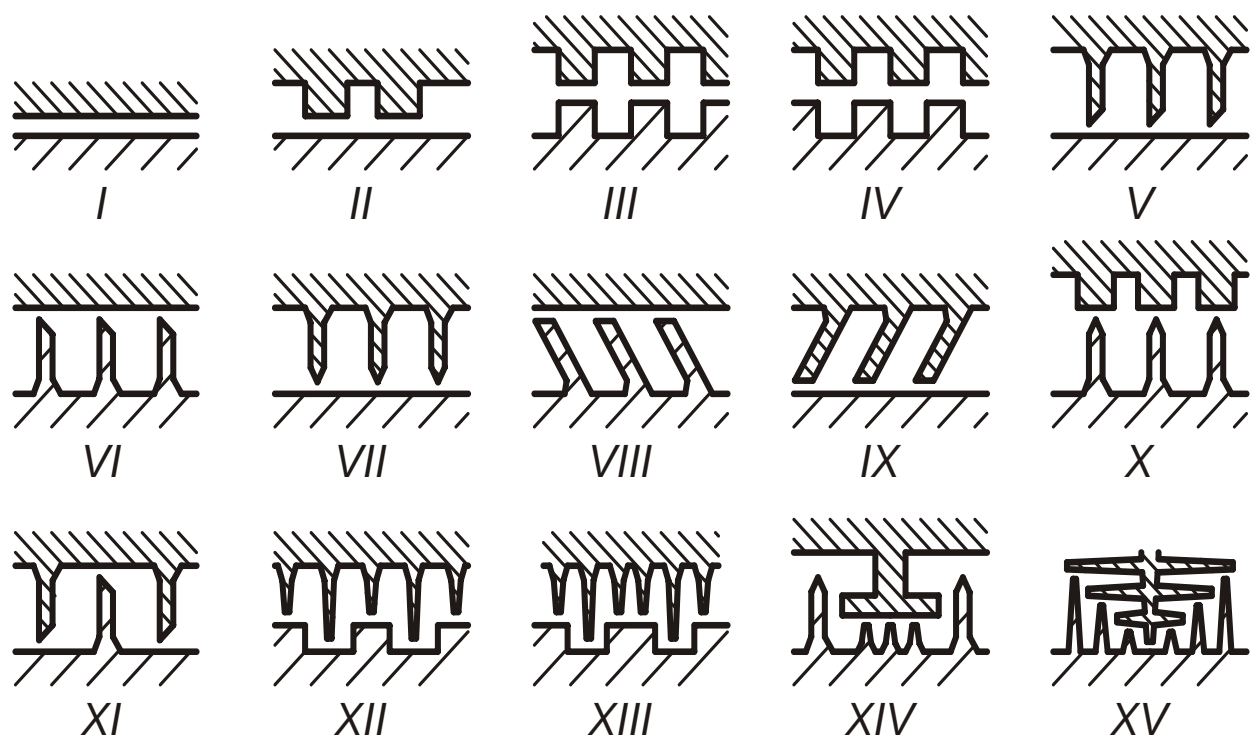


3.1-расм. Лабиринтли зичлагичларнинг ишлаш принципи.

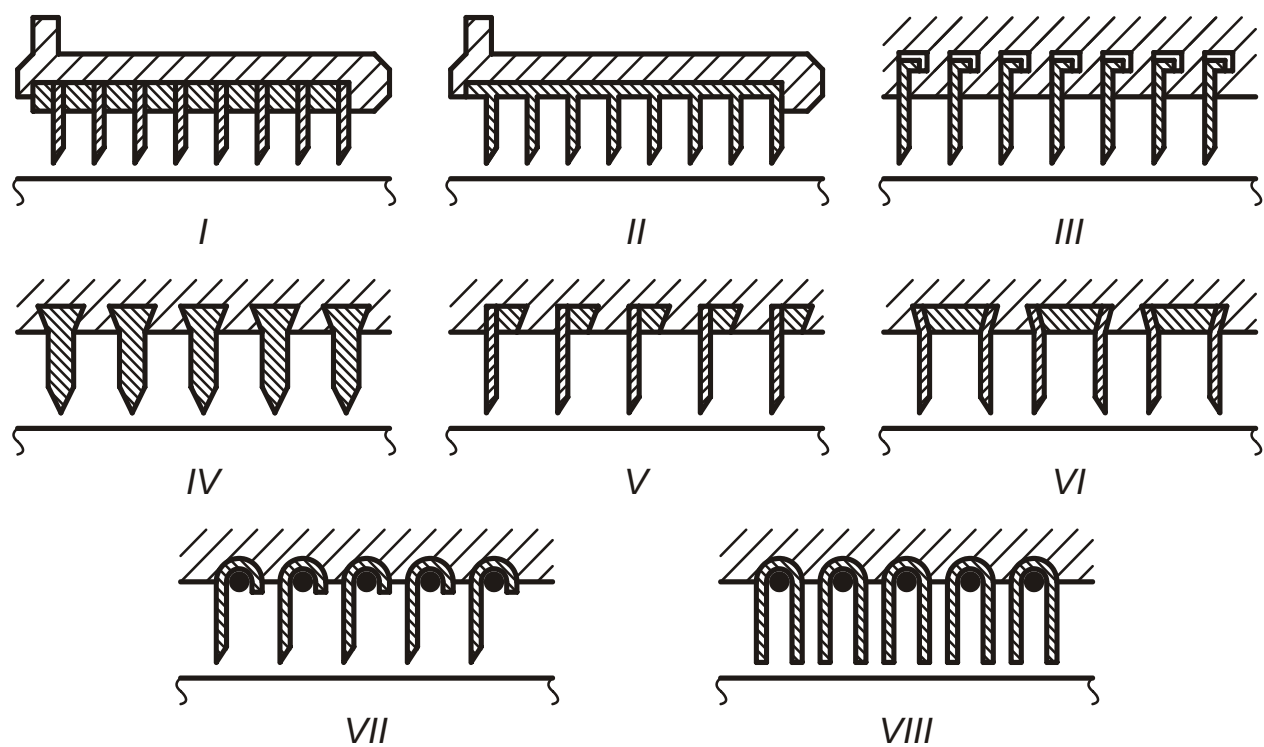
Бундай зичлагичларда қолган поғоналар ортиқча чунки, босимнинг критик миқдори пасайтирилмайди. Лабиринтли зичлагичларнинг поғоналар сони термодинамик ҳисоб билан аниқланади.

