

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ**

Əlyazma hüququnda

SÜLEYMANOV XƏYAL NAZİM oğlu

**“ŞƏMKİRÇAY SU ANBARI QURGULARININ İŞ REJİMİNİN
TƏDQIQI,SÜNİ VƏ TƏBİİ YAMAQLARININ DAYANIQLIĞA
YOXLANMASI” mövzusunda**

MAGİSTR DİSSERTASİYASI

060637 – “Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi mühəndisliyi”

*Elmi rəhbər: t.e.n.
dosent F.M.İsmayılov*

BAKİ – 2017

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Azərbaycan Respublikasının qərb bölgəsi Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunu əhatə edir. Bu iqtisadi rayon Qazax, Ağstafa, Şəmkir, Tovuz, Gədəbəy, Daşkəsən, Goranboy, Göygöl, Samux inzibati rayonlarını, Gəncə və Naftalan kimi şəhərləri əhatə etməklə respublikamızın qərbində yerləşir. Ümumi sahəsi 12,5 min km² olan bu region əlverişli iqtisadi-coğrafi mövqeyə malikdir. Bölgənin su ehtiyatları Gəncəçay, Ağstafaçay, Şəmkirçay, Coğazçay, Tovuzçay, Zəyəmçay və digər çayların hesabına təmin olunur. Kiçik Qafqazın Şahdağ silsiləsinin Hinaldağ zirvəsindəki 3220m yüksəkliyində mənbəyini Sarısudan götürən Şəmkirçayın su hövzəsinin sahəsi 1170 km², uzunluğu 95 km-dir, 6 sağ və 8 sol qolu vardır. Şəmkirçay Xüluf kəndi yaxınlığında 93 m yüksəklikdə Kür çayına tökülür. Çayın qidalanmasında illik axınının 38%-ni qar suları, 17%-ni yağış suları, qalanını isə yeraltı sular təşkil edir.

Şəmkirçay su anbarı dəryaçasının ümumi su tutumu 164,5 mln.m³ olub, bunun 156,3 mln.m³-i faydalı, 8,2 mln.m³-i isə ölü həcmidir. Bu su anbarı hidroqovşağının tikinti layihəsi Türkiyənin “Təməlsu” və Azərbaycanın “Azdövsütəslayihə” İnstitutları tərəfindən 2006-cı ildə hazırlanmışdır. Su anbarı hidrodüyünü kompleksinə Şəmkirçay magistral, paylayıcı və suvarma kanalları da daxildir. Tikintisi 2014-cü ildə başa çatdırılan Şəmkirçay hidroqovşağı Şəmkir, Göygöl, Samux, Goranboy rayonlarının 50 min hektara yaxın torpaq sahələrinin su təminatının yaxşılaşdırılmasına və 20 min hektara yaxın yeni əkin sahələrinin istifadəyə verilməsinə şərait yaratmışdır.

Şəmkirçay hidrodüyünü tərkibində qurğuların müxtəlif hissələri üzrə yeni hidravliki hesablanma üsullarının işlənməsinə, hidravliki iş rejimlərinin tədqiqinə, su anbarı bəndinin yamaclarının, anbar ətrafı ərazilərin təbii və süni yaradılmış yamaclarının dayanıqlığa yoxlanılmasına böyük zərurət vardır. Hal-hazırda həmin bölgədə yaradılan yeni əkin sahələri və onların fermerlərin mülkiyyətinə verilməsi suvarma qurğularındakı tədqiqatların aparılmasını artırmışdır. Tədqiqatlar Şəmkirçay su anbarının hidrotexniki qurğuları və yuxarıda qeyd olunan məsələlərlə

bağlı olduğu üçün mövzunun aktuallığı heç bir şübhə doğurmur. Şəmkişay su anbarının istər şaxtavari istismar sutullayıcı qurğusu, istərsə də tikinti-istismar dərinlik suburaxan qurğusu tam yeni konstruksiyalı olduqları üçün, onlarda hidravliki iş rejimləri ilə bağlı tədqiqatların aparılması çox vacibdir. Belə ki, şaxtavari sutullayanın şaquli şaxta hissəsi aşağıdan yuxarıya doğru genişlənən formadadır, tuneli digər şaxtavari sutullayanların tunelləri ilə müqayisədə bir qədər böyük mailliyə malikdir və tunelin çıxışında konsollu sutullayıcı (trampolin) yerləşdirilmişdir. Tikinti-istismar suburaxan qurğusu isə üç funksiyanı yerinə yetirir: tikinti dövrü inşaat sərflərini keçirir, istismar dövrü ölü həcm səviyyəsindən bir qədər aşağıda su anbarı daxilindəki təbii vadidən su götürərək hidroelektrik stansiyasına verir və anbardan götürülmüş təmiz suyu aşağıda byefdəki irriqasiya tunelinə ötürür. Bütün bu qurğu hissələri müxtəlif hidravliki iş rejimlərində işləyir və yeni tədqiqatların aparılmasını tələb etdiyi üçün magistr dissertasiyasının mövzusunun olduqca aktual hesab etmək olar.

Dissertasiya işinin məqsədi. Şəmkişay su anbarı hidrodüyününün səthi sutullayan və suburaxan qurğularının müxtəlif hissələrinin nəzəri yolla hidravliki hesablama metodikalarının işlənməsi, təbii və süni yamaclarının dayanıqlığa yoxlanması magistr dissertasiyasının başlıca məqsədidir.

Tədqiqatın predmeti və obyekt. Şəmkişay su anbarı hidroqovşağının dərinlik suburaxıcısı, şaxtavari sutullayanı, təbii və süni torpaq yamacları tədqiqat obyektidir. Dərinlik suburaxıcısında bağlayıcı kamerası, tunel tipli şaquli və maili vəziyyətlərdə yerləşdirilmiş monolit borular, daralan qıf formalı sudöyən quyu, irriqasiya tunelinə giriş başlığı; şaxtavari sutullayanda şaquli şaxtada daralan hissə, tunel çıxışındakı konsollu sudüşürücü; təbii və süni torpaq yamaclardan isə torpaq bəndin hər iki byefdəki yamacları, su altında qalan və qalmayan yamaclar tədqiqatın predmetidir.

Magistr dissertasiyasındakı elmi yeniliklər. Dərinlik suburaxıcısının basqılı axın rejiminə malik bağlayıcı kamerasında aerasiyalı axın tədqiq olunmuşdur, daralan qıf formalı sudöyən quyusunun yeni hidravliki hesablanma metodikası işlənməmişdir. Şaxtavari sutullayan qurğusunun giriş qıfından, keçid sahəsindən,

daralan şaquli şaxtadan və tunellə əlaqələnən əyilmə hissəsindən keçən axının əsas tənlikləri alınmışdır. Torpaq bəndin yuxarı və aşağı yamacları yeni metodikalarla dayanıqlığa yoxlanılmışdır, təbii yamacların dayanıqlığı armoqrunt konstruksiyalar ilə artırılmışdır.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Magistr dissertasiyasında tikilib yeni istifadəyə verilmiş Şəmkirçay su anbarı hidrodüyününün suburaxan, sutullayan, süni və təbii yamacları olan torpaq qurğularına dair tədqiqatlar aparılmışdır ki, bu tədqiqatların nəticələrini digər su anbarı qurğularına tətbiq etmək olar. Eləcə də işin praktiki əhəmiyyətli olmasının digər tərəfi ondadır ki, həmin nəticələrdən layihələndirilən və tikilməkdə olan su anbarı hidroqovşaqlarında istifadə etmək olar.

Nəşr edilmə və publikasiya. Aparılmış tədqiqat işləri ilə bağlı Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Su təsərrüfatı və mühəndis kommunikasiya sistemləri” fakültəsinin 2016-cı ilin 4 saylı “Ekologiya və su təsərrüfatı” Elmi – texniki və istehsalat jurnalında iki elmi məqalə nəşr edilmişdir. Magistr dissertasiyasında aparılmış tədqiqatlar və alınan nəticələr AzMIU-nun “Hidrotexniki qurğular və hidravlika” kafedrasında məruzə və müzakirə edilmişdir.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Magistr dissertasiyası giriş, üç fəsil, əsas nəticələr və 24 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi kompüterlə “A-4” format vərəqində çap olunmuş səhifədən ibarətdir. O cümlədən, dissertasiyada cədvəl və şəkil illüstrasiya olunmuşdur (yerləşdirilmişdir).

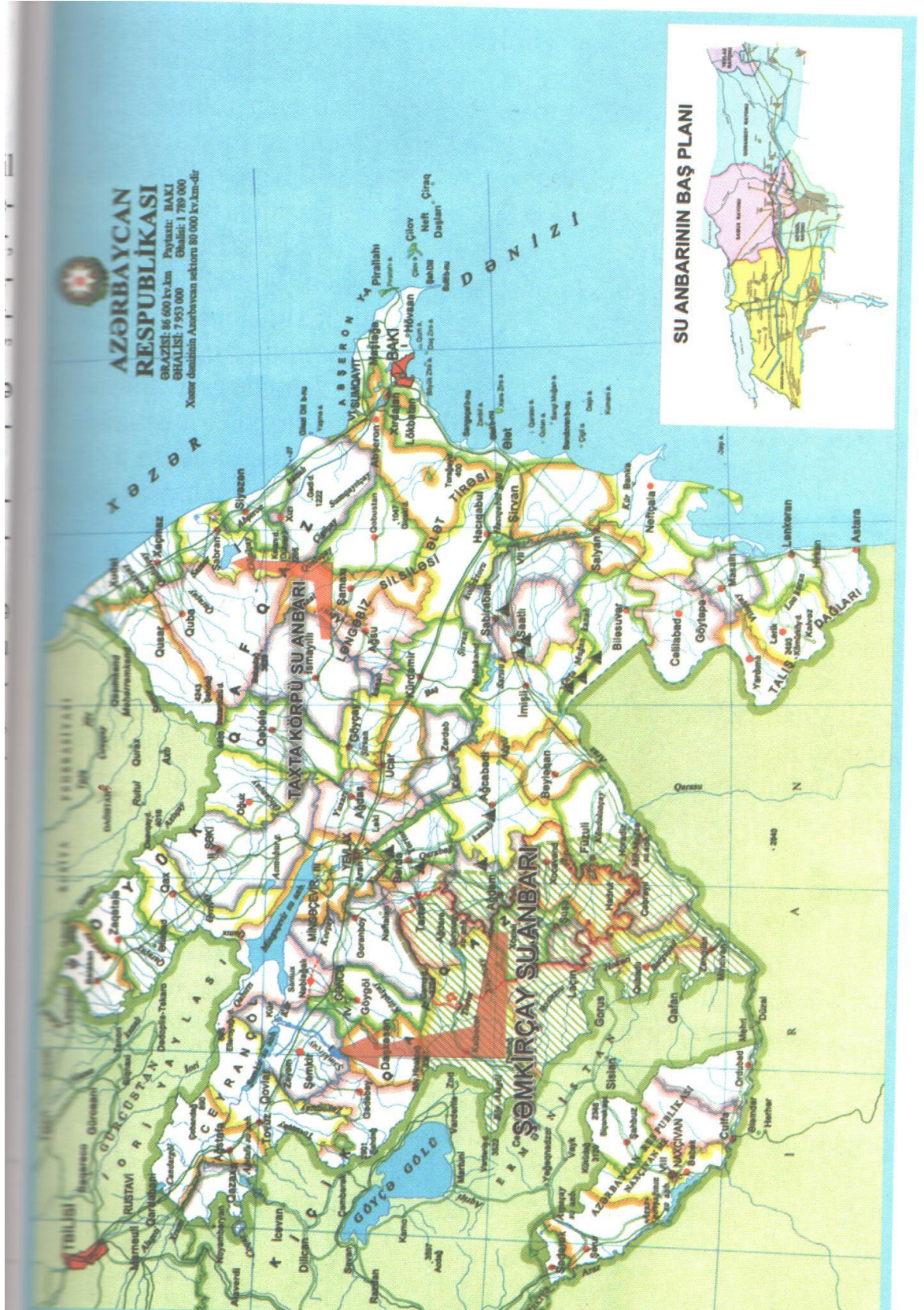
I FƏSİL

ŞƏMKİRÇAY SU ANBARI HİDROQOVŞAĞI VƏ ONUN TƏRKİBİNƏ DAXİL OLAN KOMPLEKS QURĞULAR SİSTEMİNİN ARAŞDIRILMASI

1.1. Şəmkirçay su anbarı və hidrodüyün qurğularının yerləşdiyi ərazi haqqında ümumi məlumat

Azərbaycan Respublikasının qərb bölgəsində 1981-ci ildə Şəmkirçay üzərində su anbarı hidroqovşağının magistral kanalları ilə birgə olan layihələri və bu layihələrin texniki- iqtisadi əsaslandırılması başa çatdırılmışdır. Lakin, 2009-cu ilə kimi bu su anbarı hidroqovşağının tikintisinə başlamaq mümkün olmamışdır. 2000-ci ildə Şəmkir rayonu ərazisində Kür çayı üzərində Yenikənd su anbarının inşasından sonra Ulu Öndərimiz Heydər Əliyev Şəmkirçay üzərində su anbarı hidroqovşağının tikintisi ideyasını irəli sürmüşdür. Bu ideyanın reallaşması Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünün 2014-cü ildə tikintisinin başa çatması ilə nəticələnmişdir.

İqtisadi – coğrafi mövqeyə malik olan Şəmkirçay su anbarı qərb bölgəsində Şəmkir rayonu ərazisində (Gəncə-Qazax zonasında) yerləşir (şəkil 1.1). Həmin iqtisadi rayonun ərazisinin ümumi sahəsi 12,5 min km²-dir ki, bu da ölkə ərazisinin 14,4%-ni təşkil edir.



Şəkil 1.1. Şəmkirçay su anbarının Azərbaycan Respublikasında yerləşmə mövqeyi.

Relyef xüsusiyyətlərinə görə bu iqtisadi rayonun ərazisi 4 zonaya bölür: 1) maili düzənliklər; 2) dağətəyi ərazilər; 3) orta dağlıq ərazilər (dəniz səviyyəsindən 1000÷2000 m yüksəklikdə olan); 4) yüksək dağlıq ərazilər (dəniz səviyyəsindən 2000 m yüksəklikdə yerləşən). Rayonun iqlim şəraiti də bu zonalara müvafiq olaraq müxtəlifdir. Regionun çaylarında əsasən yaz daşqınları olur ki, bu zaman da illik axan çay axınının təxminən 40-50%-i keçmiş olur. Yayda suyun səviyyəsi qışla müqayisədə daha yüksək olur. Payızda güclü yağışlar yağdığından daşqınlara tez-tez rast gəlinir.

Qazax –Gəncə regionunun su ehtiyatları 1,4÷1,5 km³ təşkil edir. Bölgənin əsas çayları Gəncəçay, Ağstafaçay, Şəmkirçay, Tovuzçay, Zəyəmçay, Coğazçay və digər xırda çaylardır. Şəmkirçay Kiçik Qafqazın Şahdağ silsiləsinin şimali-şərq yamacından axmağa başlayan Sarısu və Ağdaşsu qovuşduqdan sonra başlayır. Sarısu Hinaldağdan 3220 m yüksəklikdən başlayır. Şəmkirçayın hövzəsinin sahəsi 1170 km², uzunluğu 95 km-dir, 6 sağ və 8 sol qolu var. Şəmkirçay Kürün mənsəbindən 812 km yuxarıda Xüluf kəndi yaxınlığında 93 m yüksəklikdə Kür çayına tökülür.

Şəmkirçayın mənbə hissəsindəki Göygöl qədim buzlaqların fəaliyyətinin məhsuludur. Göygöl 2470 m yüksəkliyindədir (səviyyəsindədir). Göl şirinsulu və axarlıdır, həmçinin Sarısu suyun adsız qolu göldən çıxır. Gölün uzunluğu 1250 m və maksimal dərinliyi 60 m-dir. Hinaldağla Göygöl arasında xırda göl qrupları yerləşir. Onlar Sarısu çayı ilə əlaqədirlər və 3052 m yüksəklikdə yerləşirlər. Göygölün axını tənzimləyəndir və intensiv suvarma dövründə Şəmkirçayı qidalandırır. Şəmkirçay yaz gursulu rejiminə malikdir. Bu çay üçün qar suyu ilə qidalanmada illik axının 38%-ni bu sular, yağış suları isə 17%-ni təşkil edir. Yuxarı Çaykənd hidrometrik məntəqəsinə qədər Şəmkirçayın su hövzəsinin sahəsi 922 km² –dir. Stasionar müşahidələr 1928-ci ildən aparılmağa başlanmışdır. Bu məntəqənin hidrometrik məlumatlarına əsasən axın norması 8,47 m³/san və ən böyük sərfi 240 m³/san 4 iyul 1985-ci ildə müşahidə edilmişdir. Ən kiçik su sərfi isə 13 fevral 1980-ci ildə 0,2 m³/san qeydə alınmışdır. Şəmkirçayın suyunun temperaturu orta hesabla yanvarda 1,2 °C, iyulda 16,9 °C olur. Ən maksimal

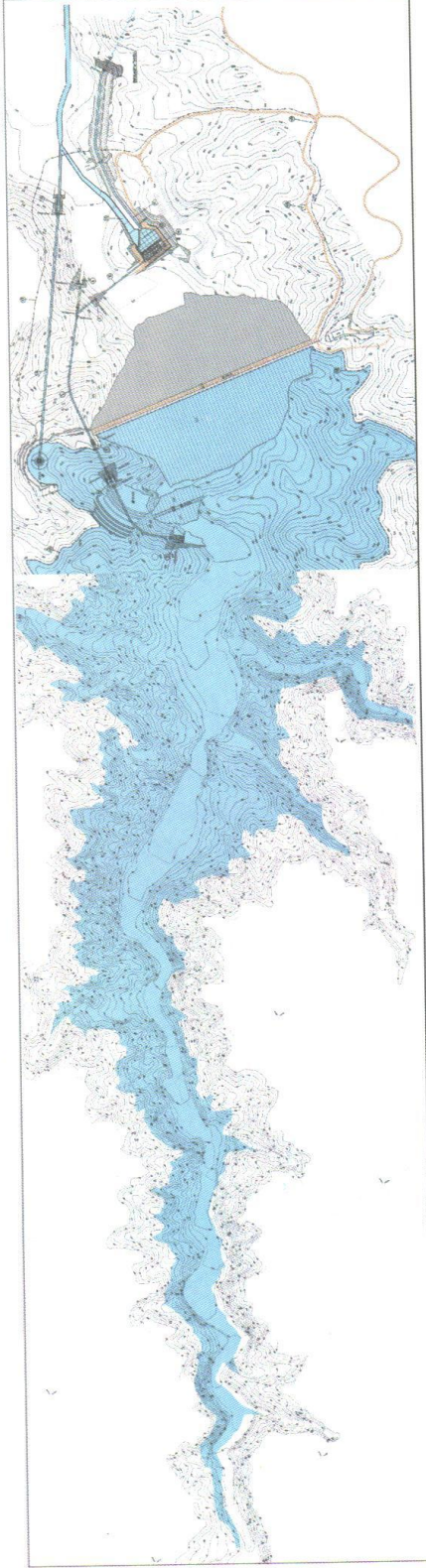
temperatur 18 avqust 1962-ci ildə 27,7 °C müşahidə edilmişdir. Şəmkirçayın suyu hidrokarbonatlı olub, tərkibində kalsium kationu üstünlük təşkil edir.

Şəmkir rayonunun əkin sahələrini suvarma suyu ilə təmin etmək məqsədilə çayların suyundan istifadə olunmasına hələ 1930÷1940-cı il illərdə təsadüf edilmişdir. Şəmkir rayonunun 13 min hektara yaxın əkin sahələrini suvarma suyu ilə təmin etmək üçün 1931-ci ildə Şəmkirçaydan Nadirşah kanalı (uzunluğu 13,78 km, sərfi 7,0 m³/san olan), Alpout kanalı (uzunluğu 17,4 km, sərfi 3,2 m³/san olan), Gödəkarx kanalı (uzunluğu 26 km, sərfi 6 m³/san m³/san olan), Qaraarx kanalı (uzunluğu 2,2 km, sərfi 7 m³/san olan), Acıarx kanalı (uzunluğu 5 km, sərfi 1,3 m³/san olan), Dördtümənarx kanalı (uzunluğu 11,1 km, sərfi 3,6 m³/san olan) və Morularx kanalı (uzunluğu 7 km, sərfi 1,0 m³/san olan), həmçinin 1938-ci ildə uzunluğu 24 km və sərfi 5 m³/san olan torpaq məcralı suvarma kanalları çəkilmişdir.

“Şəmkirçay üzərində dəryaçanın tikintisi” kompleksinə daxil olan Şəmkirçay su anbarının SES ilə birlikdə tikintisi layihəsi 2006-cı ildə Türkiyənin “Təməlsu” və Azərbaycanın “Azdövsütəslayihə” institutu tərəfindən hazırlanmışdır. Bu kompleksə eyni zamanda Şəmkirçay magistral kanallarının, Şəmkirçay paylayıcı və suvarma kanallarının tikintisi də daxil olmuşdur. Layihənin həyata keçirilməsi ilə Şəmkir, Göygöl, Samux və Goranboy rayonlarının 50 min hektara yaxın torpaq sahəsinin su təminatının yaxşılaşdırılması və 20 min hektara yaxın yeni sahələrin istifadəyə verilməsi, eləcə də Gəncə və Şəmkir sahələrinin Samux rayonunun Nəbiağalı qəsəbəsinin əhalisinə içməli su məqsədilə 1,6 m³/san suyun verilməsi mümkün olmuşdur.

Layihəyə və tikilmə mövqeyinə əsasən SES-lə birlikdə Şəmkirçay su anbarı respublikanın qərb hissəsində Kür çayının qolu olan Şəmkirçay üzərində Gəncə şəhərindən 36 km, Şəmkir rayonunun Seyfəli kəndindən 3 km və Bakı-Tbilisi magistral avtomobil yolundan 15 km məsafədə yerləşir (şəkil 1.2). Şəmkirçay hidroqovşağında gücü 24,438 Mvt olan Su Elektrik Stansiyası da tikilmişdir.

ŞƏMKİRÇAY SU ANBARININ PLANI

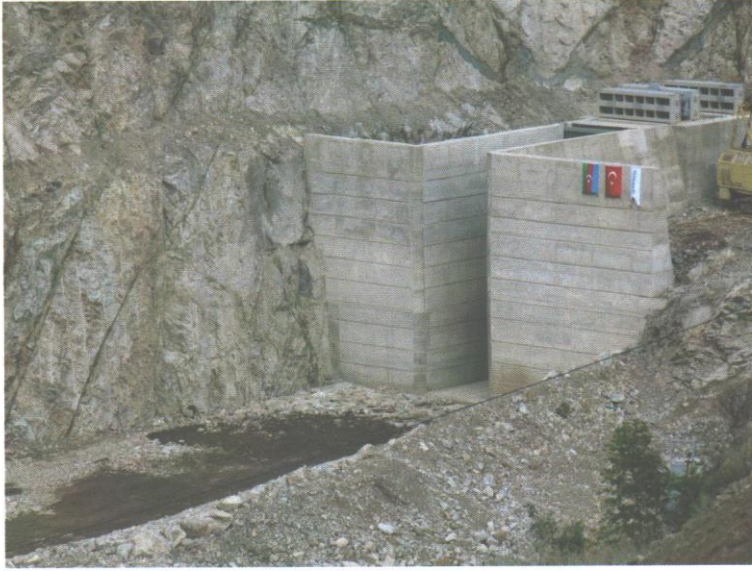


SU ANBARI	BƏND	DERYAÇANIN HÖVZƏ SU HESABI	
		SU SƏVIYYƏSİ (km ²)	TOPLANAN SU HƏCMI (m ³)
Ümumi su tutumu	Bəndin növü	580.00	0
Faydalı həcmi	Bəndin hündürlüyü	590.00	300 000
Şəmkir çayının illik orta su həcmi	Bəndin qayının uzunluğu	600.00	1 675 000
Gence, Şəmkir şəhərləri və Samux rayonunun Nəbiqəli qəsəbəsinin illik içməli su həcmi	Bəndin dibdən eni	610.00	4 625 000
Suvarma üçün illik su həcmi	Bəndin üstən eni	620.00	9 605 000
Su güzgülünün sahəsi		630.00	17 185 000
Güzgü müstəvisi üzrə uzunluğu		640.00	27 610 000
		650.00	43 950 000
		660.00	61 950 000
		670.00	84 100 000
		680.00	111 150 000
		690.00	141 500 000
		696.00	164 500 000

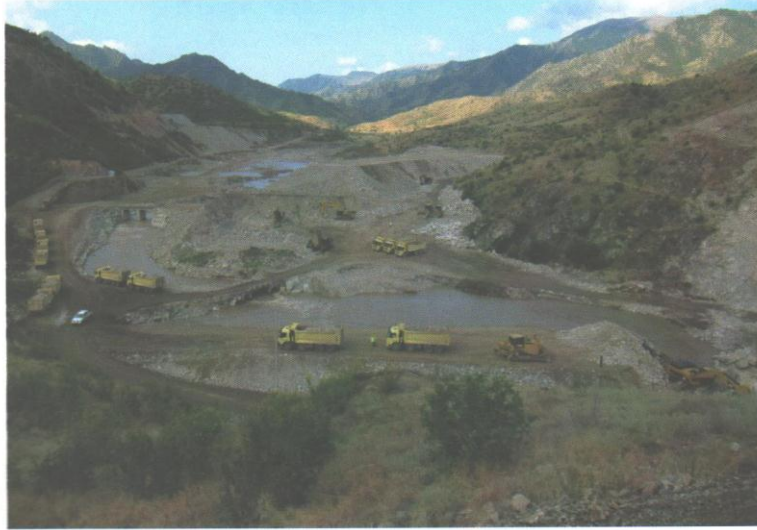
Şəkil 1.2. Şəmkirçay su anbarının planı

Tikintisi başa çatdırılmış su anbarının su güzgü sahəsi 375 hektar, uzunluğu 6,1 km-dir. Su anbarı bəndinin və Su Elektrik Stansiyasının tikintisi üzrə 03.07.2007-ci il tarixində keçirilmiş tenderin qalibi Türkiyənin “Cengiz” İnşaat, Sənaye və Ticarət şirkəti olmuşdur. 05 sentyabr 2008-ci ildə bu şirkət tərəfindən podratçı təşkilat kimi tikintiyə hazırlıq işlərinə başlanmışdır. Tikinti sahəsinə maşın-mexanizmlər gətirilmiş, işçi heyəti mobilizasiya edilmiş, istehsalat bazaları tikilmiş, tikinti zamanı işçi heyətin yaşayışı üçün müasir qəsəbə salınmış, su, elektrik və digər kommunikasiya xətləri ilə təchiz olunmuşdur. Tikinti zamanı zəruri hesab edilən mühəndis-geologiyası üzrə tədqiqat işləri və digər sınaqların yerinə yetirilməsi üçün tikilmiş laboratoriya müasir avadanlıqlarla təchiz olunmuşdur ki, bunun da təkə tikinti dövrü üçün deyil, həm də qurğuların istismar dövrü üçün olduqca hər bir işə köməyi olacaqdır.

Mürəkkəb relyefə malik tikinti ərazisinə gediş-gəlişi təmin etmək üçün dağları partlatmaqla Gəncə-Seyfəli-Şəmkir yolundan su anbarına qədər 16,7 km və obyektədən Nərimanlı kəndi yaxınlığında yerləşən gil karxanasına qədər 10,3 km uzunluğunda müasir asfalt örtüklü yol çəkilmişdir. Həmçinin ümumi uzunluğu 11,0 km-dən çox olan təbii daş və çınqıl karxanalarına qədər çınqıl örtüklü daxili yollar salınmışdır. Su anbarında yığılan suyun Su Elektrik Stansiyasına və Şəmkirçay magistral kanalına verilməsi üçün su anbarının ölü həcm səviyyəsində (astananın 619,0 m mütləq yüksəkliyində) ümumi suburaxma qabiliyyəti 115 m³/san, o cümlədən SES-ə və suvarma kanallarına suyun verilməsi üçün normal suburaxma sərfi 31 m³/san, su anbarında su səviyyəsinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün 84 m³/san sərfi ilə suburaxa bilən diametri 4,5 m və uzunluğu 583,38 m olan dairəvi seksiyalı təzyiqli enerji tuneli nəqletdirici tunelə birləşdirilmişdir. 16 iyul 2010-cu il tarixində su anbarı bəndinin tikintisi məqsədilə çayın məcrasında suyönəldici bənd (yuxarı arakəsmə) tikilmiş, Şəmkirçayın suyunun nəqletdirici tunelə yönəldilərək tikinti işlərinə başlanılmışdır (şəkil 1.3 və şəkil 1.4).

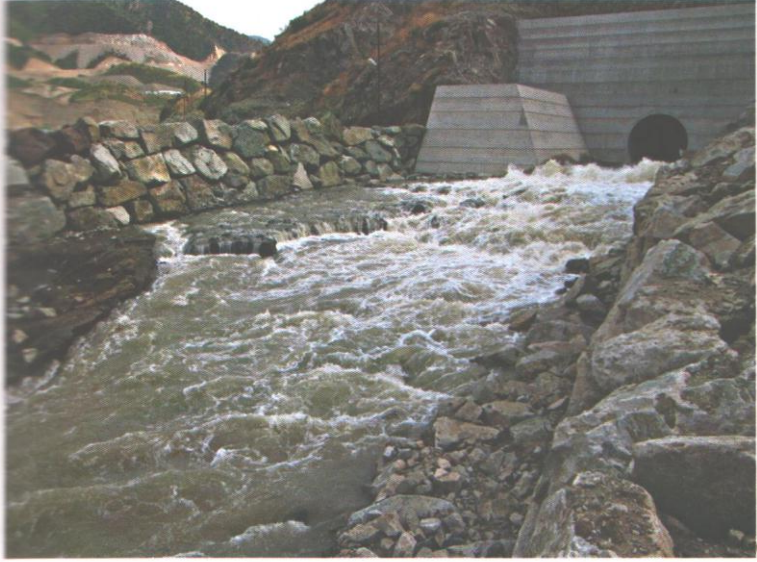


Nəqledici tunelin giriş hissəsi (su buraxılmamışdan əvvəl)

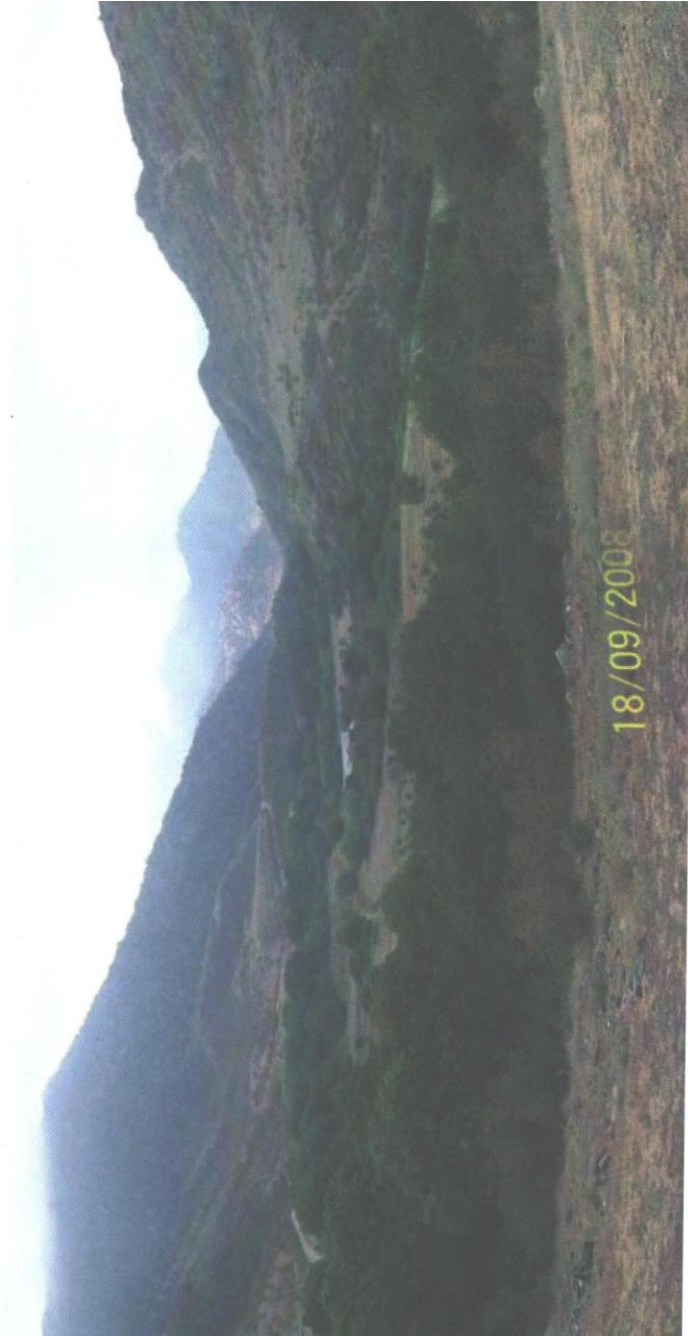




*Şəmkirçay çayının suyunun Nəqledici tunelə yönəldilməsi
(16.07.2010-cu il)*



18 sentyabr 2008-ci ildə Şəmkirçay üzərində su anbarı hidrodüyününün tikilməsi nəzərdə tutulan əraziyə baxış keçirilmişdir (şəkil 1.5).



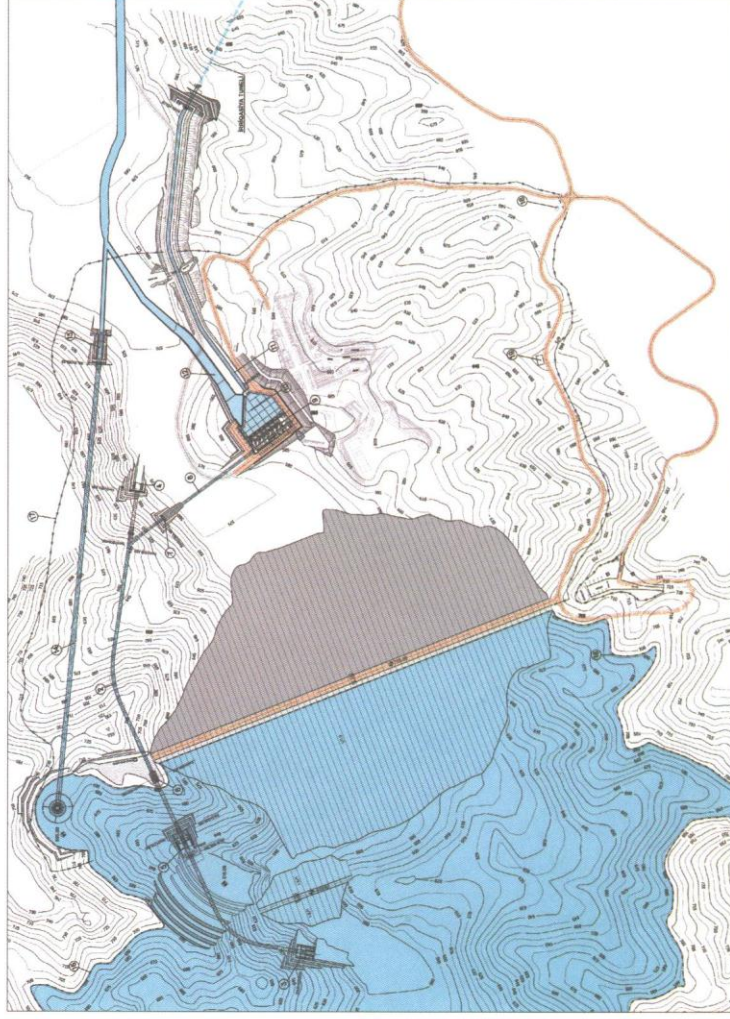
Göründüyü kimi su anbarı yüksək dağlıq və meşəliklərin yerləşdikləri ərazilərə düşür. Su anbarı hidroqovşağının tikilməsi üçün əvvəlcə işçilərə görə salınmış yaşayış məntəqəsinin və istehsalat bazalarının yerləşdirilməsi vacib olmuşdur ki, bu da şəkil 1.6-da göstərilmişdir. Su anbarı ətrafındakı dağlıq ərazilərin bir çox hissələrində qaya kütlələri yerləşdirilmişdir.



1.2. Su anbarı hidrodüyününün köməkçi-müvəqqəti, nəqletdirici qurğularının, Şəmkirçay magistral kanallarının konstruksiyaları və texniki göstəriciləri

Şəmkirçay üzərində su anbarı bəndinin tikintisini həyata keçirmək üçün köməkçi qurğu kimi nəqletdirici tuneldən istifadə olunmuşdur. Nəqletdirici tunelin giriş və çıxış hissələri də daxil olmaqla tam tikilib qurtardıqdan sonra, Şəmkirçayın qarşısında tökmə torpaqdan arakəsmə tikilərək çay axını nəqletdirici tunelə yönəldilir və su anbarı hidrodüyününün tikildiyi dövrdə çayın suyu bu qurğudan keçirilir. Nəqletdirici, sutullayıcı, suburaxıcı və səviyyəqaldırıcı qurğuların yerləşdirilmə vəziyyəti su anbarı bəndinin baş planında göstərilmişdir (şəkil 1.7). Nəqletdirici tunelin girişinin tikintisi şəkil 1.8 və şəkil 1.9-da, bu tunelin çıxış hissəsinin tikintisi isə şəkil 1.10-da verilmişdir.