Лабиринтли зичлагичлар газ оқиб чиқиб кетишини йўққа чиқара олмайди. Аксинча, лабиринт бўйлаб тинимсиз газ ҳаркати лабиринт ишлаш принципи асосида ётади ва у вазифасини бажаришининг шарти ҳисобланади. Лабиринт фақат газнинг зичлагич орқали чиқиб кетишини жонсизлантириши мумкин.

Лабиринтли зичлагичлар бир-бирдан шакли билан (3.2-расм) ва танага гребешокларни маҳкамлаш усули билан фарқланади (3.3-расм).



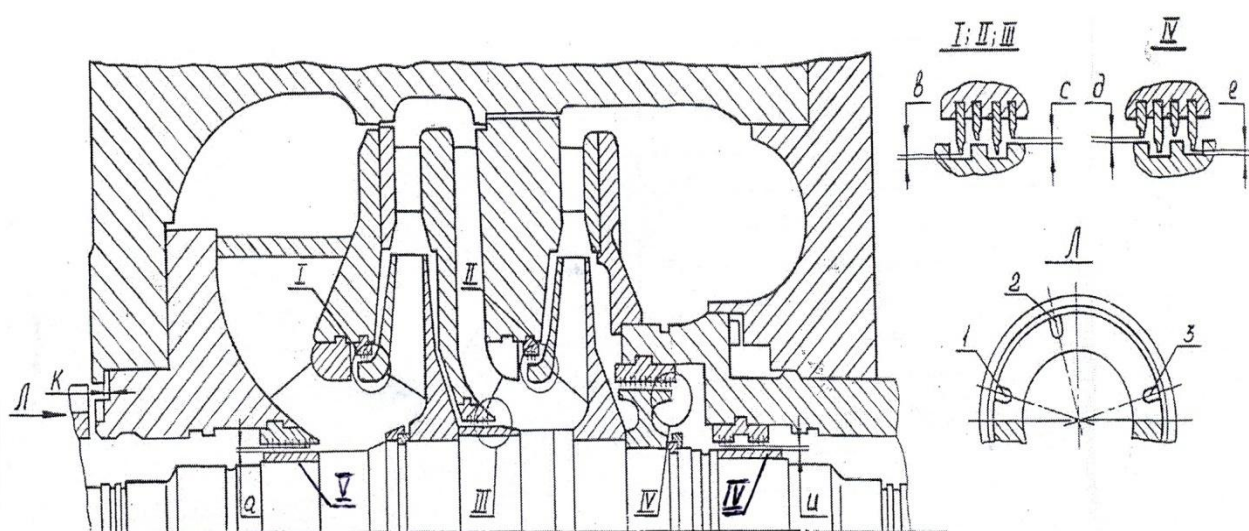
3.2-расм. Лабиринтли зичлагичлар шакллари



3.3-расм. Таналарда гребешокларни маҳкамлаш йўллари.

ЧКД ишлаб чиқариш 650-21-2 туридаги ЦБН да бта лабиринт зичлагич ўрнатилган.

- Иккитаси ротор четларидаги зичлагичлар (поз.V, VI);
- Думмис зичлагичи (поз. IV);
- Ишчи ғилдиракка киришдаги иккита зичлагич (поз. I и II);
- Биринчи ғилдиракдан чиқиш ва иккинчисига киришдаги зичлагич (поз. III).



3.4-расм. 650-21-2 туридаги ЦБН лабиринт зичлагичлари.

Барча олтита лабиринт зичлагичлар конструкцияси бир хил, ишчи диаметрлар, ўсимта сони ва қўшма юзалар геометрияси билан фарқланади.

Лабиринтли зичлагичлар қуйидагилардан иборат:

- Зичлагичнинг иккита сегменти (ЦБН пакетининг юқориғи ва пастки яримларида ўрнатилган). Сегментлар пакетлар пазларига киритилиб винтлар билан фиксацияланади;
- Тормозлаш камераларини ажратиб турувчи зичлагич ўсимталари сегментлар поғонасига қўпайиб расчеканкаланади.
- Ротор втулкаси (ишчи ғилдиракларга кириш ва чиқиш орасида ўрнатилган зичлагичлар ишчи ғилдиракларни беркитувчи бўйинчалар билан бевосита ишлайди). Втулка ишчи юзаси

геометрияси турлича бўлиши мумкин, ротор четки зичлагичларида силлиқ втулка, қолган зичлагичларда ишчи юзаси бўйинлар йинилмасидан иборат. Ишчи ғилдираклар дискларини беркитувчи зичлагичлар билан ишловчи бўйинчаларда ҳам юза йўнилган.

Эксплуатация жарёнида ишчи тирқиш тобора катталашади, зичлагич тожлари букилиши, айрим участкаларда зичлагич тожларнинг йиртилиш ҳоллари бўлиши мумкин ва х.к.

Лабиринт зичлагичлар қуйидаги сабаблар билан зарарланиши мумкин:

- Ўқ бўйлаб тирқишни оширувчи роторнинг ўқ бўйлаб силжиб кетиши;
- Белгиланган тирқиш миқдоридан катта тебраниш амплитудаси билан ротор вибрацияси;
- Лабиринт зичлагичлардаги тирқишнинг етарли даражада эмаслиги;
- Обойма пазларига тожларнинг қониқарсиз прессланганлиги;
- Роторнинг ёки устки қопқоқнинг эҳтиётсиз қўйилиши.

Натижада зичлагич самарадорлигини пасайтирувчи ишчи тирқиш кесими ортади. Ишчи тирқиш 1 мм га ошганда хайдовчи техник ҳолатининг коэффициенти 3% гача тушади.

Ташхислаш.Юқоридаги фикрлардан шу хулосага келиш мумкинки, лабиринт зичлагичларнинг паст самарадорлиги марказдан қочма хайдагичлар техник ҳолатига юқори даражада таъсир ўтказади. Лабиринт зичлагичлар ҳолати ўзгаришини баҳолаш имкониятини берувчи ташхислаш усули бу параметрик ташхислаш ҳисобланади. Ҳар қандай зичлагичнинг қониқарсиз ҳолати ЦБН фойдали иш коэффициентиға ўз таъсирини ўтказади ва мувофиқ равишда босимни тушиб кетиши ва ЦБН дан чиқишдаги газ ҳарорати кўтарилишиға олиб келади.

Думмис зичлагичининг ёмонлашуви думмис самарадорлигини пасайтиради, ЦБН тиргакли подшипнигига ротор ўтказётган кучини оширади, бу эса калодкалардаги харорат ва подшивникдан тушаётган мойда ўзини кўрсатади. Эксплуатация режимига риоя қилганда самарадорликнинг пасайиши узоқ вақт давомида охиста давом этади.