BƏNDİN BAŞ PLANI



SU ANBARI

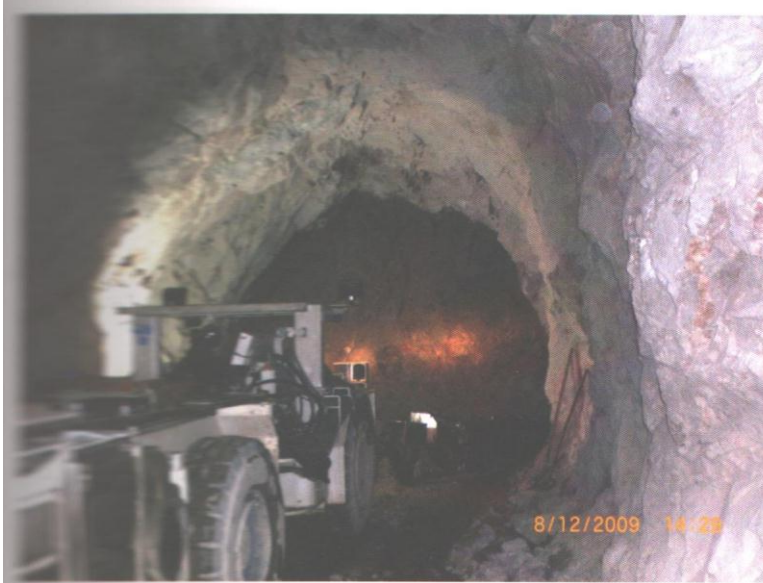
Ünvanlı su tutumu	154.50 mln m ³
Faydalı su həcmi	156.30 mln m ³
Səhkiç cəyriñ illik orta su həcme	246.24 mln m ³
Grncö - səhkiç səhkiçlərinin və sanuz rayonunun ınnıalallı qorıstırın	48.42 mln m ³
İllik tıñıllı su hıçmı	207.90 mln m ³
Suyımañ oçın illik su hıçmı	375.00 ha
Su döşedıñın sanıstı	6.10 km

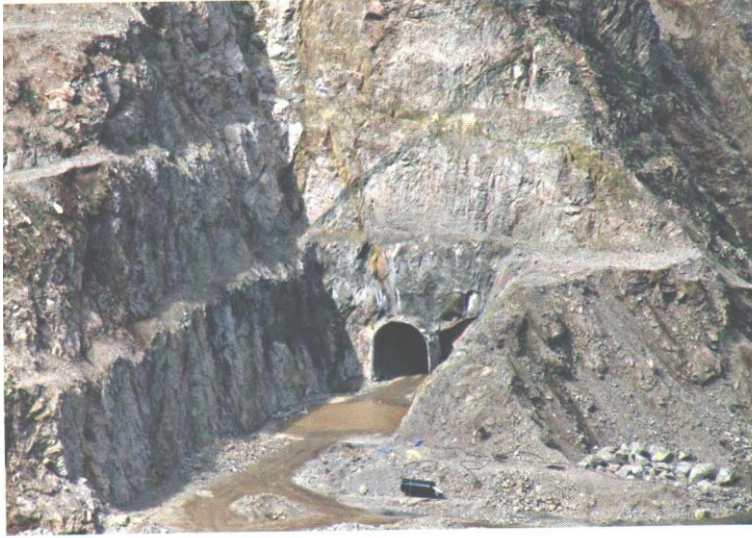
BƏND

Bəndin ıñvı	dıl. ıñvıal, dıç-qıya döşüdü	196.0 m
Bəndin ıñvıñlıñı		692.0 m
Bəndin qıstırın uzunlıđı		490.0 m
Bəndin sıbırın dıñı		12.0 m

ŞİFTİ ŞİARLAR

- 1) Su anbarı
- 2) Su anbarının quruluşu
- 3) Su anbarının quruluşu (sıbır)
- 4) Su anbarının quruluşu (qıstırın)
- 5) Su anbarının quruluşu (döşüdü)
- 6) Su anbarının quruluşu (sıbır)
- 7) Su anbarının quruluşu (qıstırın)
- 8) Su anbarının quruluşu (döşüdü)
- 9) Su anbarının quruluşu (sıbır)
- 10) Su anbarının quruluşu (qıstırın)
- 11) Su anbarının quruluşu (döşüdü)
- 12) Su anbarının quruluşu (sıbır)
- 13) Su anbarının quruluşu (qıstırın)
- 14) Su anbarının quruluşu (döşüdü)
- 15) Su anbarının quruluşu (sıbır)





Nəqletdirici qurğu giriş və çıxış portalları olan dairəvi en kəsikli tuneldən ibarətdir. Su anbarının bəndində tökmə işlərinin aparılması müddətində Şəmkirçayın suyunun aşağı byefə axıdılması məqsədilə suburaxma qabiliyyəti 165 m³/san, diametri 4,5 m və uzunluğu 884,85 m olan dairəvi seksiyalı nəqletdirici tunel inşa olunmuşdur. Nəqletdirici tunelə tələb olunan hidromexaniki avadanlıqlar (qapı, zibiltutan barmaqlıqlar, təzyiqli polad borular və s.) quraşdırılmışdır. Nəqletdirici inşaat sərfini keçirən qurğunun planda tam görünüşü şəkil 1.7-də

göstərilibdir. Nəqletdirici tunel basqılı rejimdə işlədiyindən, bu tuneldən keçən axının sürəti

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 165}{3,14 \cdot 4,5^2} = \frac{660}{63,585} = 10,38 \text{ m/san}$$

olmuşdur.



Nəqledici tunelin çıxış hissəsinin tikintisi



16 iyul 2010-cu il tarixində su anbarı bəndinin tikintisi məqsədilə çayın məcrasında su yönəldici kiçik bənd (arakəsmə) tikilərək, Şəmkirçayın suyu nəqlədici tunelə yönəldilmiş (şəkil 1.7) və tikinti işlərinə başlanılmışdır. Eyni zamanda tökmə bəndin yuxarı və aşağı dayaq prizmaları üçün seçilmiş çınqıl-çaqıl materialları üçün karxanalardan istifadənin mümkün olmaması və karxanalardakı tikinti materiallarının ilkin layihədə qəbul olunmuş göstəricilərdən aşağı olması müəyyənləşdirilmişdir. Yəni, Texniki-İqtisadi Əsaslandırmanın hazırlanmasından keçən uzun müddət ərzində çınqıl-çaqıl karxanalarının yerində hal-hazırda insanlar məskunlaşmışlar. Eləcə də karxanalardan davamlı şəkildə ilkin layihədə nəzərdə tutulan keyfiyyətdə çınqıl-çaqıl materialının mümkünsüzlüyü, bəndin yuxarı və aşağı yamaclarının mailliyinin artması ilə əlaqədar, yuxarı yamacın dayanıqlığının təminində əlavə drenaj tikilməsinə ehtiyac yaranacağı, araşdırma zamanı müəyyənləşdirilmişdir.

Şəmkirçay su anbarı dəryaçasının hövzə üzrə su hesablamaları aparılmış, anbarın dibindən başlayaraq müxtəlif su səviyyələrində təyin olunmuş toplanan su sahələri və su həcmələri cədvəl 1.1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.1.

Su səviyyəsi (∇ , m)	Toplanan su sahəsi F (km ²)	Toplanan su həcmi W (m ³)
580	0	0
590	0,08	300000
600	0,215	1675000
610	0,385	4625000
620	0,610	9605000
630	0,900	17185000
640	1,200	27610000
650	1,525	43950000
660	1,935	61950000
670	2,405	84100000
680	2,885	111150000

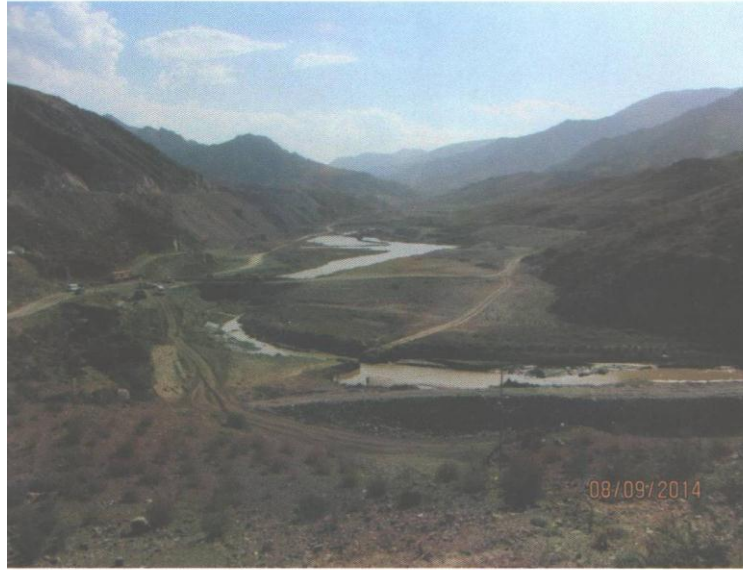
690	3,410	141500000
696	3,745	164500000

Şəkil 1.11. Şəmkirçay su anbarının həcm – $W = f(H)$ və su güzgü sahəsi - $F = f(H)$ ayrıləri.

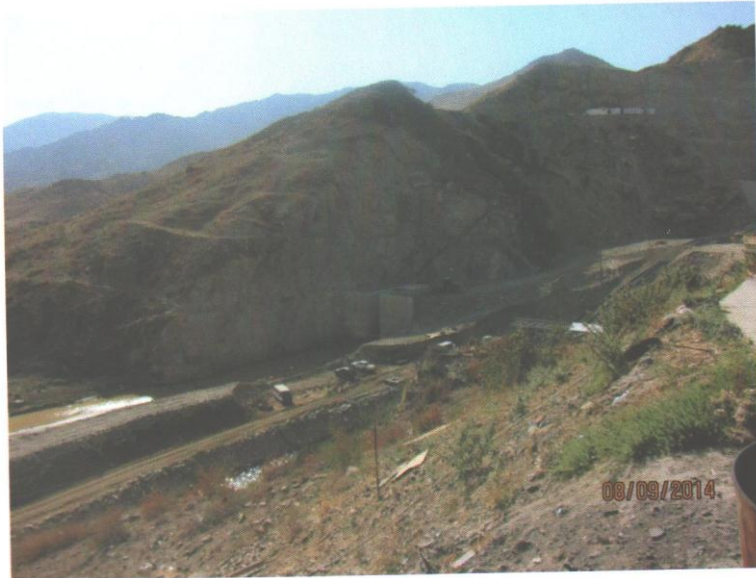
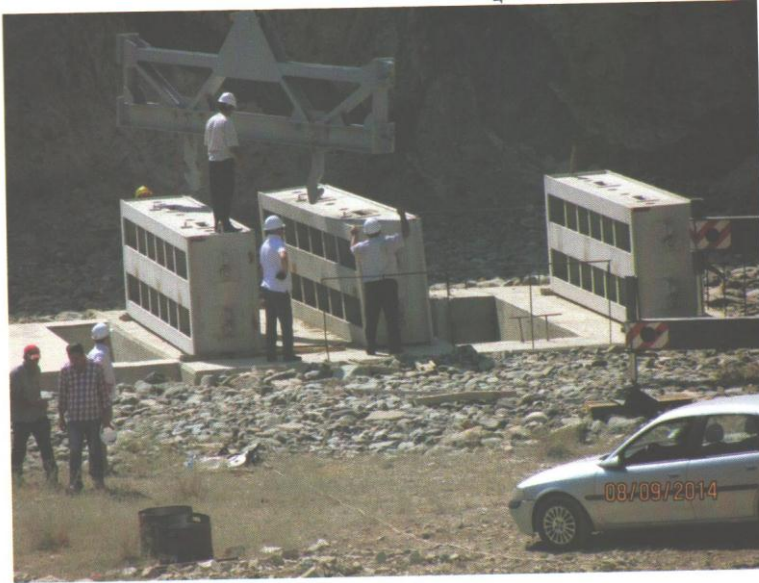
Cədvəl 1.1-dəki göstəricilərə əsasən Şəmkirçay su anbarının həcm və su güzgü sahələrinin yuxarı byefdə su səviyyələrindən asılılıq ayrıləri qurulmuşdur (şəkil 1.11). Aparılmış su təsərrüfatı hesablamalarına əsasən su anbarının tam həcmi $W_{\text{tam}} = 164,5 \text{ mln. m}^3$ və bu həcmə əsasən $W = f(H)$ əyrisindən normal boğul səviyyənin $\nabla NBS = 696,0 \text{ m}$ olduğu müəyyən edilmişdir. Su anbarının faydalı həcmi isə $W_{\text{fay}} = 156,3 \text{ mln. m}^3$ tapılmışdır. Ölü həcmi isə $W_{\text{ö}} = W_{\text{tam}} - W_{\text{fay.}} = 164,5 - 156,3 = 8,2 \text{ mln. m}^3$ olduğundan $W = f(H)$ əyrisindən su anbarının ölü həcm səviyyəsi $\nabla \text{ÖHS} = 619,0 \text{ m}$ tapılmışdır. Ölü həcm səviyyəsində su güzgü sahəsi $F_{\text{ö}} = 0,59 \text{ mln. m}^2$, su anbarının normal boğulmuş səviyyəsində ($\nabla NBS = 696 \text{ m}$) su güzgü sahəsi $F_{\text{tam}} = 3,75 \text{ km}^2$ olmuşdur (şəkil 1.11).

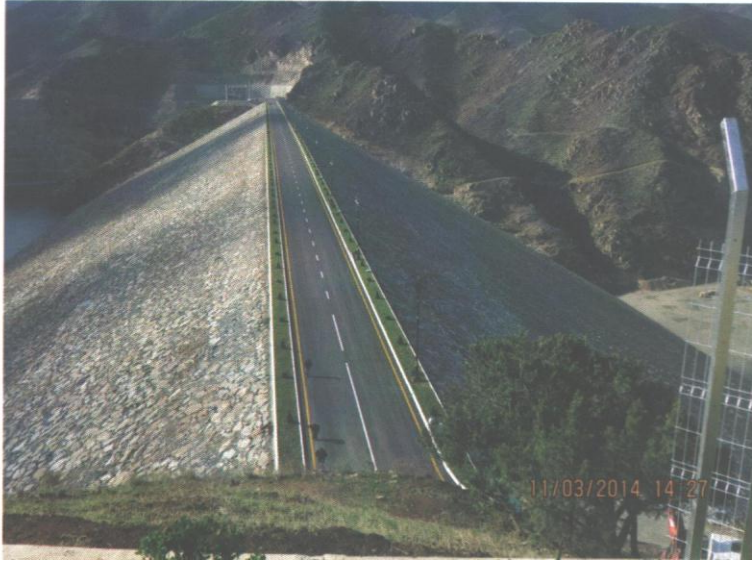
Su anbarı yerləşən ərazinin su ilə doldurulması üçün öncə nəqlətdirici tunelin giriş hissəsi bağlanmışdır ki, bu da şəkil 1.12 və 1.13-də əks olunmuşdur. Tökmə bəndin tikintisi başa çatdıqdan sonra Şəmkirçay su anbarının görünüşləri şəkil 1.14, 1.15 və 1.16-da verilmişdir. Bu su anbarında yığılan suyu əkin sahələrinə

vermək üçün Türkiyənin “Təməlsu” Beynəlxalq Mühəndislik Xidmətləri Anonim Şirkəti tərəfindən 26 oktyabr 2009-cu il tarixində inzalanmış müqaviləyə əsasən Şəmkirçay magistral kanallarının lahiyəsi hazırlanmışdır. Layihədə Şəmkirçay magistral kanalının (tunellə birlikdə), sağ və sol sahil Şəmkirçay magistral kanallarının, Şəmkir maşın kanalını qidalandırmaq üçün Qidalandırıcı kanalın tikintisi nəzərdə tutulmuşdur. Kanallar açıq dəmir-beton üzlüklə inşa olunmuşdur.



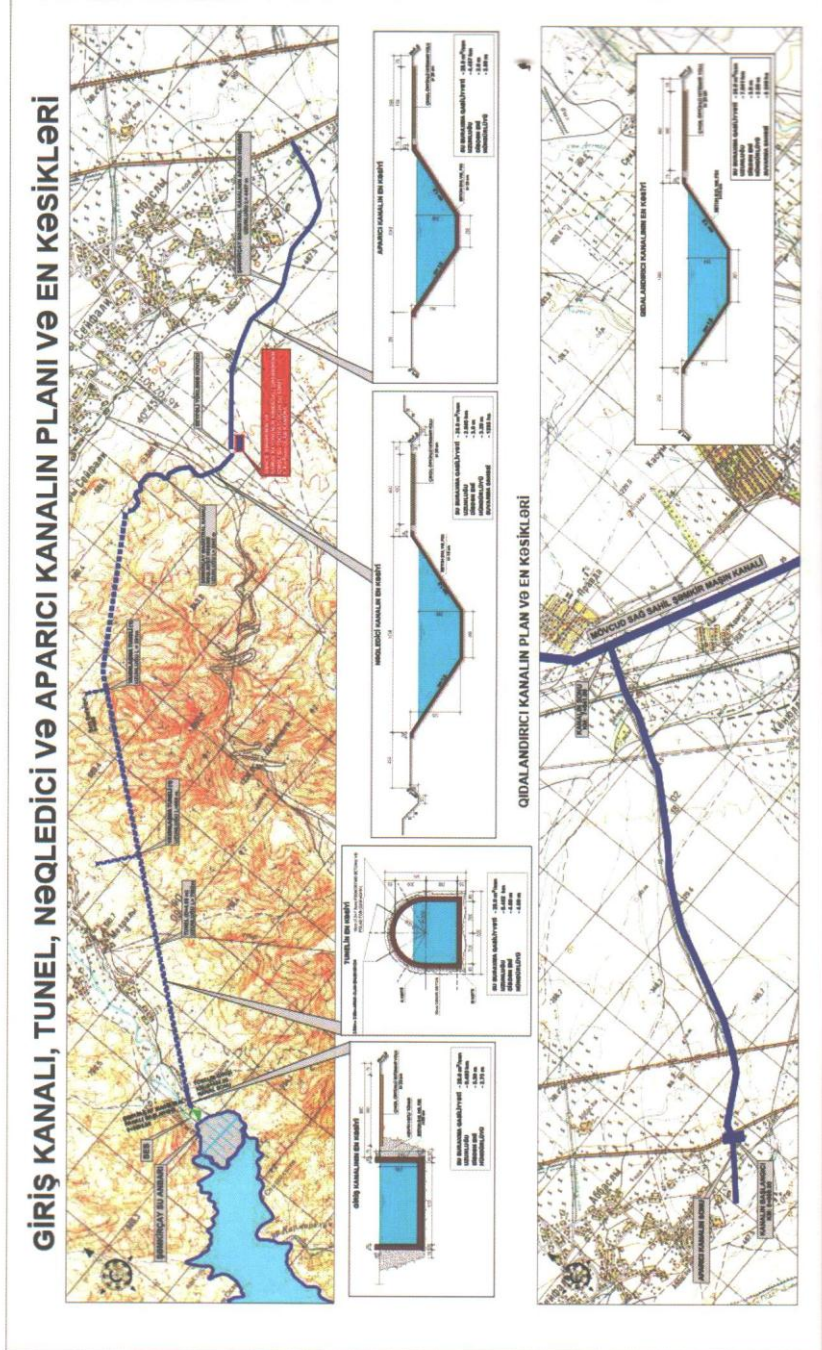
ı anbarına suyun yığılması üçün Nəqledici tunelin girişinin bağlanması (08.09.2014-cü il)





Şəmkirçay magistral suvarma kanallarının planda yerləşdirilmə sxemi şəkil 1.17-də verilmişdir. Su anbarından sugötürən Şəmkirçay magistral kanalının normal su sərfi $28 \text{ m}^3/\text{san}$, suburaxma qabiliyyəti $31 \text{ m}^3/\text{san}$, uzunluğu isə $15,41 \text{ km}$ təşkil edir. Onun başlanğıc 493 m -lik hissəsi açıq düzbucaqlı en kəsikli, uzunluğu $7,819 \text{ km}$ olan tunel (onun $7,502 \text{ km}$ -i ana tunel, $0,291 \text{ km}$ -i sol sahil kanalına su vermək üçün yaxınlaşma tunelidir), tuneldən sonra yükləmə hovuzuna qədər $2,045 \text{ km}$ açıq trapesvari en kəsikli və yükləmə hovuzundan Gəncə-Şəmkir avtomobil yoluna qədər uzunluğu $4,461 \text{ km}$ olan trapesvari en kəsikli aparıcı kanaldan ibarətdir (şəkil 1.18). Tunelin dibdən eni $4,5 \text{ m}$ və daxili hündürlüyü $4,25 \text{ m}$ (aşağıdan $2,0 \text{ m}$ hündürlüklü hissəsi düzbucaqlı nov formasında olmaqla)

olmuşdur. Bu sürətlə günbəzvari tuneldən keçən axının dərinliyi isə 2,52 m olmuşdur və keçid hissəsindən sonra axının səthində 0,12 m düşmə qeydə alınmışdır.

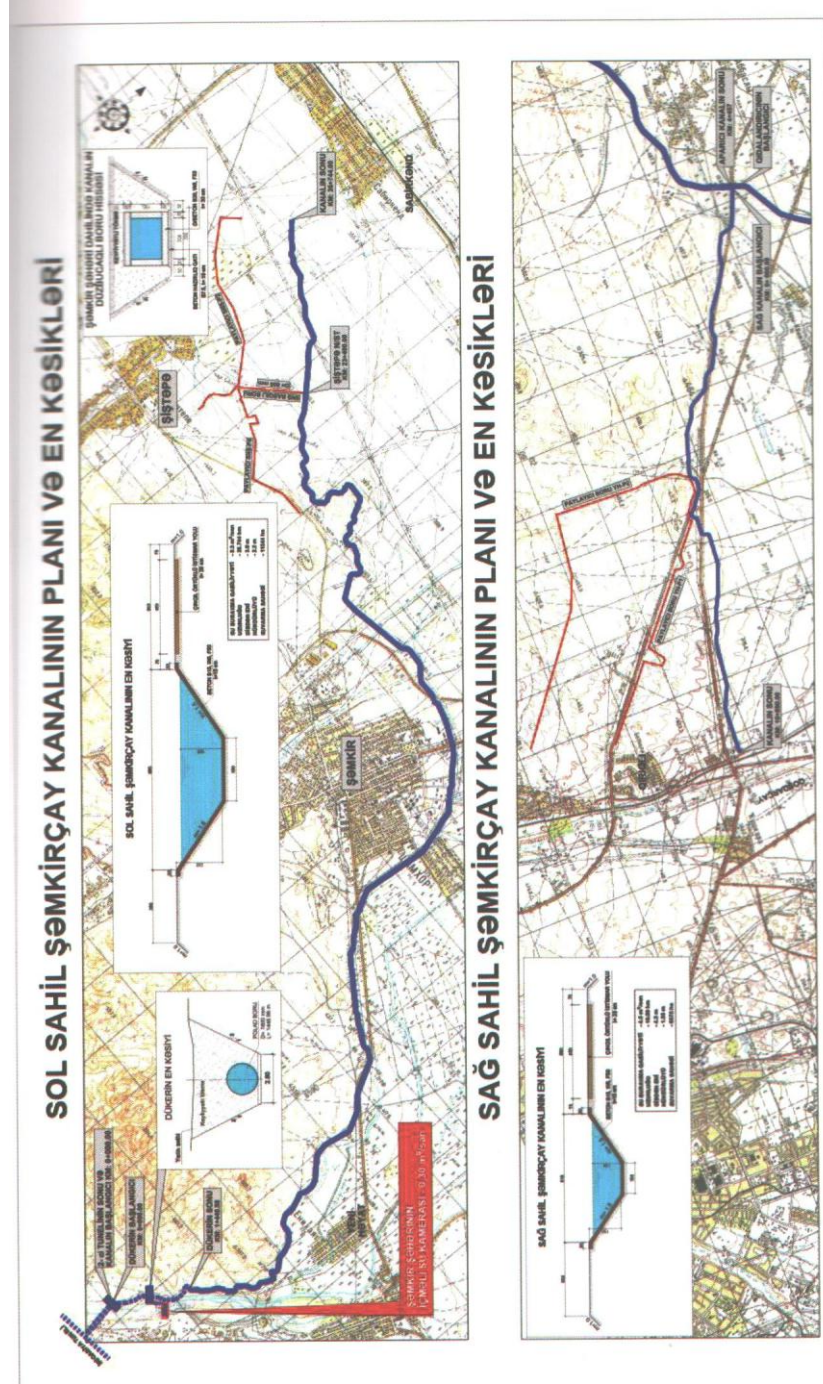


Şəmkirçay magistral kanalında 44 ədəd müxtəlif qurğular, o cümlədən 15 ədəd selötürücü, 6 ədəd piyada və 9 ədəd avtomobil körpüləri, 8 ədəd cəldaxıdan, 4 ədəd borulu sukeçirən və digər qurğular inşa olunmuşdur. Şəmkirçay magistral kanalının tunelinin $5km+657m$ -dən sol tərəfə uzanan 291m uzunluğunda yanaşma tunelindən sugötürən Şəmkirçay Sol sahil kanalı uzunluğu 1,5 km və diametri 1800mm olan təzyiqli polad borulu dükerlə Şəmkirçayın məcrasından keçməklə açıq en kəsikli kanal şəklində davam edir (şəkil 1.19). Şəmkirçay Sol sahil kanalının layihə üzrə uzunluğu 26,744 km və sərfi $8,3 m^3/san$ -dir. $D=1,8m$ diametrli polad borulu dükerdə axının sürəti

$$v = 4Q/(\pi D^2) = 4 \cdot 8,3 / (3,14 \cdot 1,8^2) = 3,2m/san \text{ -dir.}$$

Düker qurğusunun yanında Şəmkir şəhərini içməli su ilə təmin edən kamera tikilmişdir. Kamera düker qurğusunun metal borusundan $0,3 m^3/san$ sərfi ilə qidalanır. Kamerada toplanan su “Yeni həyat” qəsəbəsini və Şəmkir şəhərini əlavə olaraq içməli su ilə təmin edir. Şəmkir şəhəri daxilindən keçən bu su təchizatı qurğusunun boru xətti dəmir-beton konstruksiyalı və düzbucaqlı en kəsiklidir.

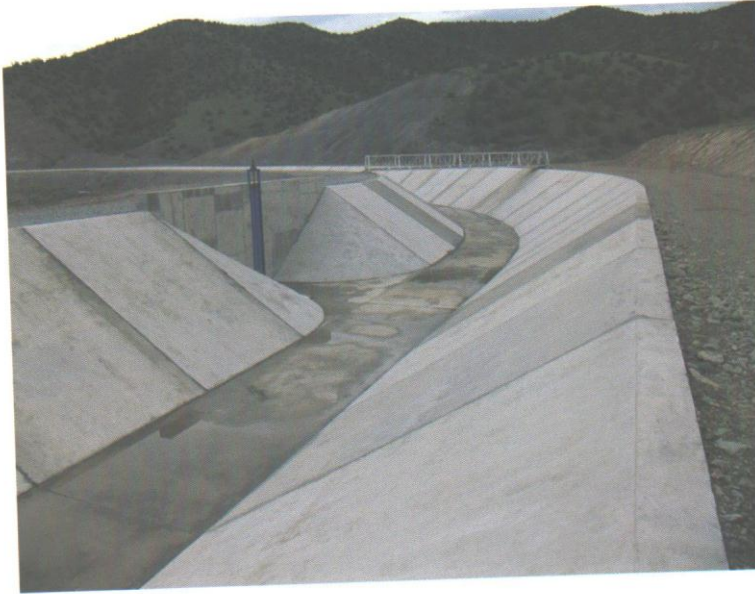
Sol sahil Şəmkirçay kanalının 17,704 km-i dəmir-beton üzlüklü trapesvari en kəsikli və 9,04 km-lik hissəsi düzbucaqlı nov şəklində (dəmir-beton divarlı) layihələndirilərək tikilmişdir. 2014-cü ildə bu kanalın 24,504 km-lik hissəsi tikilmiş, qalan 2,24 km-lik hissəsinin tikintisi isə 2015-ci ildə başa çatdırılmışdır. Kanal üzərində 191 ədəd müxtəlif növ qurğu vardır. Bu kanal 11544 ha yeni əkin sahələrinin suvarılmasına xidmət edir.



Layihə üzrə uzunluğu 10,89 km olan Sağ sahil Şəmkirçay kanalının hesabi (su) sərfi $4,5 \text{ m}^3/\text{san}$ və xidmət göstərdiyi suvarılacaq sahə 6575 ha-dır. Kanal dəmir-beton üzlüklü trapesvari en kəsikli olub üzərində 70 ədəd, o cümlədən 7 ədəd avtomobil və 4 ədəd piyada körpüləri, 19 ədəd borulu suburaxan və başqa qurğular tikilmişdir. Kanalın dibdən eni $b=2,3\text{m}$, yamaqlıq əmsalı $m=1,5$ -dir (şəkil 1.19). Tikilmiş Şəmkirçay magistral kanalı və onun Seyfəli yükləmə hovuzu şəkil 1.20-də, şəkil 1.21-də və şəkil 1.22-də göstərilmişdir. Şəmkirçay

kanallarından tikilmiş Saę sahilinin grnşleri Őekil 1.23-də, Sol sahilinin grnşleri ise Őekil 1.24, 1.25, 1.26, 1.27, 1.28-də verilmiřdir.

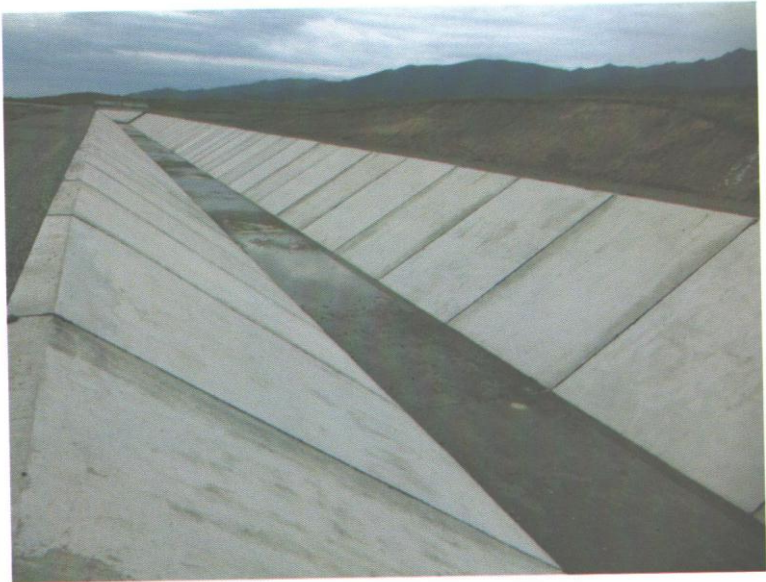


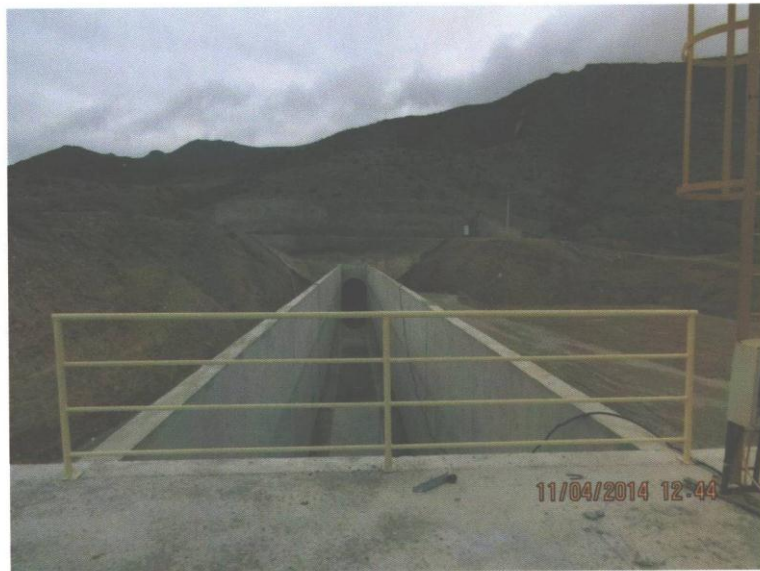


Bildiyimiz kimi Şəmkir maşın kanalı Şəmkirçay su anbarından çox əvvəl tikilərək istifadəyə verilmişdir. Şəmkir maşın kanalına Şəmkirçay su anbarından əlavə su verilməsi məqsədilə inşa olunmuş Qidalandırıcı kanalın uzunluğu 7,541 km, su sərfi 28 m³/san təşkil edir. Kanal dəmir-beton materialla trapes və düzbucaqlı şəkildə tikilmişdir. Şəmkirçay su anbarından Gəncə və Şəmkir şəhərlərinə, eləcə də Samux rayonunun Nəbiəğalı qəsəbəsinə ümumi 1,6 m³/san sərfi ilə içməli su verilməsi üçün Şəmkirçay Sağ və Sol sahil kanallarında inşa olunmuş hovuzlardan çıxışlar qoyulmuşdur. Çayda ekoloji vəziyyətin qorunması məqsədilə SES-in hovuzundan 1,5 m³/san sərfi ilə suyun çaya buraxılması nəzərdə

tutulmuşdur. Şəmkir şəhərinə sol sahil kanalından $0,3 \text{ m}^3/\text{san}$, Gəncə şəhərinə və Nəbiəğalı qəsəbəsinə Sağ sahil kanalından $1,3 \text{ m}^3/\text{san}$ sərfi ilə su götürülür (şəkil 1.17).



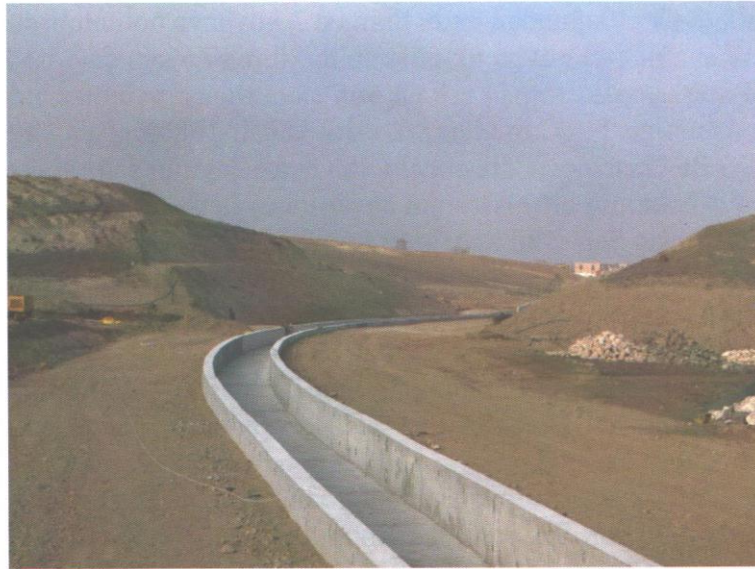
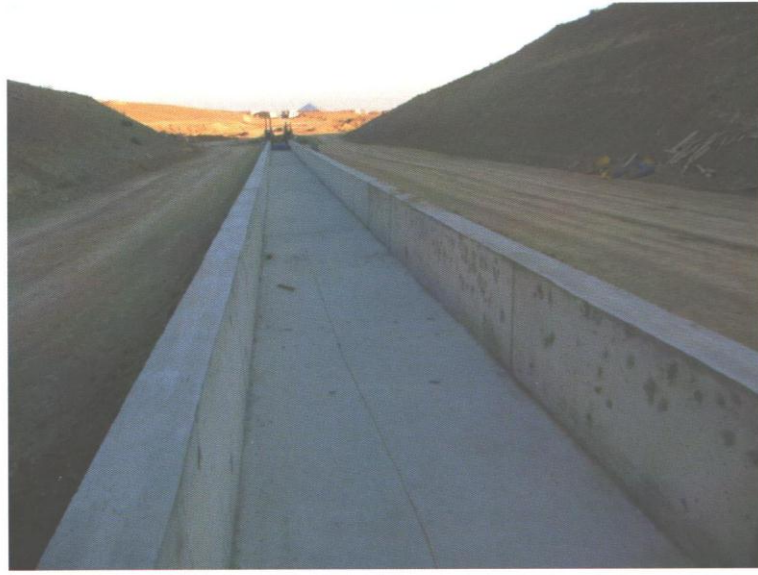












1.3. Şəmkiçay su anbarı hidroqovşağının əsas qurğularının texniki və digər göstəricilərinin təhlili

Şəmkiçay su anbarı hidroqovşağına aşağıdakı əsas qurğular daxildir: tökmə bənd, suburaxan (tikinti-istismar), fəlakət-daşqın sutullayanı, su elektrik stansiyası. Tökmə bənd mərkəzi gil nüvəli, yuxarı və aşağı prizmaları iri daş-qaya dolğuludur. Bəndin gil nüvənin altından maksimal inşaat hündürlüyü $H_b = 196m$, qaş səviyyəsi

700,0 m, çayın məcra hissəsində bəndin yuxarı və aşağı byef tərəfdən dib səviyyəsi $\nabla_{Dib} = 570m$, gil nüvənin dib səviyyəsi 510,0m, onun altındakı beton hazırlıq qatının dib səviyyəsi 503,8m, süzgəc-keçid materialı kimi xırda daş-qaya dolğusunun nüvənin yuxarı tərəfində dib səviyyəsi 562,0m, aşağı tərəfində dib səviyyəsi 556,2m-dir. Xırda daş-qaya dolğusu ilə gil nüvə arasında iri və narın (qum) materiallardan süzgəc qatları qoyulmuşdur. Bəndin qaş üzrə eni $b=12,0m$, uzunluğu $L_{qaş}=692,0m$ -dir, yuxarı və aşağı yamacları $m_1 = m_2 = 1,8$ yamaclıq əmsalları ilə daş-qaya örtüyü vasitəsilə üzlənmişdir (şəkil 1.29). Ona görə də tökmə bəndin dib səviyyəsində (məcra hissədə) eni

$$B_{dib} = b + (m_1 + m_2) \cdot (\nabla BQ - \nabla Dib) = 12,0 + (1,8 + 1,8) \cdot (700 - 570) = 12,0 + 468,0 = 480m -$$

dir.