Қисқа вақт ичида лабиринт зичлагичлар самарадорлигининг пасайиши ЦБН ни ҳисобсиз режимда эксплуатациялашдан бўлади, масалан помпаж, яни зичлагич ўсимталарининг букилиши ёки бузулиши. Шунинг таъкидлаш керакки, лабиринт зичлагичларнинг тезкор самарадорлигининг пасайиши технологик газдан қониқарсиз тозаланганлиги, натижада тормозлаш камерасига технологик қолдиқлар кириб қолишидан бўлиши мумкин.

Ротор втулкаларининг роторга тирқишли ўтказилиши, сегментларнинг пакетга сифатсиз ўтказилиши ротордаги втулка урулишларига, роторнинг сегментларга тегинишига ва натижада агрегатда вибрация хосил бўлишига олиб келади.

Таъмирлш-техник хизмат кўрсатиш. Лабиринт зичлагичлар техник ҳолатини боҳолаш ва таъмирлаш ишларини олиб бориш учун:

1. Асосий мой насосини ечиш керак;
2. Олдинги ва ортинги подшипниклар картерлари ҳамда труба боғламини ечиш керак;
3. ЦБН торец қопқоғини ечиш керак;
4. ЦБН пакетини чиқариш ва уни қисмларга ажратиш керак. Бунда ротор пакети пастки ярмининг подшипникларида қолади.

Нуқсон қидириш. Нуқсон қидириш ишларидан олдин зичлагич узел ва деталлари ювилади ва технологик ифлосликлардан тозаланади.

Лабиринт зичлагичларининг техник ҳолатини баҳолашнинг асосий усули кўриб-ўлчаб назорат қилиш ҳисобланади. Зичлагич ҳолатини кўриб-ўлчаб назорат қилишни олиб бориш тартиби қуйидагача:

1. Зичлагичнинг умумий кўриги:

- Зичлагичнинг барча элементлари борлиги ва бутунлиги: зичлагичнинг ҳар иккала сегменти, ўсимталар, фиксацияловчи винтлар, қатор втулкалари;
- Геометрия назорати(букулишлар, эгилишлар ва х.к.);
- Металл бутунлиги назорати (шилинишлар, дарз кетишлар, йиртилишлар ва х.к.);

2. Зичлагич ўсимталари ва ротор втулкалари қўшма юзалари орасидаги тирқиш ўлчанади. Бунда ротор пастдаги подшипникларда ётиши керак. Пакетнинг пастки ярмида ўлчовлар ажралиш текислигида роторни икки томонидан шуплар ёрдамида олиб борилади. Пакетнинг устки ярмида ўлчовлар қўрғошин пластиналаридаги тамғаланишлар бўйича пакетни ёпиб ва боғланган ҳолда олиб борилади.

1-жадвалда 4-расмга мувофиқ 650-21-2 туридаги зичлагичларда рухсат этилган тирқишлар миқдори жадвали.

3.1-жадвал.

Рухсат этилган радиал тирқишлар диапазон									
А	I		II		III		IV		u
	b	c	b	c	b	c	b	c	
0.3-0.85	0.3-1.1		0.3-1.1		0.4-0.95	0.3-1.05	0.3-0.9	0.3-0.8	0.3-0.85

Тирқишлар ўлчови натижаларининг рухсат этилган четланиш ўлчамлари билан тоққослаш ишларини олиб бориш ва ҳажми ҳақида қарор қабул қилинади.

3. Лабиринтли зичлагичлар айрим элементларида (ротор втулкалари, сегментлар) дарз кетиш шубҳаси уйғонса, нуқсон кидиришнинг бошқа усулларида фойдаланилади. Муайян усулни танлаш назоратдаги детал билан (материал, геометрия), тахмин қилинаётган нуқсон ва мавжуд имкониятлар билан аниқланади.

Қуйидаги усуллар энг кўп қўлланилади:

- Ультратовушли;
- Капилляр;
- Магнит кукунли;
- Токли бўронлаш;
- Радиацион;

Таъмирлаш. Тажрибалар кўрсатишича ва конструкция спецификатсиясига мувофиқ лабиринтли зичлагичлар геребешоклари (ўсимталари) энг кўп ейилишга дучор бўлади, шунга биноан лабиринтли зичлагичларини таъмирлашда қоидадагидек ўсимталар алмаштирилади.

Ўсимталар букилган холларда улар тўғриланади.

Зичлагич ўсимталарини алмаштиришни тўртта операцияга бўлиш мумкин:

1. Сегментлардан нуқсонли, тирқиши катталашган ўсимталарни ечиш;
2. Пазларни янги ўсимталарни ўрнатишга тайёрлаш;
3. Янги ўсимталарни ўрнатиш;
4. Таъмирлаш формулярлари меёрларига биноан тирқишларни ишчи ҳолатга келтириш мақсадида ўрнатилган ўсимталарга механик ишлов бериш.

Ўсимталар сегмент пазларидан дастаки чилангарлик асбоб ускуналари ёрдамида чиқарилади. Янги ўсимталарни ўрнатиш учун эса чеканкаланган жойларида паз кенглигини меёрга келтириш учун ишлов бериш талаб этилади. Пазга ишлов бериш янги ўсимта ўлчамига мослаб чилангарлик усулида амалга оширилади. Ишлов берилган пазда ўсимтанинг сегментга ташқи диаметр бўйича етиши текширилади, зарур бўлса ўсимта эгилиш радиуси янгиланади.

Юқорида айтиб ўтилган барча ишлар бажарилгандан кейин ўсимталар навбати билан пазларга қўйиб чекилиб чеканкаланади.

Ўсимталар ўрнатилган сегментларда ўсимталар туташган жойлар юқориги ва пастки сегментларда горизонтал текисликда минимал тирқишни таъминлаб ишлов берилади.

Алмаштирилган ва етказиб ишлов берилган ўсимтали сегментлар пакетларга ўрнатилади ва ишчи тирқишлар текширилади. Тирқиш минимал миқдорда камайган холларда сегментлар қайта чиқарилиб, токарлик станогиди керакли миқдорда ишланади. Механик ишлов берилгандан сўнг қайта тарзда тирқиш текширилади. Қоникарли натижага эришилганда лабиринтли зичлагичлар ярокли деб ҳисобланади ва эксплуатацияга қўйилади.

Йиғиш. Таъмирлаш ишлари бажарилгандан кейин лабиринтли зичлагичлар сегментлари ЦБН пакети пазларига ўрнатилаб винтлар билан фиксацияланади. Сегментларни ўрнатишда ажралиш текислигининг ва пакет ярмининг мос келиши таъминланади. Зичлагичнинг барча сегментлари ўрнатилгач, пакетнинг пастки ярмига ротор қўйилади, пакет устки қопқоғи ёпилади ва охиргача йиғилади.

Хулоса. Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, лабиринтли зичлагичларининг ҳолати ЦБН умумий кўрсаткичларига катта таъсир кўрсатмайди ва улар хайдагичнинг асосий ташкилловчилари бўлиб ҳисобланмайди ва газнинг исталган ҳолдаги ўтиб кетишини пасайтирувчи ёрдамчи функциясини бажаради холос. Лабиринтли зичлагичлар таъмирланиши энг оддий ва энг кам харажат талаб этадиган операциялардан, аммо, агрегатни кўрсаткичларини анча оширишга сабаб бўлувчи операция ҳисобланади.

3.2. “ФАРҒОНА “АЗОТ” ОАЖ қошидаги “тескари лабиринт”ли тана зичлигини тайёрлаш жихозини техник имкониятлари ва уларни тадқиқ қилиш.

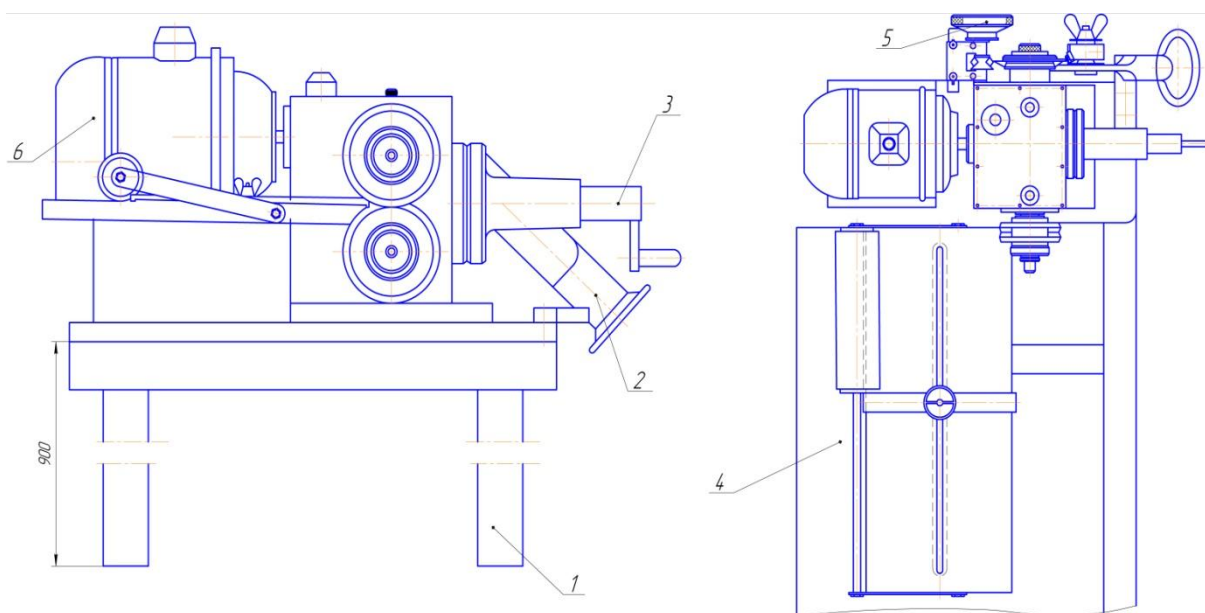
Диссертацияни юқоридаги боблардаги лабиринтли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари таҳлили асосида зичлагичларни тайёрлаш усуллари аниқланди. Бунда зичлагичлар алоҳида ярим-автоматда загатовка сифатида лента олиш ва уни керакли кўринишга келтириш учун деформациялаш усули билан эгиб аста секин керакли ўлчамли тана зичлагичи олинishi, бир вақтнинг ўзида ушбу кўринишга келтирилган лентани талаб этилган диаметрга эга бўлишини лентани маълум диаметрга мослаш қурилмаси билан таъминланиши керак.

“Фарғона Азот” ОАЖда тўғри лабиринт зичлагичлардан ташқари “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш муҳим масалалардан бири экани маълум. Тўғри лабиринт зичлагичлардан “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни зичлагич лентаси тескари диаметр бўйича деформацияланиб тайёрланади. Шу сабабли “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш технологияси ва принципи бошқа бўлади. Бунинг учун алоҳида лабиринтли тана зичлигичларини тайёрлаш ярим автомат жихози қўлланилиши мумкин.

“ФАРҒОНА АЗОТ” ОАЖ қошидаги лабиринтли тана зичлигичларини тайёрлаш ярим автомат жихози қуйидаги 3.5а ва 3.5б-расмда келтирилган.

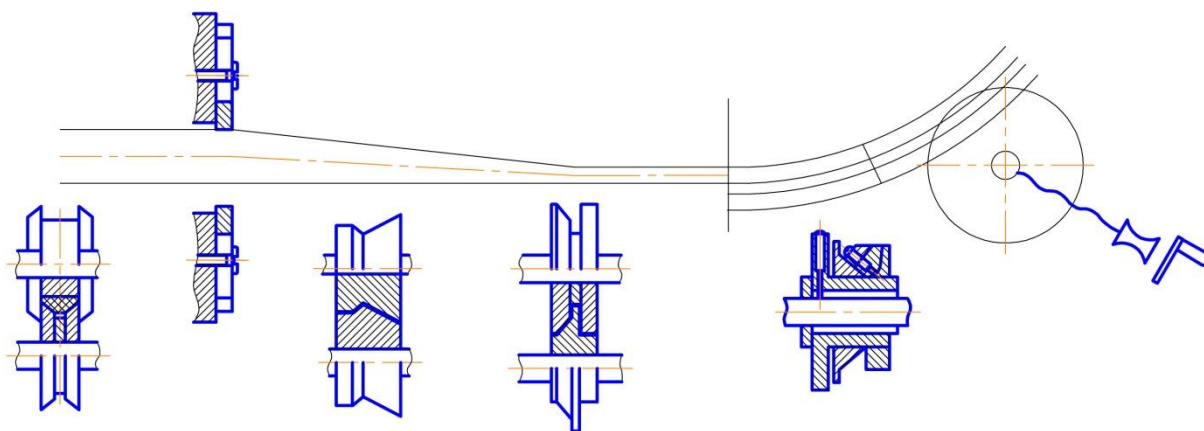


3.5а-расм. Лабиринтли тана зичлигичларини тайёрлаш ярим автомат жихозини умумий кўриниши.