Şəkil 1.29-dan göründüyü kimi gil nüvənin trapes formalı dibi ∇Dib (nüvə)=542m səviyyəsində yerləşməklə, onun bu səviyyədə eni $\delta_{n.d.} = 86,75m$ -dir. Gil nüvənin yan yamacları 4:1 mailliyi ($m_n=0,25$ yamaclıq əmsalı) ilə layihələndirilməklə, yuxarı hissəsi bəndin qaş səviyyəsində ($\nabla BQ=700,0m$ -də) yerləşdirilmişdir. Ona görə də bəndin qaş səviyyəsində yerləşən gil nüvənin üstdən eni

$$\begin{aligned} \delta_{n.ii} &= \delta_{n.d.} - 2[\nabla BQ - \nabla Dib(nüvə)] \cdot m_n = 86,75 - 2(700 - 542) \cdot 0,25 = \\ &= 86,75 - 79,0 = 7,75m \end{aligned}$$

olmuşdur. Gil nüvə ətrafındakı iri və narın süzgəc qatları da 4:1 mailliyi ilə tikilmişdir. Ancaq kənar süzgəc materialı olan xırda daş-qaya dolğusunun bəndin gövdəsini təşkil edən iri daş-qaya dolğusu ilə kontakt müstəvisi isə 5:2 mailliyi ($m=0,4$ yamaclığı) ilə layihələndirilmişdir. Beləliklə, bəndin tikintisinə işlədilən müxtəlif materialların ümumi həcmi 15100610 m^3 , o cümlədən nüvə üçün gil materialının həcmi 2849610 m^3 , bütün iri və narın süzgəc materiallarının həcmi 883000 m^3 , bənd gövdəsinin yuxarı və aşağı prizmalarının cəmi daş-qaya dolğusunun (iri və xırda) həcmi 11068000 m^3 , yuxarı və aşağı yamacların daş-qaya örtüyünün həcmi 300000 m^3 olmuşdur. Şəmkiçay su anbarının yaradılması üçün texniki-iqtisadi əsaslandırma layihəsi ilə belə bir bəndin tikintisi həyata keçirilmişdir. Bu tökmə bənd Azərbaycan Respublikasında digər su anbarı bəndlərindən tamamilə fərqlənir. Belə ki, bəndin I sinif kapitalı yüksək basqılı bənd olduğu nəzərə alınaraq uçma, suffoziya və digər təhlükəli proseslərin qarşısının alınması məqsədilə tökmə bəndin nüvə ətrafı yuxarı və aşağı prizmaları iri daş-qaya materialı ilə tikilmişdir. Belə tökmə bəndin istər gövdəsinin sızmaya, istərsə də yuxarı və aşağı yamaclarının dayanıqlığa elmi əsaslandırmalar ilə hesablanması və alınacaq nəticələrin tədqiq olunması böyük maraq doğurur.

Şəmkiçay su anbarı bəndinin qeyd olunan konstruksiyası onun yuxarı və aşağı yamaclarında bermaların qoyulmaması zərurətini yaratmışdır. Eləcə də

suburaxıcının qapı şaxtasının idarəetmə binası və fəlakət-daşqın (qəza-istismar) sutullayanı qurğusu bənddən kənarda sol sahilə (qayalı qruntda) tikilmişdir ki, bu da bəndin real təhlükəliklərdən qorunmasına istismar dövrü tam imkan verir (şəkil 1.30).



Tikinti-istismar sutullayıcısının və enerji sisteminin suburaxan qurğularının planı, uzununa və eninə kəsikləri şəkil 1.31-də göstərilmişdir. Bu qurğunun ümumi su sərfi $Q_{\text{üm}}=115 \text{ m}^3/\text{san}$ -dir ki, bunun da $Q_{\text{SES}}=31,0 \text{ m}^3/\text{san}$ -si SES-i işlətməyə, $Q_{\text{niz}}=84,0 \text{ m}^3/\text{san}$ -si isə su anbarında səviyyəni nizamlamağa sərf olunur. Qurğu tikinti dövrü $D=4,5 \text{ m}$ diametrlı tunellə $165 \text{ m}^3/\text{san}$ tikinti (inşaat) sərfini aşağı byefə ötürür.

TİKİNTİ SUTULLAYICISI VƏ ENERJİ QURĞULARININ PLAN VƏ PROFİLİ



İstismar dövrü bu tunel maksimal $Q_{üm}=115 \text{ m}^3/\text{san}$ su sərfini keçirdiyindən axının sürəti tuneldə

$$v = \frac{4Q_{üm}}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 115,0}{3,14 \cdot 4,5^2} = 7,2 \text{ m/san}$$

olur. Suburaxan qurğunun qapı şaxtası və onun üstündəki idarəetmə binası nizamlama və SES-in istismar tunelinin üzərində yerləşir. İçərisində işçi və qəza-təmir bağlayıcıları yerləşdirilən dərinlik suburaxıcısı istismar dövrü su anbarında ən aşağı ölü həcm səviyyəsindən ($\nabla\text{ÖHS}=619,0\text{m}$) Şəmkirçay kanalına $28 \text{ m}^3/\text{san}$ sərfinin verilməsini və $636,24 \text{ m}$ minimum enerji su səviyyəsindən $31 \text{ m}^3/\text{san}$ sərflə SES-i işlətməyi təmin edir. Dərinlik suburaxıcısında qurğunun bağlayıcılar yerləşən astanasının $614,0 \text{ m}$ səviyyəsində (yüksəkliyində) yerləşdiyini nəzərə almaqla, qeyd edilən sərfli su axınlarını uyğun olaraq minimal $5,0\text{m}$ və $22,24\text{m}$ basqılarında işçi bağlayıcısı vasitəsilə buraxmaq lazım gəlir. İşçi bağlayıcısı arxasında hava borucuğu yerləşdirildiyindən aerasiyalı axın yaranır ki, belə axının da elmi baxımdan öyrənilməsi yeni tədqiqatların aparılmasını tələb edir. Ancaq dərinlik qurğusundan öndəki suqəbuledicinin astanası $\nabla\text{ÖHS}=619,0\text{m}$ səviyyəsində yerləşdirilmişdir. Ona görə də SES üçün minimal basqı $H_{\min}=17,24\text{m}$, maksimal basqı isə $H_{\max}=\nabla\text{NBS}-\nabla\text{ÖHS}=696,0-619,0=77,0\text{m}$ olur. Tulinin tam uzunluğu $583,38\text{m}$ -dir. Dərinlik suburaxıcısından sonrakı hissə tuneldə iki dəfə 90° -lik dönmə vasitəsilə düşmə yaradılmışdır.

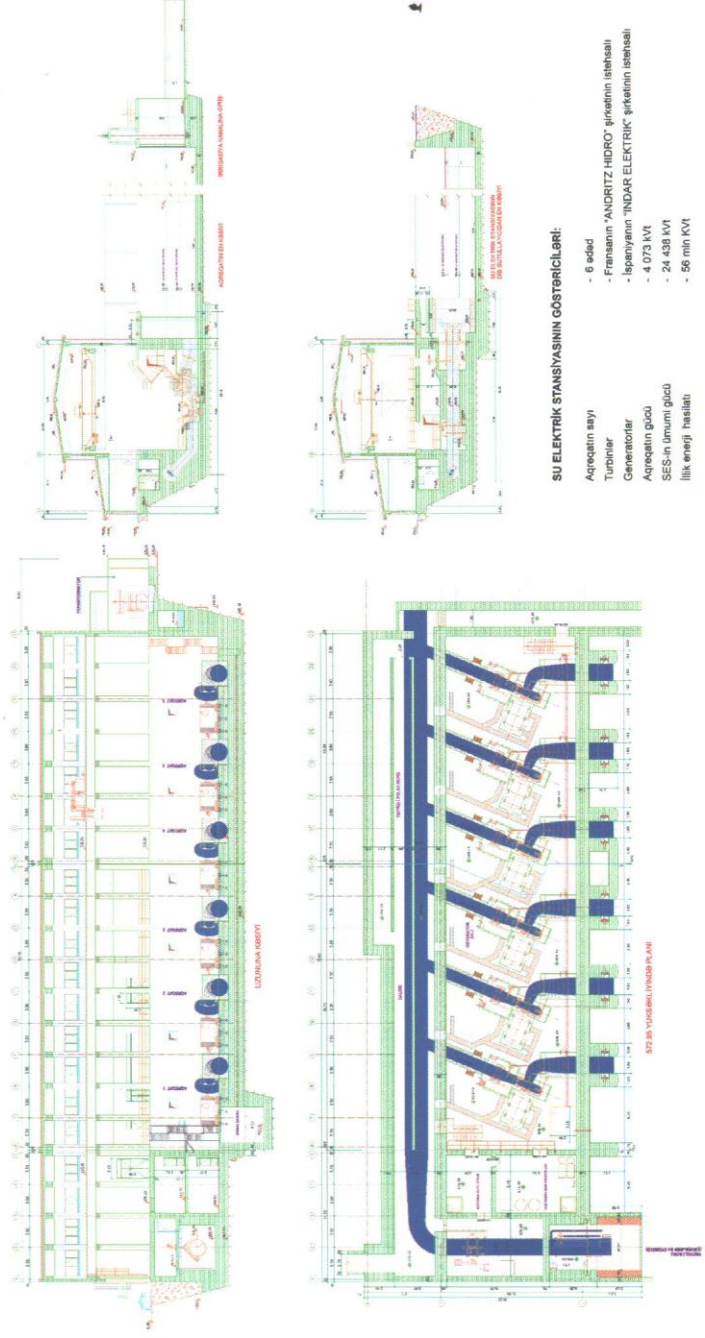
SES 6 aqreqatlı olub, 1 aqreqatın gücü 4073 kVt , SES-in ümumi gücü 24438 kVt , illik enerji istehsalı (hasilatı) 56 min kVt.sa -dır.

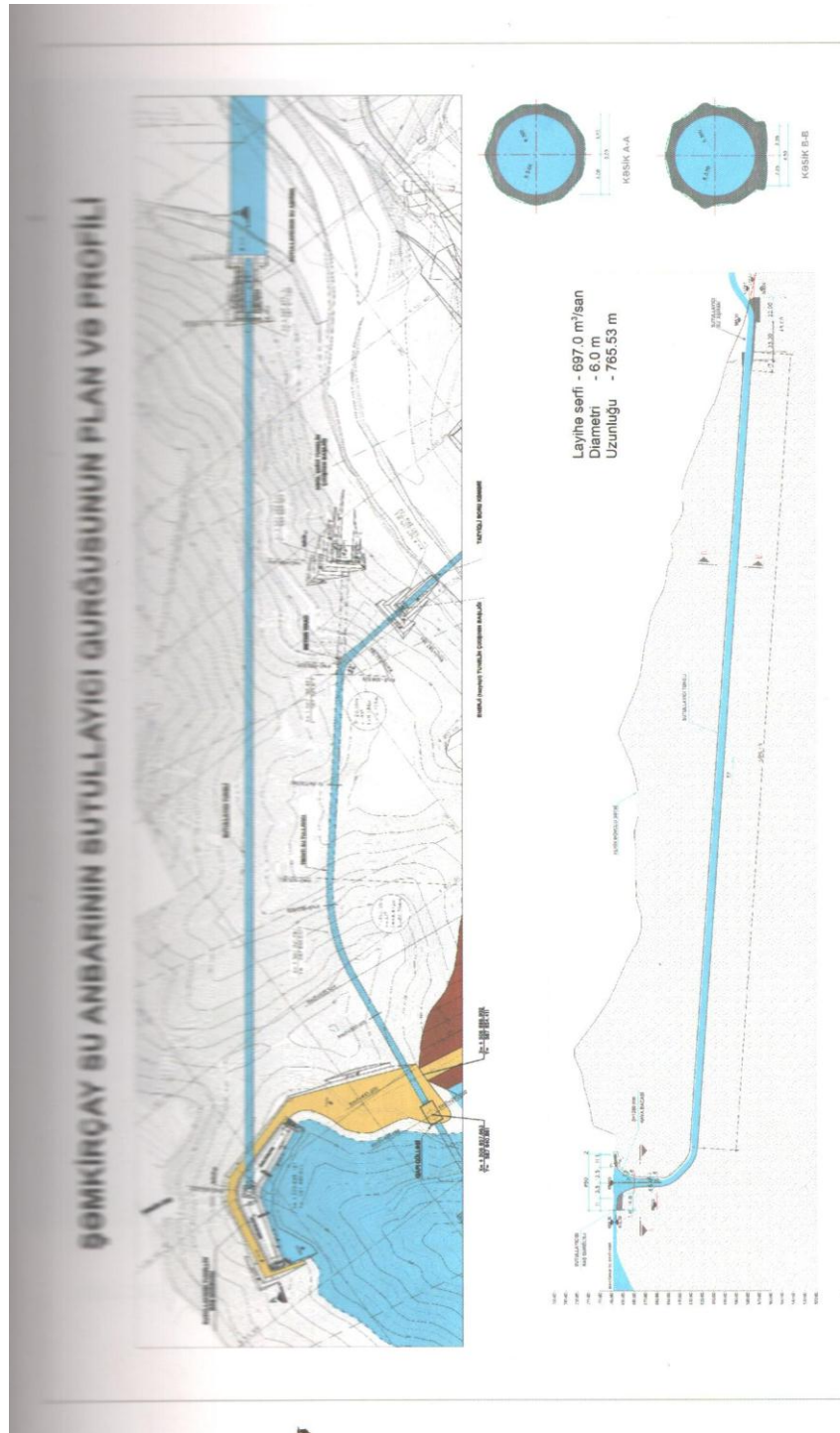
SES binasının uzununa və eninə kəsikləri, planı şəkil 1.32-də göstərilmişdir. SES-in 6 aqreqatına ümumi $31 \text{ m}^3/\text{san}$ sərfi ilə su verilir. Əlavə sular və SES-in işi tam dayandırıldıqda bu sərfdə (miqdarda) və digər sərfli sular SES binasının arxasındakı əsas boru ilə təhlükəsiz aşağı byefə ötürülür.

Şəmkirçay su anbarının fəlakət-daşqın sutullayıcısı şaxtavari növlüdür. Tikintisi başa çatdırılmış bu qəza sutullayıcısının hava borucuğu ilə birgə üstdən əyani görünüşü şəkil 1.33-də verilmişdir. Şaxtanın astanası üzərində daşqın-sel sularının burulğanlı hərəkət etməməsi üçün 3 ədəd ayırıcı divar tikilmişdir. Şaxtavari sutullayanın layihə üzrə sərfi $Q_{st} = 697,0 \text{ m}^3 / \text{san}$, şaxtanın giriş radiusu $R=24,5\text{m}$, qıfının radiusu $r = 13,5\text{m}$ -dir. Şaquli şaxta dairəvi en kəsikli olub diametri $d_s = 7,0\text{m}$, şaxtanın qurtaracağındakı əyilmə hissəsindəki sonra başlayan

tunelin diametri $d_t = 6,0m$, uzunluđu $L_t = 765,53m$ -dir (şəkil 1.34). Qeyd edilən əyilmə hissəsində hava borucuđu yerləşdirildiyindən tuneldə aerasiyalı axın yaranır ki, bu da mövcud layihə hesablamalarında dərindən araşdırılmamışdır. Bu səbəbdən də şaxtavari sutullayanın giriş qıfından şaquli şaxtaya keçid hissədəki axının, tuneldəki aerasiyalı axının elmi əsaslarla tədqiq olunması böyük maraq doğurur.

SU ELEKTRİK STANSİYASI BİNASININ EN KESİKLƏRİ





II FƏSİL

ŞƏMKİRÇAY SU ANBARI HİDRODÜYÜNÜ TƏRKİBİNDƏKİ DƏRİNLİK SUBURAXICISI QURĞUSUNDA HİDRAVLİKİ VƏ DİGƏR İŞ PROSESLƏRİNİN TƏDQIQI

2.1. Şəmkirçay su anbarı hidroqovşağındakı dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasının konstruksiyası və hidravliki hesablamaları

Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünün tərkibindəki suburaxıcı qurğunun bağlayıcılar şaxtası şaquli vəziyyətdə qazılmış üfüqi qrunt laylarının əhatəsindədir. Şəmkirçay su anbarı hidroqovşağında dərinlik suburaxıcısının cizgilərindən məlum olur ki, qurğunun bağlayıcılar önündəki su keçən hissədə astana səviyyəsi ölü həcm səviyyəsindən 5,0m aşağıda götürülmüşdür:

$$\nabla_{\text{Astana}} = \nabla_{\text{ÖHS}} - 5,0 = 619,0 - 5,0 = 614,0m.$$

Dərinlik suburaxıcısına qədər və ondan sonrakı hissədə tunel dairəvi en kəsikli olub, daxili diametri 4,5m-dir. Tunellə dərinlik bağlayıcısı, dairəvi en kəsikdən düzbucaqlı en kəsiyə keçidlə əlaqələndirilir. Yəni, bağlayıcı kamerasının daxili hissəsi düzbucaqlı en kəsiyə malikdir.

Qəza –təmir və işçi bağlayıcılarını hərəkət etdirmək üçün qurğuda dərinlik boyunca onların pазları yerləşdirilmişdir. İşçi bağlayıcısının arxasında axın səthində vakkum yaranmasının qarşısını almaq üçün aerasiya-hava borucuğu qoyulmuşdur (şəkil 2.1). Hava kütləsinin daxil olması ilə bağlayıcı arxasındakı aerasiyalı axında baş verən hidravliki proseslərin öyrənilməsi elmi baxımdan olduqca praktiki əhəmiyyətlidir.

Dərinlik suburaxıcısı iki funksiya yerinə yetirir: 1) istismar dövrü Şəmkirçay kanalına $Q_k = 28m^3 / san$ və SES-ə $Q_{SES} = 31m^3 / san$ sərtləri ilə su buraxır; 2) su anbarında səviyyəni tənzimləmək üçün $Q_n = 84m^3 / san$ nizamlayıcı sərfi aşağı byefə buraxır. Dərinlik suburaxıcısı qeyd edilən bütünn su sərtlərinin $\nabla_{NBS} = 696,0m$ səviyyəsində buraxılmasını təmin etməlidir. Eləcə də suburaxan qurğu 636,24m minimum su enerji səviyyəsində $Q_{SES} = 31 m^3 / san$ və $\nabla_{\text{ÖHS}} = 619,0m$ səviyyəsində (su anbarında minimal su yüksəkliyində) $Q_k = 28m^3 / san$ sərtlərini aşağı byefə keçirə bilməlidir.

Şəmkirçay su anbarının dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcısı arxasında yerləşdirilən borucuqdan havanın kameraya daxil olma sərfini hesablamaq üçün müxtəlif su axını sərtlərinin müxtəlif basqılarda buraxılmasından ötrü işçi

bağlayıcının qaldırılma hündürlüyünü (h_b), yaxud axının sıçrayışdan əvvəlki dərinliyini (h_1) aşağıdakı düsturdan seçmə yolu ilə tapırıq:

Şəkil 2.1. Şəmkirçay su anbarı hidroqovşağının dərinlik suburaxıcısının uzununa və irriqasiya – enerji tunelinin eninə kəsikləri.

$$Q = \varepsilon \varphi b h_1 \sqrt{2g(H - h_1)} \quad (2.1)$$

burada: ε - yandan sıxılma əmsalı: $\varepsilon = 0,95$;

φ - sürət əmsalı: $\varepsilon = 0,95$;

b - bağlayıcı kamerasının eni olub, enerji və irriqasiya tunelinin diametrinə bərabər götürülür: $b=4,5m$;

h_1 - bağlayıcı arxasında axının sıxılmış (sıçrayışdan əvvəlki) dərinliyi: $h_1 = \varepsilon' h_b$;

ε' - bağlayıcı altından axının şaquli sıxılma əmsalıdır: $\varepsilon' = 0,625$.