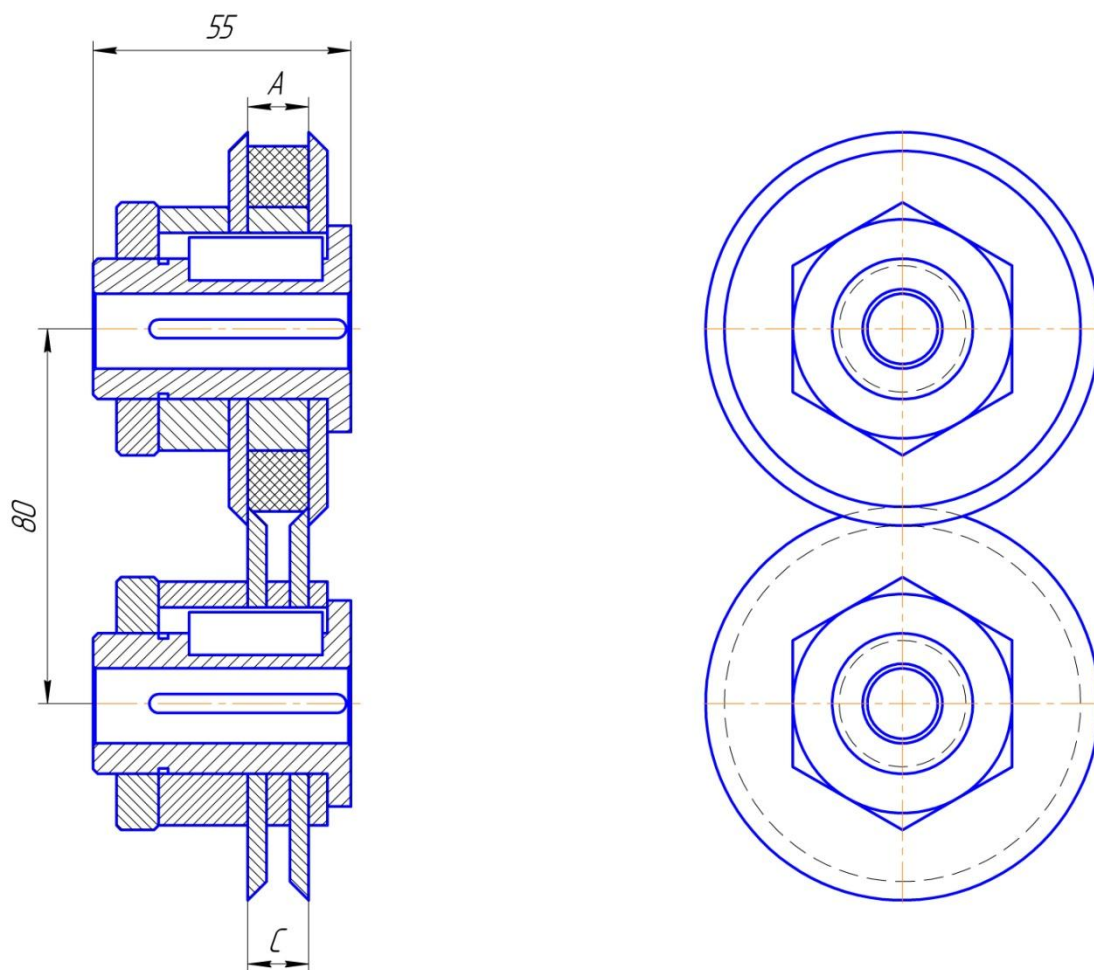
3.5б-расм. Лабиринтли тана зичлигичларини тайёрлаш ярим автомат жихозини умумий кўриниши.

- 1- тумба; 2- лентани маълум диаметрга созловчи мослама;
 3- редуктор; 4- стол; 5- бурувчи аппарат;
 6- Электродвигател Дел-21-4-п/400 №0.27.



3.6-расм. Лабиринтли тана зичлигичларини тайёрлаш ярим автомат жихозини ишлаш принципи.

Юқоридаги боблардан маълумки лабиринтли тана зичлагичларни куйидаги йўл билан тайёрланади. Дастлаб уни керакли маълум бир ўлчамда кесиш олиш зарур бўлади. Ярим автоматда листдан маълум бир А ўлчамга эга бўлган зогатровка лентасини кесиш асбоби комплекти 3.7-расмда келтирилган.

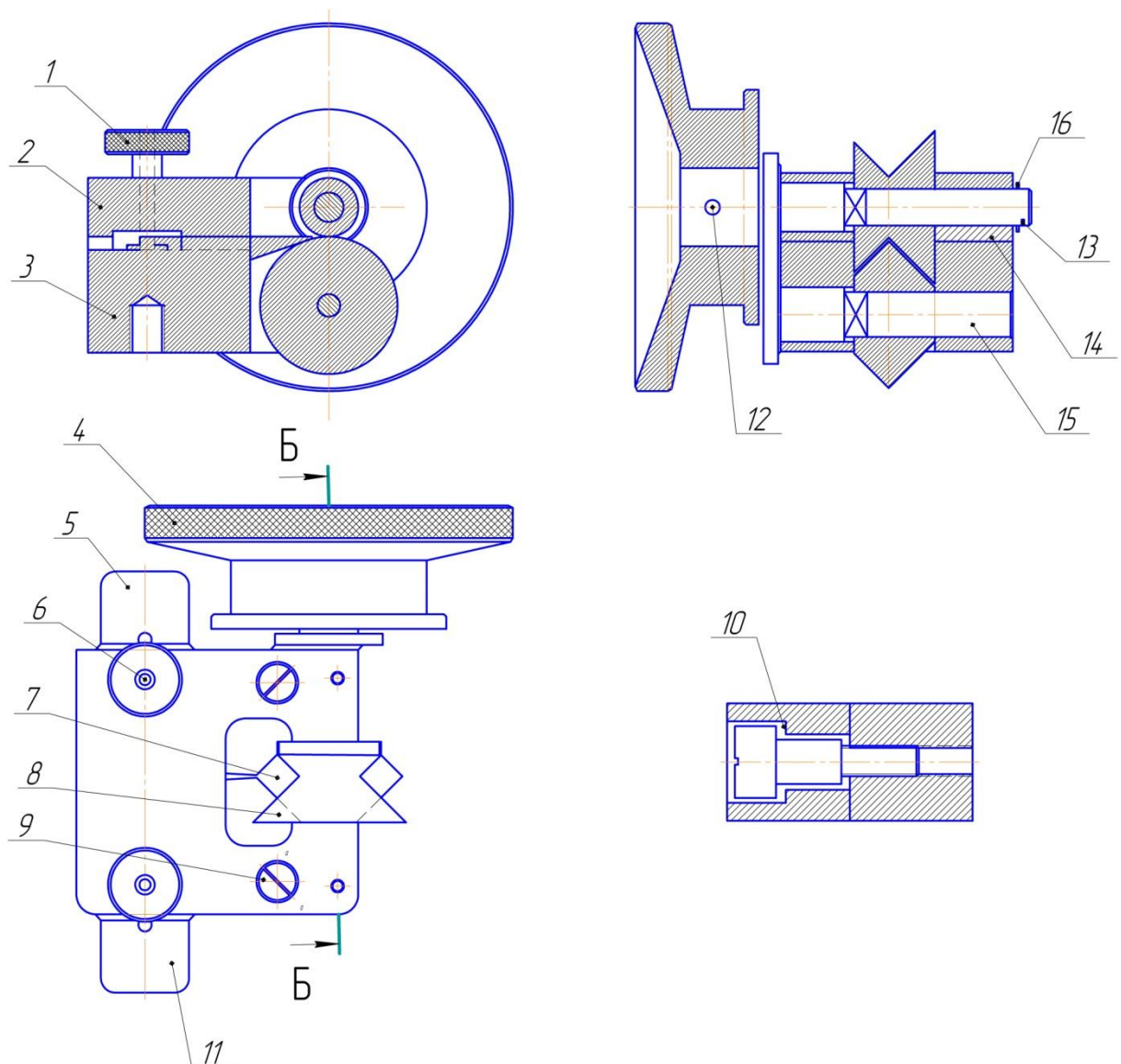


3.7-расм. Лабиринтли тана зичлигичларини тайёрлаш ярим автомат жихозини зогатовка лентасини кесиш асбоби комплекти.

“Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлаш технологияларини таҳлил қилиб диссертацияда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлашни янги усули таклиф этилади.

Бу усулда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлашда зичлагич лентаси тескари диаметр бўйича деформациялангани учун лентани деформациялашни юқори ва пастки калодкаларни алмаштириш ва алоҳида роликларни қўллаш билан амалга оширилади.

Лабиринт зичлагични лентасини керакли ўлчамда кесиб олгандан кейин уни керакли ўлчамга келтириб унга шакл бериш, букиш ишлари бажарилади. Кесилган лентани керакли ўлчамга келтириш қурилмаси 3.8-расмда келтирилган.



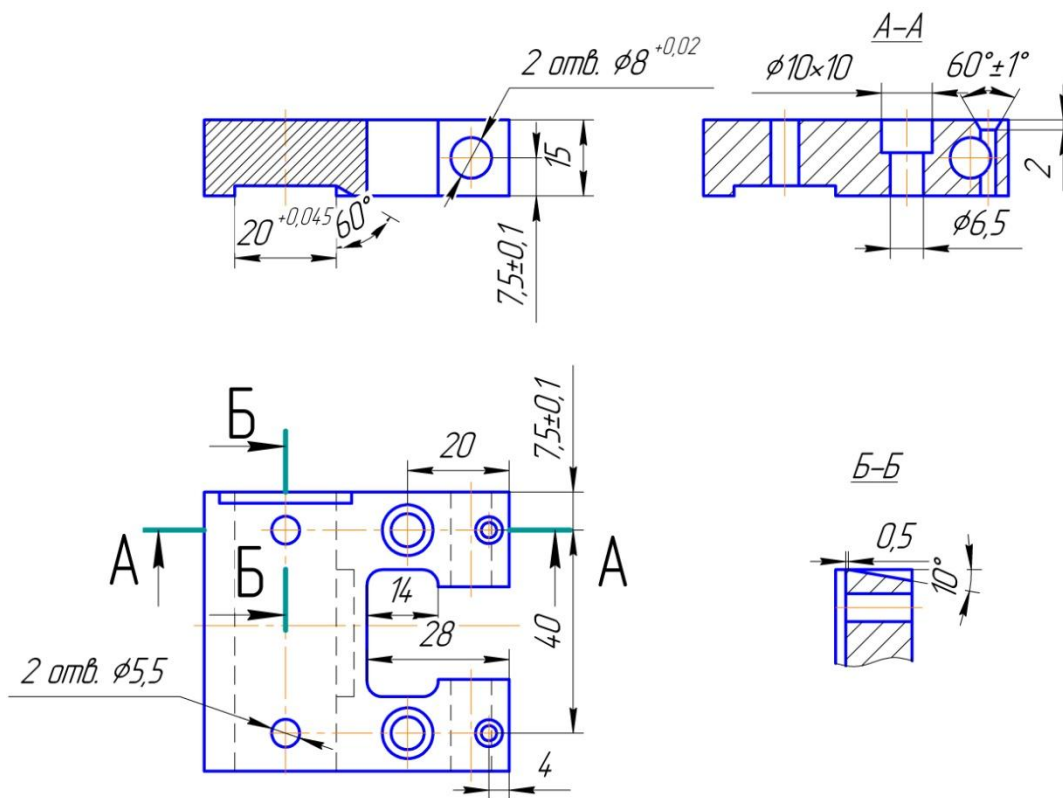
3.8-расм. Лабиринт зичлагични керакли ўлчамга ва шаклга келтириш қурилмаси.

Қурилма қуйидаги қисмлардан иборат:

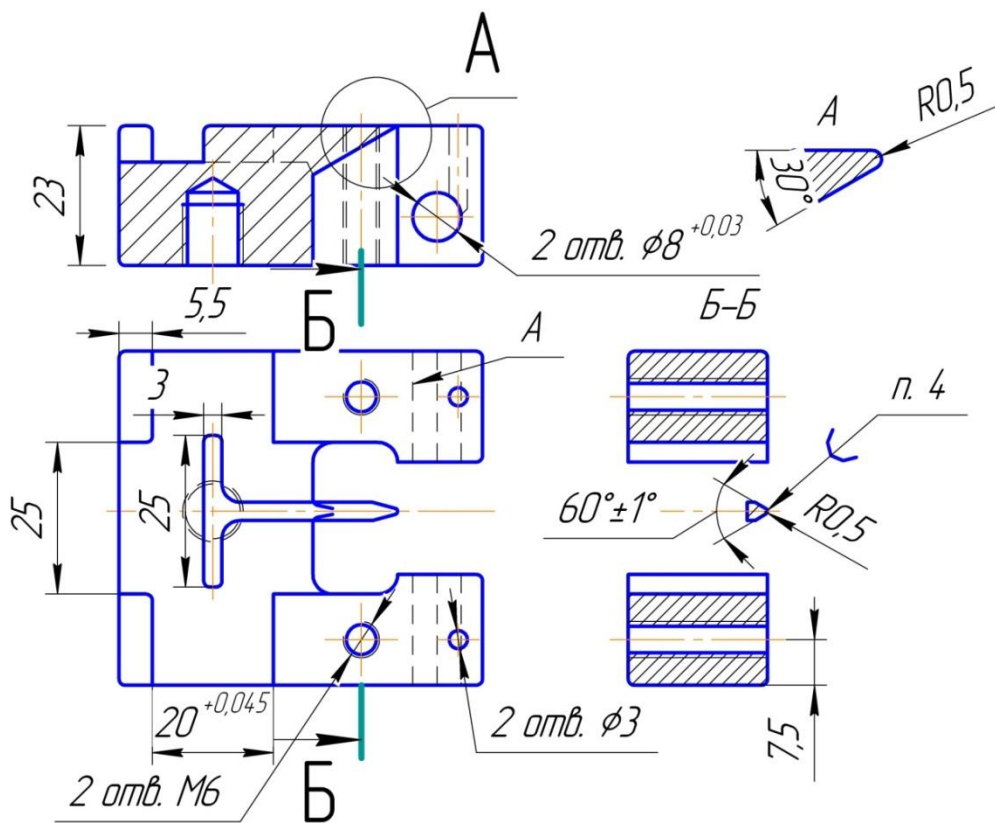
1-махсус гайка; 2-юқори калодка; 3-растки калодка; 4- ушлагич; 5 ва 11-ростлагич планка; 6-махсус винт; 7 ва 8-роликлар; 9-винт М6х25; 10-резинкали халқа; 12-штифт 4Гх40; 13-шплинт 1.8х15; 14 ва 15-ўқлар; 16-шайба 8.

Диссертациядаги таҳлилларга кўра бу қурилмадаги лабиринт зичлагични керакли ўлчамга келтириш ва шакл бериш ишларини юқори ва

пастки калодкалар ва роликларни жойини алмаштириш билан бажариш тақлиф этилади. Қуйида уларни чизмаларни келтирамиз.

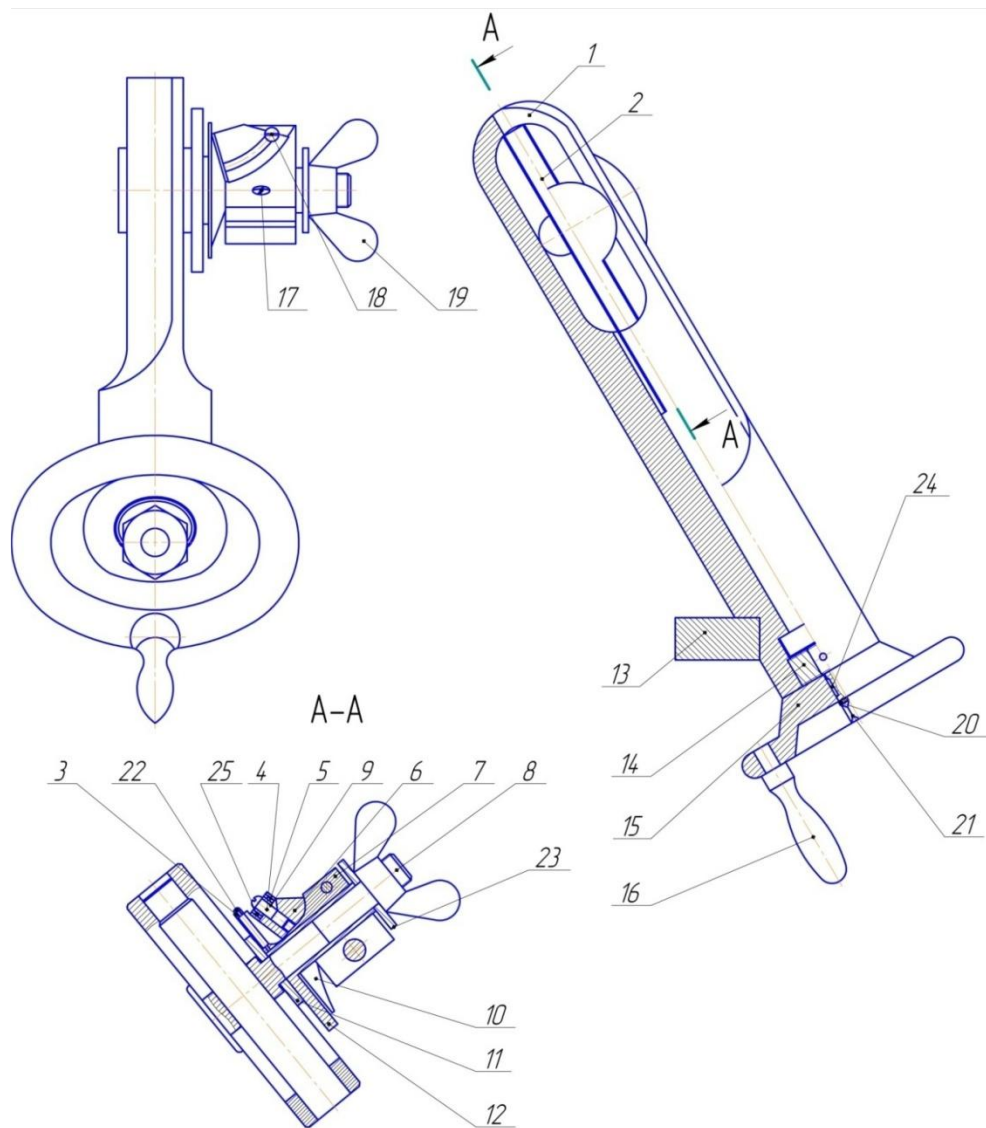


3.9-расм. Юқори калодка умумий кўриниши.



3.10-расм. Пастки калодкани умумий кўриниши.

Лабиринтли зичлагичлар юқори аниқликни талаб қилгани учун ролик ва калодкаларнинг аниқлик квалитети ҳам IT 7-8 ни ташкил қилади. Лабиринт зичлагични тайёрлаб олгандан кейин уни маълум диаметрга мослаш керак бўлади. Лентани маълум бир диаметрга мослаш учун қуйидаги мослама ишлатилади (3.13-расм).



3.13-расм. Лентани маълум диаметрга мослаш қурилмаси.

1-стойка; 2-махсус винт; 3-планка; 4-ролик; 5- махсус винт; 6-сектор; 7-калодка; 8-ўқ; 9-шайба 5; 10-ролик; 11-шайба 10; 12-втулка; 13- планка; 14-резбали халка; 15-моховик; 16-фасонли ручка; 17-винт M6x18; 18-винт M6x12; 19-ушлагич; 20-шайба 6; 21-гайка M8; 22-винт M3x8; 23-шайба 10; 24-шпонка 3x3x10; 25-шарикли подшивник 100095.