Su anbarından nizamlayıcı $Q_n = 84m^3 / san$ sərfini

$H = \nabla NBS - \nabla Astana = 696,0 - 614,0 = 82,0m$ basqısı ilə buraxmaq üçün bağlayıcının qaldırılma hündürlüyünü (h_b) və axının sıxılmış dərinliyini seçmə yolu ilə (2.1) düsturundan istifadə etməklə aşağıdakı kimi tapırıq:

$$h_b = 1,5m \text{ olduqda, } h_1 = \varepsilon' h_b = 0,625 \cdot 1,5 = 0,9375m ,$$

$$Q = 0,95 \cdot 0,95 \cdot 4,5 \cdot 0,9375 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (82,0 - 0,9375)} = \\ = 4,06125 \cdot 0,9375 \cdot \sqrt{19,62 \cdot 81,0625} = 151,84m^3 / san ;$$

$$h_b = 0,8m, h_1 = 0,625 \cdot 0,8 = 0,5m, Q = 4,06125 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (82 - 0,5)} = 81,2m^3 / san ;$$

$$h_b = 0,82m, h_1 = 0,625 \cdot 0,82 = 0,5125m, Q = 4,06125 \cdot 0,5125 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (82 - 0,5125)} = 83,2m^3 / san;$$

$$h_b = 0,825m, h_1 = 0,625 \cdot 0,825 = 0,5156m, Q = 4,06125 \cdot 0,5156 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (82 - 0,5156)} = 83,73m^3 / san;$$

$$h_b = 0,828m, h_1 = 0,625 \cdot 0,828 = 0,5175m, Q = 4,06125 \cdot 0,5175 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (82 - 0,5175)} = 84m^3 / san.$$

Su anbarında səviyyənin $\nabla NBS = 696,0m$ -də stabil qalmasından ötürü $Q_n = 84m^3 / san$ nizmlayıcı sərfin aşağı byefə ötürülməsi tələb olunur ki, bunun üçün də dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcının $h_b = 0,828m$ açılması (qaldırılması) lazımdır.

SES-ə tələb olunan $Q_{SES} = 31m^3 / san$ sərfini $\nabla MSES = 636,24m$ səviyyəsində $H = \nabla MSES - \nabla Astana = 636,24 - 614,0 = 22,24m$ basqısı altında götürmək üçün dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcının açılma hündürlüyünü tapaq:

$$h_b = 1,2m, h_1 = 0,625 \cdot 1,2 = 0,75m, Q = 4,06125 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (22,24 - 0,75)} = 62,54m^3 / san;$$

$$h_b = 0,6m, h_1 = 0,625 \cdot 0,6 = 0,375m, Q = 4,06125 \cdot 0,375 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (22,24 - 0,375)} = 31,544m^3 / san;$$

$$h_b = 0,58m, h_1 = 0,625 \cdot 0,58 = 0,3625m, Q = 4,06125 \cdot 0,3625 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (22,24 - 0,3625)} = 30,5m^3 / san;$$

$$h_b = 0,59m, h_1 = 0,625 \cdot 0,59 = 0,36875m, Q = 4,06125 \cdot 0,36875 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (22,24 - 0,36875)} = 31m^3 / san.$$

SES-in qetd edilən sərfə işlədilməsi üçün dərinlik suburaxıcısındakı işçi bağlayıcı $h_b = 0,59m$ hündürlüyündə açılmalıdır.

Şəmkirçay magistral kanalına su anbarından $Q_k = 28m^3 / san$ sərfi ilə suyun $H = \nabla ÖHS - \nabla Astana = 619,0 - 614,0 = 5,0m$ basqı altında verilməsi üçün suburaxıcıda işçi bağlayıcısının qaldırılma hündürlüyünü seçmə yolu ilə tapmaq olar:

$$h_b = 2,0m \text{ olduqda, } h_1 = 0,625 \cdot 2,0 = 1,25m,$$

$$Q = 4,06125 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{19,62(5,0 - 1,25)} = 43,545m^3 / san;$$

$$h_b = 1,0m \text{ olduqda, } h_1 = 0,625 \cdot 1,0 = 0,625m,$$

$$Q = 4,06125 \cdot 0,625 \cdot \sqrt{19,62(5,0 - 0,625)} = 23,52 m^3 / san;$$

$$h_b = 1,2m \text{ olduqda, } h_1 = 0,625 \cdot 1,2 = 0,75m,$$

$$Q = 4,06125 \cdot 1,75 \cdot \sqrt{19,62(5,0 - 1,75)} = 27,8 m^3 / san;$$

$$h_b = 1,22m \text{ olduqda, } h_1 = 0,625 \cdot 1,22 = 0,7625m,$$

$$Q = 4,06125 \cdot 0,7625 \cdot \sqrt{19,62(5,0 - 0,7625)} = 28,2 m^3 / san;$$

$$h_b = 1,21m \text{ olduqda, } h_1 = 0,625 \cdot 1,21 = 0,75625m,$$

$$Q = 4,06125 \cdot 0,75625 \cdot \sqrt{19,62(5,0 - 0,75625)} = 28,0 m^3 / san.$$

İrriqasiya-suvarma kanalına $Q_k = 28 m^3 / san$ sərfi ilə su anbarından suyun verilməsi üçün dərinlik suburaxıcısında $h_b = 1,21m$ hündürlüyündə işçi bağlayıcı qaldırılmalıdır.

Göründüyü kimi dərinlik suburaxıcısı istismar dövrü həm su anbarında təhlükəsizliyin gözlənilməsi məqsədilə su səviyyəsini tənzimləyir, həm də qurğulara tələb olunan sərflərlə su axınının verilməsini təmin edir. Hidravliki hesablamalarla tələbat sərflərinə görə bağlayıcı arxasında təyin olunmuş su axınının dərinliklərini bilməklə, sıxılmış kəsiklərdəki hərəkət sürətlərini tapmaq mümkün olur ki, bu da bağlayıcı kamerasına daxil olan havanın, axındakı, öz-özünə aerasiyanın və havanı kameraya cəlb edən axının sərflərini təyin etməyə imkan verəcəkdir. Sonrakı tədqiqatlar bu istiqamətdə aparılacaq.

2.2. Dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasında aerasiyalı axının hesablanma metodikası

Su anbarlarının dərinlik suburaxıcılarının bağlayıcı kamerasında məlum olduğu kimi, işçi bağlayıcısının arxasında kamera havalandırma borusu ilə təmin olunur. Belə boruların qoyulmasında məqsəd işçi bağlayıcının arxasındakı axının səthində və bu səthlə kameranın üst divarı arxasındakı boşluqda yarana biləcək vakkumun qarşısını almaqdır. Havanın kamerada bağlayıcı arxasına daxil olması vakkumun yaranması prosesini pozur. Havanın daxil olması ilə su axınının səthində və ondan yuxarıdakı boşluqda aerasiyalı axın yaranır. Belə su-hava

qarışıqına malik axının öyrənilməsi olduqca praktiki əhəmiyyətlidir. Yəni hava-su qarışıqından yaranan aerasiyalı axının üst hissəsi bir hidravliki qaydaya, orta hissəsi digər hidravliki qanunlara, su səthi ilə tam qarışmış alt hissəsi isə başqa hidrodinamiki qaydalara tabe olur. Ona görə də belə müxtəlif qanunlara tabe olan aerasiyalı axınların hər birini ayrı-ayrılıqda tədqiq edərək öyrənmək olduqca zəruridir. Bunun üçün mövcud və yeni metodikalardan istifadə olunacaqdır.

Dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcısı arxasında yerləşdirilən borucuqdan havanın kameraya daxil olma (aerasiya yaradan) sərfini laboratoriya şəraitində aparılan çoxsaylı təcrübələrə əsasən aşağıdakı empirik düsturla tapmaq olar:

$$Q_a = 0,0066 \left(\frac{v_1}{\sqrt{gh_1}} - 1 \right)^{1,4} \cdot Q \quad (2.2)$$

burada: Q – işçi bağlayıcının altından keçən axının sərfi; v_1 - bağlayıcı altından çıxan axında yaranan sıçrayışdan əvvəlki h_1 dərinlikli kəsikdə axının hərəkət sürətidir.

Su anbarı hidroqovşaqlarındakı dərinlik bağlayıcısının arxasındakı havagətirici borucuqda hava axınının Q_a sərfi, bağlayıcı kamerasının pazlarında havanın lokal tutulma sərfinin (Q_m), su-hava qarışıqının öz-özünə aerasiya olunma sərfinin ($Q_{a\omega}$) və işçi bağlayıcısının arxasındakı su səthindəki fəzada suyun bölünmə sərhədlərində sürtünmə qüvvəsinin hesabına havanı cəlbədicə sərfinin (Q_{ac}) cəminə bərabərdir:

$$Q_a = Q_m + Q_{a\omega} + Q_{ac} \quad (2.3)$$

burada: Q_m – bağlayıcı pazlarında havanın lokal tutulma sərfidir ki, bu da dərinlik suburaxıcısının xarakterinə görə müəyyən edilir; ($Q_{a\omega}$)- öz-özünə yaranan aerasiyalı axının sərfidir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Q_{a\omega} = \left(\frac{h_1}{h_\omega} - 1 \right) Q \quad (2.4)$$

h_1 - aerasiya olunmuş axının dərinliyi (şəkil 2.2); h_ω - aerasiyanı nəzərə almadan axının hesablanmış dərinliyidir.

Aerasiya olunmuş axın kəsiyindəki Frud (Fr) ədədinin qiyməti $Fr > 70$ olduqda, öz-özünə aerasiyalı axınının sərfi aşağıdakı ifadə ilə tapılır:

$$Q_{a\omega} = 0,01 \cdot \sqrt{Fr - 40} \cdot Q \quad (2.5)$$

Dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcının arxasında aerasiya olunmuş axının dərinliyi (h), səlist sərbəst səthə malik qeyri-müntəzəm aerasiyalı axın üçün xüsusi enerjinin dəyişmə tənliyindən tapılır. Bunun üçün qeyri-müntəzəm hərəkətə malik prizmatik axarlardakı axının diferensial tənliyindən istifadə edirik:

$$\frac{dh_i}{d\ell} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}}{1 - \frac{\alpha Q^2}{g \omega^3}} \cdot B \quad (2.6)$$

Şəkil 2.2. Dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcı arxasında daxil olan havanın sərfinin hesablanma sxemi.

burada: $i_f = \frac{Q^2}{\omega^2 c^2 R}$ - hidravliki maillik; $h_i = \frac{\omega}{B}$ - qeyri-müntəzəm hərəkətə malik axının ixtiyari kəsikdəki dərinliyidir.

Bunları nəzərə alıb (2.6) diferensial tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\frac{dh_i}{d\ell} = \frac{i - i_f}{1 - \frac{\alpha}{g} \cdot \left(\frac{Q}{\omega}\right)^2 \cdot \frac{B}{\omega}} = \frac{i - i_f}{1 - \frac{\alpha v^2}{gh_i}} = \frac{i - i_f}{1 - Fr} \quad (2.7)$$

Fr - baxılan kəsikdəki axın üçün Frud ədədidir: $Fr = \frac{\alpha v^2}{gh_i}$.

Su axını səthindəki aerasiyanı da nəzərə almaqla həmin səth mailliyi (i_a) ilə sıxlıqlar və en kəsik sahələri ilə bağlı $\frac{\rho_a}{\rho} \cdot \frac{\omega_b}{\omega}$ ifadələrinin cəmini, (2.7) ifadəsinin sürətindən çıxmaqla səliqəli səthə malik qeyri-müntəzəm hərəkətdə olan aerasiyalı axının diferensial tənliyini aşağıdakı şəkildə ala bilərik:

$$\frac{dh_i}{d\ell} = \frac{i - i_f - i_a - \frac{\rho_a}{\rho} \cdot \frac{\omega_b}{\omega}}{1 - Fr} \quad (2.8)$$

harada ki, i – işçi bağlayıcıdan sonrakı hissənin dib mailliyi; i_f – su axını üçün sürtünmə bucağının (sərbəst səthin) mailliyi olub, açıq axarlar üçün Şezi düsturuna əsasən Şezi əmsalının $C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$ ifadəsindən istifadə etməklə aşağıdakı düsturla hesablanı bilər:

$$i_f = \frac{1}{c^2 R} \cdot \left(\frac{Q}{\omega} \right)^2 = \frac{v^2}{\left(\sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \right)^2 \cdot R} = \frac{v^2 \lambda}{8gR} \quad (2.9)$$

λ - işçi bağlayıcıdan sonrakı hissədə uzununa istiqamətdə yaranan hidravliki müqavimət əmsalı;

R – hidravliki radius; i_a – su axını səthindəki hava axınının sürtünmə bucağının mailliyi; $i_a = \frac{1}{\rho_a g} \cdot \frac{\alpha Pa}{d\ell}$; P_a - hava axınının yaratdığı təzyiq; $\frac{\rho_a}{\rho}$ -havanın sıxlığının

suyun sıxlığına olan nisbəti: $\rho_a / \rho = 1,29 \cdot 10^{-3}$; ω_b -suburaxıcının dib borusunun daxili hissəsinin en kəsiyinin sahəsi: $\omega_b = \omega + \omega_{a\omega}$; ω -axının h dərinliyinə uyğun gələn en kəsik sahəsi; $\omega_{a\omega}$ -öz –özünə aerasiyalı axının sərbəst səthinin üstündəki h_a hündürlüyü üzrə en kəsik sahəsidir (şəkil 2.2).

Şəkil 2.2-dən hava axınının sürəti v_a ilə, su axınının sürəti v ilə göstərilmişdir. Su-hava kütləsinin (qarışığının) birgə hərəkətinin orta sürəti v_a' olarsa (şəkil 2.2), onda (2.8) tənliyindəki ω_b / ω nisbətini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\frac{\omega_b}{\omega} = \frac{\omega + \omega_{a\omega}}{\omega} = \frac{(\omega + \omega_{a\omega}) \cdot v_a'}{\omega \cdot v_a'} = \frac{Q + Q_{a\omega}}{Q} = 1 + \frac{Q_{a\omega}}{Q} \quad (2.10)$$

(2.10) ifadəsini (2.8) diferensial tənliyində yerinə yazaraq, dh -ı tapsaq alarıq:

$$dh_i = \frac{1}{1 - Fr} \left[i - i_f - i_a - \frac{\rho_a}{\rho} \left(1 + \frac{Q_{a\omega}}{Q} \right) \right] d\ell \quad (2.11)$$

(2.11) tənliyini ardıcıl yaxınlaşma üsulu ilə həll edərək, aerasiyalı (hava daxil olmuş) axının dərinliyi üçün aşağıdakı hesablama düsturunu əldə edərik:

$$h_i = h_\omega \left(1 + \frac{Q_{a\omega}}{Q} \right) \quad (2.12)$$

burada: h_ω - aerasiyanı nəzərə almadan axının hesablanmış dərinliyidir.

(2.4) düsturu (2.12) ifadəsindən alınmışdır. Aerasiyalı axın zamanı havanı cəlbedici sərf, eni b olan dib borusunda (dərinlik suburaxıcısının) hava axınının v_a sürəti ilə keçdiyi zonanın $0 \div h_a$ intervalında inteqrallanması (şəkil 2.2-də $\Delta \ell_2$ uzunluğu daxilində) ilə tapılır:

$$Q_{ac} = \alpha_{qi} b \int_0^{h_a} v_a dh \quad (2.13)$$

burada: α_{qi} - empirik yolla tapılan əmsaldır və i -ci sahə (zona) üçün $2 \leq b/h_a \leq 7$ olduqda, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\alpha_{qi} = 0,16 \cdot \frac{b}{h_a} - 0,12 \quad (2.14)$$

Bağlayıcı kamerasına daxil olan hava axınının sürəti parabolik qanunla dəyişir və artıq kameraya daxil olmuş havanın səthdəki sürəti sifira bərabər olur. Kamera daxilində hava axınının ixtiyari kəsikdəki sürəti ümumi şəkildə aşağıdakı formada ifadə olunur (şəkil 2.2):

$$v_a = a_1 h^2 - a_2 h, \quad (2.15)$$

burada: a_1 və a_2 – sabit əmsallardır, a_1 əmsalı $(\text{m.san})^{-1}$ -lə, a_2 əmsalı isə (san^{-1}) –lə ölçülür.

Şəkil 2.2-dən də görüldüyü kimi səthdə $h=0$ və $v_a^{\text{seth}} = 0$, orta kəsikdə $h = \frac{1}{2} h_a$ və $v_a^{\text{orta}} = \frac{1}{2} h_a \left(\frac{1}{2} a_1 h_a - a_2 \right)$, ən aşağı kəsikdə (su axını ilə kontakt səthində) $h=h_a$ və

hava axınının sürəti su axınının səthindəki sürətlə bərabərləşmək şərti ilə $v_a^{\text{aııabıı}} = h_a(a_1h_a - a_2)$ olur. Orta və aşağı kəsiklərdə hava axınının sürətlərinin mütləq qiymətlərinin müqayisəsindən məlum olur ki, $|v_a^{\text{orta}}| < |v_a^{\text{aııabıı}}|$. Hava axınının orta kəsikdə sürəti “+” və “-” qiymətlər ala bilər, ancaq ən aşağı kəsikdəki sürəti isə həmişə “+” qiymət alır.

(2.15) ifadəsini (2.13)-də yerinə yazaraq inteqrallama əməliyyatı aparsaq alarıq:

$$\begin{aligned} Q_{ac} &= \alpha_{qi} b \int_0^{h_a} (a_1 h^2 - a_2 h) dh = \alpha_{qi} b \left(a_1 \frac{h^3}{3} - a_2 \frac{h^2}{2} \right) \Big|_0^{h_a} = \\ &= \alpha_{qi} b \left(\frac{1}{3} a_1 h_a^3 - \frac{1}{2} a_2 h_a^2 \right) = \alpha_{qi} b h_a^2 \left(\frac{1}{3} a_1 h_a - \frac{1}{2} a_2 \right); \\ Q_{ac} &= \alpha_{qi} b h_a^2 \left(\frac{1}{3} a_1 h_a - \frac{1}{2} a_2 \right) \end{aligned} \quad (2.16)$$

(2.3) tənliyindəki sərtlərdən Q_m -dən başqa digərləri düsturlarla hesablanır. Həmin sərtlər hesablandıqdan sonra (2.3) tənliyindən işçi bağlayıcının pazlarında havanın lokal tutulma sərfini (Q_m) aşağıdakı düsturla tapmaq olar:

$$Q_m = Q_a - (Q_{a\omega} + Q_{ac}) \quad (2.17)$$

Dərinlik bağlayıcılarında müstəvi və seqmetvari qapı altından axmanın müxtəlif hidravliki sxemləri mövcuddur (şəkil 2.3). Bağlayıcılardan əvvəlki hissədə, bağlayıcıların açıldığı yerdə və bağlayıcılardan sonrakı hissədə axının sıxılmış yerində en kəsik sahələrinin və dərinliklərinin nisbətləri arasında aşağıdakı ifadələrdən istifadə olunur:

$$n = \frac{\Omega_b}{\Omega_t} = \frac{h_b}{h_t} \quad (2.18)$$

Şəkil 2.3. Dərinlik bağlayıcılarında qapı altından axmanın sxemləri: a) müstəvi şəraitində; b) fəzada sıxılma.

$$S = \frac{\Omega_s}{\Omega_t} = \frac{\varepsilon_{\text{fяzа}} \Omega_b}{\Omega_t} = \varepsilon_{\text{fяzа}} n \quad (2.19)$$

$$S = \frac{h_s}{h_t} = \frac{\varepsilon \cdot h_b}{h_t} = \varepsilon \cdot n \quad (2.20)$$

burada: Ω_t, h_t – bağlayıcıdan əvvəl basqılı axının canlı en kəşik sahəsi və dərinliyi;

Ω_b, h_b – bağlayıcının açıldığı yerdə axının kəsiyinin sahəsi və bağlayıcının açılma hündürlüyü;

Ω_s, h_s – işçi bağlayıcının arxasında axının sıxılmış hissəsinin fəza vəziyyətindəki en kəşik sahəsi və dərinliyidir.