ХУЛОСА

Диссертацияда келтирилган лабиринтли зичлагичларини конструкциялари, ишлаш принциплари бўйича ўтказилган адабиётлар таҳлили ҳамда уларни конструкциясини таҳлили шуни кўрсатадики:

1. Лабиринтли зичлагичлар ўзининг конструкциясини соддалиги ва арзонлиги билан қолган зичлагичлардан устунликка эгадир;

2. “Фарғонаазот” ОАЖининг технологик тизимларида лабиринтли зичлагичлардан кенг қўлланилганлиги сабабли лабиринтли зичлагичларни механика таъмирлаш цехида тайёрлаш тавсия қилинади;

3. “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш технологиялари ишлаб чиқилмаганлиги учун, “Фарғонаазот” ОАЖининг механика таъмирлаш цехида лабиринтли зичлагичларни тайёрлаш технологияларини такомиллаштириш, ва унда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш усуллари ва технологияларини ишлаб чиқиш муҳим муаммолардандир;

4. “Фарғонаазот” ОАЖ да қўлланиладиган “тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини конструкциялари аниқланди, уларни асосий параметрлари ҳисобланди. Лабиринтли зичлагичларни тайёрлаш ва таъмирлаш усуллари аниқланди.

5. “Фарғонаазот” ОАЖда қўлланиладиган “тескари лабиринт”ли тана зичлагичларини тайёрлаш жихозини техник имкониятлари таҳлили асосида уларни тадқиқ қилинди;

6. “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлаш технологияларини таҳлил қилиб диссертацияда “Тескари лабиринт”ли тана зичлагичларни тайёрлашни янги усули таклиф этилади;

7. Лабиринт зичлагични керакли ўлчамга ва шаклга келтириш қурилмасидаги лабиринт зичлагични керакли ўлчамга келтириш ва шакл бериш ишларини юқори ва пастки калодкалар ва роликларни жойини алмаштириш билан бажариш таклиф этилади;

8. Кесилган лентани керакли ўлчамга келтириш қурилмасидаги асосий элементларидан бири лентага шакл бериш роликларини конструкциялари лойihalанди.

ФОЙДАЛАНИГАН АДАБИЁТЛАР.

1. Каримов И.А. Жахон молиявий иктисодий инкирози , Узбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йуллари ва чоралари. Т.Узбекистон 2009-56 б.
2. Мирзаев А.А. Сотволдиев А.Э. Машинасозлик технологияси (махсус қисм). Фаргона – Техника 2012-156 б.
3. Кочанов И.Ф., Фармаковский С.В. Механическое оборудование водосбросов арочной плотины Ингурской ГЭС.- "Гидротехническое строительство", 1981, № 12, с.13-19.
4. Чепайкин Г.А. Гидравлические и кавитационные явления в щелях уплотнений затворов. "Труды координационных совещаний по гидротехнике", вып.62, 1971, с.89-95(ВНИИГим.Б.Е.Веденеева).
5. Чепайкин Г.А. Некоторые рекомендации по проектированию уплотнений Бысоко напорных гидротехнических затворов. "Энергетическое строительство", №4, 1974, с.51,52.
6. Донченко Э.Г., Чепайкин Г.А., Шварцер А.Л. Основные направления и методика исследований кавитационной эрозии, проводимых в СКВ Мосгидросталь. - "Труды координационных совещаний по гидротехнике", вып. 98, 1974, с.58-61 (ВНИИГим.Б.Е.Веденеева).
7. Дольников Л.Л. Автоколебания плоских глубинных затворов, обусловленных протечками через уплотнения и условия их существования. "Труды координационных совещаний по гидротехнике", вып .62 , 1971 , с .179-184 (ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева).
8. Бочаров В.В. Уплотнения затворов гидротехнических сооружений. "Транспорт", М., 1972, с .5-9 .
9. Пичугин А.Н., Розин Л.М., Резчиков А.С. Новые уплотняющие устройства для высоко напорных затворов. - "Энергетическое строительство", № 5, 1973, с .42.
10. Рудык М.А. Уплотняющие устройства для высоконапорных плоских и сегментных затворов. "Труды координационных совещаний по гидротехнике", вып .62, с .213-220 (ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева).

11. Полонский Г.А. Изготовление и монтаж высоконапорных затворов водосбросных сооружений. - "Труды координационных совещаний по гидротехнике", вып. 62 , 1971 , с.11-24 (ВНИИГ им Б.Е. Веденеева).
12. Полонский Г.А. Основные направления совершенствования уплотнений затворов гидротехнических сооружений. -"Гидротехническое строительство", 1973, №3, с.15-23.
13. Полонский Г.А. Механическое оборудование гидротехнических сооружений. М., "Энергия", 1974, 344с.
14. Полонский Г.А. Основные направления совершенствования высоконапорных затворов гидротехнических сооружений.- "Энергетическое строительство", 1976, №2, с.45-49.
15. Руцук М.А. Уплотняющие устройства для высоконапорных плоских и сегментных затворов.-"Труды координационных совещаний по гидротехнике", вып.62, 1971, с.213-220 (ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева).
16. Указания по применению: "Уплотняющие устройства с резиновыми и резиново-металлическими уплотнениями типов П-в, У, У1, УП, УП-а, IX, XI, XII для высоконапорных затворов". Ж .11-83/ Трест "Гидромонтаж", Минэнерго, М., 1983, 75с.
17. Резчиков А.С, Пичугин А.Н. Разработка технологии изготовления полиэтиленовых уплотнений гидротехнических затворов. - Э.И. "Строительство гидроэлектростанций и монтаж оборудования", 1978, вып.8 (358), М., с.16-19.
18. Хлопенков П.Р., Буцук В.В. Усовершенствование уплотнений для глубоководных затворов.-"Энергетическое строительство", 1974, № 12, с.30-32.
19. Васильцов Э.А. Бесконтактные уплотнения. "Машиностроение", Л., 1974, с.66-70.

20. Кривченко Г.И. Насосы и гидротурбины.-"Энергия", М., 1970, с.338,339.

21. Технический отчет 2Д0712 по теме: "Разработка и исследование уплотняющих устройств плоских и сегментных затворов для напоров до 300 м ", СКБ "Мосгидросталь" М., 1979, 61с.

22. Технический отчет 2Д0565: "Уплотняющие устройства для плоских аварийно-ремонтных затворов Ингури ГЭС и их сопровождающих колец", СКБ "Мосгидросталь" М., 1975, 27с.