(2.19) və (2.20) ifadələrinin müqayisəsindən görüldüyü kimi axın üçün fəzada sıxılma əmsalı ($\varepsilon_{\text{fяzа}}$), şaquli sıxılma əmsalına (ε) bərabər olur: $\varepsilon_{\text{fяzа}} = \varepsilon$. Dərinlik suburaxıcısında S əmsalını, bağlayıcının basqılı rejimdə işlədiyi zaman Ω_t kəsiyində sürət basqısının təsirini nəzərə almaqla yerli hidravliki müqavimət əmsalından (ξ_t) asılı olaraq aşağıdakı düsturla təyin edə bilərik:

$$S = \frac{1}{1 + \sqrt{\xi_t}} \quad (2.21)$$

Əgər ξ_t əmsalını tapmaq tələb olunarsa, (2.20) və (2.21) ifadələrindən birgə istifadə etməklə, bu əmsalı hesablamaq olar:

$$\frac{1}{1+\sqrt{\xi_t}} = \frac{h_s}{h_t}; \quad \sqrt{\xi_t} = \frac{h_t}{h_s} - 1;$$

$$\xi_t = \left(\frac{h_t}{h_s}\right)^2 - 2 \cdot \frac{h_t}{h_s} + 1 \quad (2.22)$$

Şəmkirçay su anbarından dərinlik suburaxıcısı vasitəsilə aşağı byefə ötürülən səflərə və basqılarına görə işçi bağlayıcıların açılma hündürlükləri, bu bağlayıcının arxasında axının sıxılmış dərinlikləri bu fəsilin əvvəlki bəndində tapılmışdır. İşçi bağlayıcısının arxasında sıxılmış axının səthindən yuxarıda olan fəzada vakkum yaranmaması üçün bağlayıcı kamerasına tələb olunan havanın metodika ilə hesablayaq.

Şəmkirçay su anbarından su səviyyəsini nizamlayan $Q_n = 84 \text{ m}^3 / \text{san}$ sərfinin buraxılmasında işçi bağlayıcısının arxasında axının sıxılmış dərinliyi $h_1 = 0,5175 \text{ m}$ olmuşdur (yuxarı byefdə səviyyə $\nabla NBS = 696,0 \text{ m}$ olarkən). Axının sürətini aşağıdakı kimi tapmaq olar:

$$v_1 = \frac{Q_n}{b \cdot h_1} = \frac{84,0}{4,5 \cdot 0,5175} = 36,0 \text{ m} / \text{san}$$

b – bağlayıcı kamerasının enidir: $b = 4,5 \text{ m}$. (2.2) düsturu ilə aerasiya prosesinin baş verməsini təmin edən sərfi təyin edirik:

$$Q_a = 0,0066 \left(\frac{v_1}{\sqrt{gh_1}} - 1 \right)^{1,4} \cdot Q_n = 0,0066 \cdot \left(\frac{36,0}{\sqrt{9,81 \cdot 0,5175}} - 1 \right)^{1,4} \times 84,0 = 24,5 \text{ m}^3 / \text{san};$$

$$Q_a = 24,5 \text{ m}^3 / \text{san}$$

Aerasiyanı nəzərə almadan axın $h_\omega = 3,0 \text{ m}$ dərinliyinə çatdıqda, aerasiya olunmuş axının dərinliyi $h_i = 3,4 \text{ m}$ olur ki, bu kəsikdə də axının sürəti və Frud ədədi olar:

$$v_\omega = \frac{Q_n}{b \cdot h_\omega} = \frac{84,0}{4,5 \cdot 3,0} = 6,22 \text{ m} / \text{san};$$

$$Fr_\omega = \frac{\alpha v_\omega^2}{g \cdot h_\omega} = \frac{1,1 \cdot 6,22^2}{9,81 \cdot 3,0} = 1,45$$

(2.4) düsturu ilə məlum qiymətlər əsasında öz-özünə yaranan aerasiya sərfini hesablayırıq:

$$Q_{a\omega} = \left(\frac{h_i}{h_\omega} - 1 \right) Q_n = \left(\frac{3,4}{3,0} - 1 \right) \cdot 84,0 = 11,2 m^3 / san.$$

Şəmkiçay su anbarı hidroqovşağının dərinlik suburaxıcısından $Q_n = 84 m^3 / san$ nizamlayıcı sərfi buraxmaq üçün bağlayıcı kamerasının pazlarında havanın lokal tutulma sərfinin $Q_m = 5,0 m^3 / san$ olduğunu bilərək, (2.3) düsturdan istifadə etməklə işçi bağlayıcının arxasındakı su səthindəki fəzada suyun bölünmə sərhəddində sürtünmə qüvvəsinin hesabına havanı cəlbedici sərf aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$Q_{ac} = Q_a - (Q_{a\omega} + Q_m) = 24,5 - (11,2 + 5,0) = 8,3 m^3 / san$$

İlkin verilənlər əsasında eyni ilə bu hesablama ardıcılığı ilə SES-ə və Şəmkiçay kanalına suyun buraxılma halları üçün aerasiyalı axının hidravliki hesablamalarını aparırıq.

Dərinlik suburaxıcısından SES-ə $Q_{SES} = 31 m^3 / san$ sərfi ilə su buraxıldıqda $h_1 = 0,36875 m \approx 0,37 m$, $Q_m = 1,2 m^3 / san$, $h_\omega = 2,0 m$ və $h_i = 2,15 m$ olur, digər hidravliki parametrlər isə aşağıdakı kimi hesablanaraq təyin olunur:

$$v_1 = \frac{Q_{SES}}{b \cdot h_1} = \frac{31,0}{4,5 \cdot 0,37} = 18,6 m / san ;$$

$$Q_a = 0,0066 \cdot \left(\frac{v_1}{\sqrt{gh_1}} - 1 \right)^{1,4} \cdot Q_{SES} = 0,0066 \cdot \left(\frac{18,6}{\sqrt{9,81 \cdot 0,37}} - 1 \right)^{1,4} \times \\ \times 31,0 = 4,3 m^3 / san, \quad Q_a = 4,3 m^3 / san ;$$

$$v_\omega = \frac{Q_{SES}}{b \cdot h_\omega} = \frac{31,0}{4,5 \cdot 2,0} = 3,44 m / san ;$$

$$Fr_\omega = \frac{\alpha v_\omega^2}{gh_\omega} = \frac{1,1 \cdot 3,44^2}{9,81 \cdot 2,0} = 0,66 ;$$

$$Q_{a\omega} = \left(\frac{h_i}{h_\omega} - 1 \right) \cdot Q_{SES} = \left(\frac{2,15}{2,0} - 1 \right) \cdot 31,0 = 2,325 m^3 / san ;$$

$$Q_{ac} = Q_a - (Q_{a\omega} + Q_m) = 4,3 - (2,325 + 1,2) = 0,775 m^3 / san .$$

Şəmkirçay suvarma kanalına $Q_k = 28,0 m^3 / san$ sərfi ilə dərinlik suburaxıcısından su buraxıldıqda $Q_m = 0,05 m^3 / san$, $h_1 = 0,75625 m \approx 0,76 m$, $h_\omega = 1,5 m$; $h_i = 1,52 m$ olur və qalan hidravliki parametrlər aşağıdakı kimi hesablanır:

$$v_1 = \frac{Q_k}{b \cdot h_1} = \frac{28,0}{4,5 \cdot 0,76} = 8,2 m / san;$$

$$Q_a = 0,0066 \cdot \left(\frac{v_1}{\sqrt{gh_1}} - 1 \right)^{1,4} \cdot Q_k = 0,0066 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{9,81 \cdot 0,76}} - 1 \right)^{1,4} \times \\ \times 28,0 = 0,5 m^3 / san;$$

$$v_\omega = \frac{Q_k}{b \cdot h_\omega} = \frac{28,0}{4,5 \cdot 1,5} = 4,15 m / san;$$

$$Fr_\omega = \frac{\alpha \cdot v_\omega^2}{g \cdot h_\omega} = \frac{1,1 \cdot 4,15^2}{9,81 \cdot 1,5} = 1,28;$$

$$Q_{a\omega} = \left(\frac{h_i}{h_\omega} - 1 \right) \cdot Q_k = \left(\frac{1,52}{1,5} - 1 \right) \cdot 28,0 = 0,37 m^3 / san;$$

$$Q_{ac} = Q_a - (Q_{a\omega} + Q_m) = 0,5 - (0,37 + 0,05) = 0,08 m^3 / san.$$

Beləliklə, Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünü tərkibində dərinlik suburaxıcısında buraxılan suyun sərfi və basqısı azaldıqca, bağlayıcı kamerasına havanın cəlb olunma sərfi də azalır. Yəni,

$Q_n = 84 m^3 / san$, $H_n = 82,0 m$, $Q_{ac}^n = 8,3 m^3 / san$; $Q_{SES} = 31 m^3 / san$, $H_{SES} = 22,24 m$, $Q_{ac}^{SES} = 0,775 m^3 / san$; $Q_k = 28 m^3 / san$, $H_k = 5,0 m$, $Q_{ac}^k = 0,08 m^3 / san$ olur. Üç müxtəlif hidravliki rejimdə işləyən dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasına lazım olan sərfə hava axınının cəlb olunması üçün, aerasiya – hava borusunda tələb edilən sərfin kameraya ötürülməsindən ötrü borunun aşağı sonluğunda xüsusi havaburaxan klapanın qoyulması təklif olunur.

2.3. Müxtəlif hidravliki rejimdə dərinlik suburaxıcısının işçi bağlayıcısına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiq qüvvəsinin təyin edilmə üsulu

Su anbarı hidrodüyünlərinin tərkibindəki dərinlik suburaxıcısının işçi bağlayıcısı arxasındakı axının müxtəlif basqı vəziyyətlərində bağlayıcıya təsir edən

hidrostatiki təzyiq yüklərinin ordinatları da müxtəlif qaydalarda təyin olunur (şəkil 2.4). Yəni, şəkil 2.4,a-da işçi bağlayıcı arxasında axın basqılı vəziyyətdə olduğundan, bağlayıcıya ön tərəfdən təsir edən yekun hidrostatiki təzyiq müntəzəm yük şəklindədir və bu yükün epürünün ordinatları aşağıdakı kimi tapılır:

$$q_o = \gamma_w(H - h_t) = \gamma_w H_h; \quad q_p = \gamma_w[H - h_b - (h_t - h_b)] = \gamma_w H_h \quad (2.23)$$

burada: γ_w - suyun həcmi çəkisi: $\gamma_w = 1,0t.q/m^3$;

h_t - bağlayıcı kamerasının hündürlüyü olub, tunelin daxili diametrinə bərabər qəbul edilir: $h_t = D_t$; H-su anbarında normal boğulmuş səviyyə ilə bağlayıcı kamerasının astana səviyyəsi arasındakı fərkdir (basqıdır): $H = \nabla NBS - \nabla Astana$; H_h - hesabi basqı: $H_h = H - h_t$; h_b - işçi bağlayıcının qaldırılma (açılma) hündürlüyüdür.

Bağlayıcıya təsir edən yük $q = q_o = q_p = \gamma_w H_h = const$ olur. Digər məsələlərə də bu qaydada baxırıq.

Şəkil 2.4. Dərinlik bağlayıcısında qapı altından axın zamanı təzyiq yüklərinin təyin edilmə sxemi.

Şəkil 2.4, b-də işçi bağlayıcının altından keçən axının sıxılmış vəziyyətdə olduğu göstərilmişdir. Bu halda bağlayıcıya təsir edən hidrostatiki təzyiq epürü trapesvari formada olur. Bu epürün oturacaqları səviyyəsindəki ordinatları aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$q_o = \gamma_w(H - h_t); \quad q_p = \gamma_w(H - h_{ts}) = \gamma_w H_h \quad (2.24)$$

Bu halda hesabi basqı $H_h = H - h_{ts}$ ifadəsi ilə tapılır (h_{ts} -bağlayıcı arxasında axının sıxılmış kəsiyindəki dərinliyidir).

Dərinlik suburaxıcısında işçi bağlayıcının batırılmış hidravliki rejimdə işləməsinə rast gəlinir ki, bu da şəkil 2.4,c-də göstərilmişdir. Yəni, işçi bağlayıcının arxasındakı axın sıxılmamış vəziyyətdə olur ki, bu halda da axının dərinliyi (h_n) bağlayıcının açılma hündürlüyündən böyük, bağlayıcı kamerasının hündürlüyündən kiçik olur: $h_b < h_n < h_t$. Bu halda $H_h = H - h_n$ olduğundan, bağlayıcı kamerasının astana səviyyəsindən h_n hündürlüyündə olan səviyyəyə qədər işçi bağlayıcısına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiq epürü düzbucaqlı trapesiya formasında, bu səviyyədən bağlayıcının aşağı ucu səviyyəsinə qədər isə epür düzbucaqlı formada olur. Hidrostatiki təzyiq epürünün xarakterik ordinatları aşağıdakı ifadələrlə təyin edilir:

$$\left. \begin{aligned} q_o &= \gamma_w (H - h_t); \\ q'_p &= \gamma_w (H - h_n) = \gamma_w H_h; \\ q_p &= \gamma_w [H - h_b - (h_n - h_b)] = \gamma_w (H - h_n) = \gamma_w H_h. \end{aligned} \right\} \quad (2.25)$$

(2.25) ifadələrindən görüldüyü kimi $q = q' = \gamma_w H_h$ olur.

İşçi bağlayıcının astana üzərinə oturma yerində bağlayıcı kamerasının dib səviyyəsində süni düşmə yaradılsa və bağlayıcı arxasındakı axının sıxılmış dərinliyi h_{ts} olarsa (şəkil 2.4, d), hesabi basqı $H_h = H - \frac{h_{ts}}{2}$ ifadəsilə təyin edilər. Trapesvari formada olan yekun hidrostatiki təzyiq yükü epürünün xarakterik ordinatları aşağıdakı düsturlarla tapılır:

$$q_o = \gamma_w (H - h_t); \quad q_p = \gamma_w H_h = \gamma_w \left(H - \frac{h_{ts}}{2} \right) \quad (2.26)$$

İşçi bağlayıcının aşağı ucunun ön tərəfi α iti bucağı altında yerləşdikdə və bağlayıcı kamerada axının qarşısını tam kəsdikdə, bağlayıcıya təsir edən yekun üfüqi və şaquli hidrostatiki təzyiq qüvvələrini tapaq (şəkil 2.4,e).

Bağlayıcının iti ucunun hündürlüyünün ΔH olduğunu nəzərə almaqla, hidrostatiki təzyiq yükü epürünün xarakterik ordinatları aşağıdakı düsturlarla təyin edilə bilər:

$$\left. \begin{aligned} q_o &= \gamma_w(H - h_t); q_p = \gamma_w(H - \Delta H); q_H = \gamma_w H; \\ q'_p &= \gamma_w(H - \Delta H)\cos \alpha; q'_H = \gamma_w H \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2.27)$$

İşçi bağlayıcı seqmentvari olduqda və axının qarşısı tam kəsikdikdə, bu bağlayıcıya təsir edən üfüqi və şaquli hidrostatiki təzyiq yükü epürləri, onların qurulma qaydası şəkil 2.4,f-də göstərilmişdir. Bu epürlərin də xarakterik ordinatları aşağıdakı kimi tapılır:

$$q_o = \gamma_w(H - h_t); \quad q_p = \gamma_w H. \quad (2.28)$$

Şəkil 2.4 a-e sxemləri üzrə eni b olan işçi bağlayıcısına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiq yükü qüvvələrini uyğun olaraq aşağıdakı düsturlarla hesablamaq olar:

$$P = \gamma_w H h (h_t - h_b) b; \quad (2.29)$$

$$P = \frac{\gamma_w}{2} (2H - h_t - h_{ts}) (h_t - h_b) \cdot b; \quad (2.30)$$

$$P = \frac{\gamma_w b}{2} (2H - h_t - h_n) (h_t - h_n) + \gamma_w (H - h_n) (h_n - h_b) \cdot b; \quad (2.31)$$

$$P = \frac{\gamma_w b}{2} \left(2H - h_t - \frac{h_{ts}}{2} \right) (h_t - h_b); \quad (2.32)$$

$$P_u = \frac{1}{2} \gamma_w b (2H - h_t) \cdot h_t; \quad (2.33)$$

$$P_s = \frac{1}{2} \gamma_w b (2H - \Delta H) \cos \alpha \cdot \frac{\Delta H}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{1}{2} \gamma_w b \Delta H (2H - \Delta H) \cos \alpha \operatorname{ctg} \alpha \quad (2.34)$$

(2.33) və (2.34) ifadələri şəkil 2.4,e-də göstərilən işçi bağlayıcısına aiddir ki, bu düsturlarla da üfüqi və şaquli hidrostatiki təzyiq qüvvələrini hesablamaq olar. Şəkil 2.4,f-də göstərilən seqmentvari bağlayıcıya təsir edən hidrostatiki şaquli qüvvə bu bağlayıcının səth əyrisinin tənliyinə əsasən alınan düsturla təyin edilir, üfüqi hidrostatiki təzyiq qüvvəsi isə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P = \frac{\gamma_w b h_t}{2} (2H - h_t) \quad (2.35)$$

Beləliklə, bu hesablama metodikası dərinlik suburaxıcılarında istənilən hidravliki rejimdə işçi bağlayıcılarına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiq

qüvvəsini hesablamağa və bu təzyiqli yükünün epürlərini dərinlik boyunca qurmağa imkan verir.

Şəmkiçay su anbarı hidrodüyününün dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasına bu hesablama metodikasındaki üç sxemi aid etmək olar. Bunlara işçi bağlayıcısı arxasındaki axının bağlayıcısının arxa üzünə tam basqılı (şəkil 2.4, a), yarımbasqılı (şəkil 2.4, c) və basqısız (şəkil 2.4, b) hidravliki iş rejimləri aiddir. Bu halların hər birində Şəmkiçay su anbarı hidroqovşağı tərkibindəki dərinlik suburaxıcısında olan işçi bağlayıcısına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiqli qüvvəsini tapaq.

İşçi bağlayıcısının $\nabla NBS = 696,0m$ -dən aşağı səviyyələrdə $Q_n = 84m^3 / san$ sərfini buraxması üçün $h_b = 3,3m$ qaldırılma hündürlüyündə şəkil 2.6 a-dakı vəziyyətə uyğun olaraq aşağıdakı ilkin məlumatlar əsasında yekun hidrostatiki təzyiqli qüvvəsini hesablayaq:

$$H = 58,0m; b = D_t = 4,5m; H_h = H - h_b = 58 - 3,3 = 54,7m; h_t = D_t = 4,5m$$

(2.29) düsturundan istifadə etməklə alırıq:

$$P = \gamma_w H_h b (h_t - h_b) = 1,0 \cdot 54,7 \cdot 4,5 \cdot (4,5 - 3,3) = 295,38t.q.$$

Şəkil 2.6, b-yə görə $H = 82,0m$ basqısı altında Şəmkiçay su anbarında yuxarı byef səviyyəsi $\nabla NBS = 696,0m$ -də olduqda nizamlayıcı $Q_n = 84m^3 / san$ sərfinin buraxılma halında bağlayıcının açılma hündürlüyü $h_b = 0,828m \approx 0,83m$, bağlayıcı arxasında axının sıxılmış dərinliyi $h_b = 0,828m \approx 0,83m$, bağlayıcı arxasında axının sıxılmış dərinliyi $h_{ts} = h_1 = 0,5175m \approx 0,52m$ olmuşdur. Bu halda işçi bağlayıcısına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiqli qüvvəsi (2.30) düsturu ilə hesablanır:

$$P = \frac{\gamma_w b}{2} \cdot (2H - h_t - h_{ts})(h_t - h_b) = \frac{1,0 \cdot 4,5}{2} \cdot (2 \cdot 82,0 - 4,5 - 0,52)(4,5 - 0,83) = 2,25 \cdot 158,98 \cdot 3,735 = 1336,0t.q;$$

$$P = 1336,0t.q.$$

Su anbarından $H = 66,0m$ basqısı ilə $Q_n = 84,0m^3 / san$ sərfinin buraxılmasında bağlayıcı arxasında yarımbasqılı axının dərinliyi $h_n = 3,6m$, bağlayıcının açılma

hündürlüyü $h_b = 2,9m$ -dir. Yekun hidrostatiki təzyiq qüvvəsini tapmaq üçün (2.31) düsturundan istifadə edirik:

$$\begin{aligned} P &= \frac{\gamma_w b}{2} \cdot (2H - h_t - h_n)(h_t - h_n) + \gamma_w (H - h_n) \cdot (h_n - h_b) \cdot b = \\ &= \frac{1,0 \cdot 4,5}{2} \cdot (2 \cdot 66,0 - 4,5 - 3,6) \cdot (4,5 - 3,6) + 1,0 \cdot (3,6 - 2,9) \cdot (66,0 - 3,6) = \\ &= 250,9 + 196,6 = 447,5 t.q; \\ P &= 447,5 t.q. \end{aligned}$$

Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünü tərkibində dərinlik suburaxıcısının işçi bağlayıcısı ən böyük hidrostatiki təzyiqə maksimal su axını sərfini ən böyük basqı altında buraxdıqda məruz qalır. Bu ən böyük hidrostatiki təzyiq qüvvəsi $P = 1336,0 t.q.$ -dir ki, işçi bağlayıcısının da metal konstruksiyasının statiki təsirlərə hesablanmaqla layihələndirilmə prosesində bu qüvvənin təsirinin nəzərə alınması təklif olunur. Yerinə yetirilmiş bu hesablama metodikasını layihələndirilməkdə olan digər su anbarlarının da suburaxan qurğularının (dərinlik, yaxud qülləli) işçi bağlayıcılarının hesablanmasına tətbiq etmək olar.

III FƏSİL

ŞƏMKİRÇAY SU ANBARI HİDROQOVŞAĞININ SUTULLAYAN QURĞUSUNUN HİDRAVLİKİ İŞ REJİMİNİN TƏDQIQI, SÜNİ VƏ TƏBİİ YAMAQLARININ DAYANIQLIĞA YOXLANILMASI

3.1. Şaxtavari sutullayan qurğuların hissələrindən keçən axının əsas tənlikləri və bu tənliklərin Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünü tərkibindəki şaxtavari sutullayıcıya tətbiqi

Məlum olduğu kimi şaxtavari sutullayan qurğular praktiki profilli giriş qıfından, əyrixətli formalı keçid hissədən, şaquli şaxtadan və şaxtanın şaquli hissəsini tunellə əlaqələndirən əyilən hissədən ibarətdir. Giriş qıfının sonunda su axını şırnağının düşmə sürəti, üfüqi xəttə nəzərən ψ bucağı altında tökülən axınının hərəkət sürətinin tənliyinə əsasən aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$v_{düş.} = v_o \cdot \sin \psi + \sqrt{2gy_{düş.}} \quad (3.1)$$

burada: v_o - şırnağın başlanğıc sürəti; $y_{düş.}$ - şırnağın sərbəst səthi ilə şaxtanın oxunun kəsişmə nöqtəsinə qədər olan düşmə hündürlüyüdür (şəkil 3.1).

Şəkil 3.1. Şaxtavari sutullayanda keçid hissənin hidravliki hesablanma sxemi.

Şaxtavari sutullayanın qıf hissəsində sürət əmsalının $\varphi=0,98$ olduğu nəzərə alınmaqla, şırnağın ixtiyari kəsiyində axın sürətinin y oxuna proyeksiyasının qiyməti aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\begin{aligned} v_{düş.} &= v_y + \sqrt{2g(y_{düş.} - y)}; \\ v_y &= v_{düş.} - \sqrt{2g(y_{düş.} - y)}. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Sutullayanın keçid hissəsinin ixtiyari kəsiyində isə axının (şırnağın) sürətinin y oxuna proyeksiyası aşağıdakı ifadə ilə tapıla bilər:

$$v'_y = v_{düş.} + \sqrt{2g(y' - y_{düş.})} \quad (3.3)$$

burada: y' - keçid hissəsində şırnağın mərkəzi üzrə baxılan nöqtənin ordinatıdır.

Keçid hissənin başlanğıc və ixtiyari kəsiklərində şaxtanın diametri uyğun olaraq aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$d_{diş.} = \sqrt{\frac{4Q}{v_{diş.} \cdot \pi}}; \quad d_y = \sqrt{\frac{4Q}{v_y \cdot \pi}} \quad (3.4)$$

$v_{diş.}$, v_y - şırnağın (3.1) və (3.2) düsturları ilə hesablanan sürətləridir.

Şaxtavari sutullayanların keçid hissəsinin uzunluğu boyunca sürət əmsalının real qiyməti sabit qalmır. Bu səbəbdən də belə sutullayanların keçid hissəsinin hesablanmasını bir qədər də dəqiq aparmaq üçün sürtünmə müqavimətinin paylanması şərti ilə basqı itgisini nəzərə almaq lazımdır. Ona görə də keçid hissəsində I-I və II-II kəsiklərinə görə yazılan Bernulli tənliyindən istifadə edirik:

$$-y - \frac{p}{\rho g} - \frac{\alpha v^2}{2g} + h_{w1} = -(y + dy) - \frac{p + dp}{\rho g} - \frac{\alpha(v + dv)^2}{2g} + h_{w2} \quad (3.5)$$

(3.5) tənliyində $h_{w2} - h_{w1} = dh_w$ olduğunu, kəsiklərdə təzyiqlərin atmosfer təzyiqinə bərabər götürüldüyünü ($p = p_a$; $p + dp = p_a$) nəzərə alsaq, Bernulli tənliyinin diferensial forması aşağıdakı şəkildə ifadə olunur:

$$-dy - \frac{dp}{\rho g} - d \frac{\alpha v^2}{2g} + dh_w = 0; \quad -dy - d \frac{\alpha v^2}{2g} + dh_w = 0 \quad (3.6)$$

burada: dp - kəsiklər arasındakı təzyiq dəyişməsidir ki, baxılan kəsiklərdə də təzyiqlər atmosfer təzyiqinə bərabər olduğundan $dp \approx 0$ olur; dh_w - keçid hissənin uzunluğu boyunca basqı itgisinin dəyişməsi olub, şırnaqdakı su axınının sərfindən və sərf xarakteristikasından asılı olaraq aşağıdakı şəkildə təyin olunur:

$$dh_w = Jdy = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} dy = \frac{Q^2}{K^2} dy \quad (3.7)$$

harada ki, $Q = \omega CR \sqrt{J}$ olur; J - keçid hissəsindən keçən su axınının hidravliki

mailliyi; K - sərf xarakteristikası: $K = \omega C \sqrt{R}$; $d \frac{\alpha v^2}{2g}$ - sürət basqısının dəyişməsi

olub, onu axının sərfindən və canlı en kəsik sahəsindən asılı olaraq aşağıdakı ifadə ilə əvəz etmək mümkündür:

$$d \frac{\alpha v^2}{2g} = \frac{\alpha Q^2}{2g \omega^2} d \left(\frac{1}{\omega^2} \right) = \frac{\alpha Q^2}{2g} \cdot \left(-2 \frac{1}{\omega^3} d\omega \right) = -\frac{\alpha Q^2}{g} \cdot \frac{d\omega}{\omega^3} \quad (3.8)$$

(3.7) və (3.8) ifadələrini (3.6) tənliyində yerinə yazmaqla bu tənliyi dy -ə görə həll etsək alarıq:

$$-dy + \frac{\alpha Q^2}{g} \cdot \frac{d\omega}{\omega^3} + \frac{Q^2}{K^2} dy = 0; \quad dy - \frac{Q^2}{K^2} dy = \frac{\alpha Q^2}{g} \frac{d\omega}{\omega^3};$$

$$dy \cdot \left(1 - \frac{Q^2}{K^2}\right) = \frac{\alpha Q^2}{g} \frac{d\omega}{\omega^3}; \quad dy = \frac{\frac{\alpha Q^2}{g} \cdot \frac{d\omega}{\omega^3}}{1 - \frac{Q^2}{K^2}}. \quad (3.9)$$

(3.9) ifadəsi şaxtavari sutullayanların giriş qıfı hissəsindən şaquli şaxtaya keçid hissəsində axının sərbəst səthinin diferensial tənliyini ifadə edir. Bu tənliyi sabit (K_0) və dəyişən (K) sərf xarakteristikalarından asılı olaraq almaq üçün sərf $Q = K_0 \sqrt{J}$ ifadəsindən istifadə edirik. Bu ifadədə $K_0 = \omega_0 C_o \sqrt{R_o}$ -müntəzəm hərəkətdə sərf xarakteristikasıdır. Bunları nəzərə almaqla (3.9) diferensial tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$dy = \frac{\frac{\alpha Q^2}{g} \cdot \frac{d\omega}{\omega^3}}{1 - \frac{Q^2}{K^2}} = \frac{\frac{\alpha K_o^2}{g} \cdot \frac{J d\omega}{\omega^3}}{1 - \frac{K_o^2 J}{K^2}} = \frac{\frac{\alpha K_o^2}{g} \cdot \frac{d\omega}{\omega^3}}{1 - \left(\frac{K_o}{K}\right)^2} \quad (3.10)$$

(3.10) tənliyində şaxtanın keçid hissəsində $J = 1$ qəbul olunur.

Şırnağın ixtiyari kəsiyində sərf xarakteristikası üçün $K^2 = \omega^2 C^2 R$ olduğundan, vahidə bərabər olan $\frac{\omega^2 C^2 R}{K^2}$ nisbətini (3.10) tənliyində kəsrin sürətinə vururuq. Həmçinin şaxtavari sutullayan qurğunun keçid hissəsinin ixtiyari kəsiyində su şırnağı axınının hidravliki radiusunun həndəsi radiusun yarısına bərabər olduğunu $\left(R = \frac{r}{2}\right)$, eləcə də şəkil 3.1-ə əsasən $d\omega/\omega$ nisbətinin

$$\frac{d\omega}{\omega} = \frac{d(\pi r^2)}{\pi r^2} = \frac{2\pi r dr}{\pi r^2} = \frac{2dr}{r}$$

ifadəsini (3.10) tənliyində yerinə yazsaq, bu diferensial tənlik aşağıdakı şəkildə düşər:

$$\begin{aligned}
dy &= \frac{\frac{\alpha K_o^2}{g} \cdot \frac{d\omega}{\omega^3}}{1 - \left(\frac{K_o}{K}\right)^2} = \frac{\frac{\alpha K_o^2}{g} \cdot \frac{\omega^2 C^2 R}{K^2} \cdot \frac{2dr}{r\omega^2}}{1 - \left(\frac{K_o}{K}\right)^2} = \\
&= \frac{\alpha C^2}{g} \cdot \frac{K_o^2 \cdot \frac{2rdr}{2K^2 r}}{1 - \left(\frac{K_o}{K}\right)^2} = \frac{\alpha C^2}{g} \cdot \frac{\left(\frac{K_o}{K}\right)^2}{1 - \left(\frac{K_o}{K}\right)^2} dr; \\
dy &= \frac{\alpha C^2}{g} \cdot \frac{\left(\frac{K_o}{K}\right)^2}{1 - \left(\frac{K_o}{K}\right)^2} dr \tag{3.11}
\end{aligned}$$

(3.11) tənliyindəki $\left(\frac{K_o}{K}\right)^2$ -ni Şezi əmsalından və keçid hissəsinin həndəsi radiuslarından asılı olaraq tapmaq üçün aşağıdakı ifadələri alırıq:

$$R_o = \frac{r_o}{2}; \quad C_o = \frac{1}{n} R_o^{y'} = \frac{1}{2^{y'}} \cdot \frac{1}{n} \cdot r_o^{y'}; \quad C = \frac{1}{n} R^{y'} = \frac{1}{2^{y'} \cdot n} \cdot r^{y'} \tag{3.12}$$

$$\begin{aligned}
\left(\frac{K_o}{K}\right)^2 &= \left(\frac{\omega_o C_o R_o^{1/2}}{\omega C R^{1/2}}\right)^2 = \left(\frac{\pi r_o^2 \cdot \frac{1}{2^{y'} \cdot n} \cdot r_o^{y'} \cdot 0,5^{1/2} \cdot r_o^{1/2}}{\pi r^2 \cdot \frac{1}{2^{y'} \cdot n} \cdot r^{y'} \cdot 0,5^{1/2} \cdot r^{1/2}}\right)^2 = \\
&= \left(\frac{r_o^{\frac{5}{2}+y'}}{r^{\frac{5}{2}+y'}}\right)^2 = \left(\frac{r_o}{r}\right)^{2y'+5} = \left(\frac{1}{\delta}\right)^{2y'+5} = \left(\frac{1}{\delta}\right)^x \tag{3.13}
\end{aligned}$$

burada: $\delta = \frac{r}{r_o}$ və $x = 2y'+5$ qəbul edilmişdir;

r_o - axının müntəzəm hərəkətinin yarandığı hissədə şaxtanın radiusudur (şəkil 3.1).

Şaxtanın dəyişən radiusunun (r) diferensialı üçün aşağıdakı ifadəni yazıb bilirik:

$$dr = d(r_o \delta) = r_o d\delta \tag{3.14}$$

(3.13) və (3.14) ifadələrini (3.11) diferensial tənliyində yerinə yazsaq, alırıq:

$$\begin{aligned}
dy &= \frac{\alpha C^2}{g} \cdot \frac{\left(\frac{1}{\delta}\right)^x}{1 - \left(\frac{1}{\delta}\right)^x} r_o d\delta = \frac{\alpha C^2 r_o}{g} \cdot \frac{\frac{1}{\delta^x}}{1 - \frac{1}{\delta^x}} d\delta = \\
&= \frac{\alpha C^2 r_o}{g} \cdot \frac{\frac{1}{\delta^x}}{\frac{\delta^x - 1}{\delta^x}} d\delta = \frac{\alpha C^2 r_o}{g} \cdot \frac{d\delta}{\delta^x - 1}; \\
dy &= \frac{\alpha C^2 r_o}{g} \cdot \frac{d\delta}{\delta^x - 1}
\end{aligned} \tag{3.15}$$

(3.15) diferensial tənliyini Δy intervalında y_1 -dən y_2 -yə və δ_1 -dən δ_2 -yə qədər inteqrallasaq, alarıq:

$$\begin{aligned}
\int_{y_1}^{y_2} dy &= \frac{\alpha C^2 r_o}{g} \int_{\delta_1}^{\delta_2} \frac{d\delta}{\delta^x - 1}; \quad y_2 - y_1 = \frac{\alpha C^2 r_o}{g} B(\delta) \Big|_{\delta_1}^{\delta_2}; \\
\Delta y = y_2 - y_1 &= \frac{\alpha C^2 r_o}{g} \cdot [B(\delta_2) - B(\delta_1)]
\end{aligned} \tag{3.16}$$

burada: $B(\delta)$ - şaxtavari sutullayanın nisbi radiusundan asılı olan funksiyadır:

$$B(\delta) = \int \frac{d\delta}{\delta^x - 1} \tag{3.17}$$

Bu funksiyayı yığılan sıralar şəklində aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$B(\delta) = \frac{\delta^{1-x}}{x-1} + \frac{\delta^{1-2x}}{2x-1} + \frac{\delta^{1-3x}}{3x-1} \tag{3.18}$$

Şaxtavari sutullayan qurğularda keçid hissəsi üçün beton üzlüyün kəlkötürlük əmsalını $n=0,016$ qəbul etmək məsləhət görülür. Akademik N.N. Pavlovski metoduna görə diametri 1,0 m-dən böyük olan borular üçün y' üst göstəricisi aşağıdakı empirik düsturla tapılır:

$$y' = 1,3\sqrt{n} = 1,3 \cdot \sqrt{0,016} = 0,164$$

y' -in qiymətinə əsasən x üst göstəricisini aşağıdakı kimi tapırıq:

$$x = 2y' + 5 = 2 \cdot 0,164 + 5 = 5,328 \approx 5,33$$

Şaxtavari sutullayan qurğuların müntəzəm hərəkətə malik hissəsində r_o radiusunu (şəkil 3.1) tapmaq üçün $J=1$ və $n=0,016$ qiymətlərində Şezi düsturundan istifadə olunur ($R_o = \frac{r_o}{2}$ nəzərə alınmaqla):

$$\begin{aligned}
Q &= \omega_o C_o \sqrt{R_o J} = \pi r_o^2 \frac{1}{n} \cdot R_o^{y'} \cdot R_o^{0,5} = \frac{\pi}{n} r_o^2 \cdot \left(\frac{r_o}{2}\right)^{y'} \cdot \left(\frac{r_o}{2}\right)^{0,5} = \\
&= \frac{3,1416}{0,016} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{0,164+0,5} \cdot r_o^{2+0,164+0,5} = 123,92 \cdot r_o^{2,664} \\
Q &= 123,92 \cdot r_o^{2,664} \tag{3.19}
\end{aligned}$$

(3.19) düsturu ilə qəbul edilmiş r_o radiusuna görə şaxtavari sutullayanların suburaxma qabiliyyətini tapmaq olur. Eləcə də şaxtavari sutullayanların məlum hesabi sərfinə görə r_o radiusunu (3.19) ifadəsinə əsasən aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$r_o = \left(\frac{1}{123,92}\right)^{1/2,664} \cdot Q^{1/2,664} = 0,1638 \cdot Q^{0,3754} \tag{3.20}$$

Şaxtavari sutullayanların r_o radiusunun olduğu kəsikdə şırnaqdakı su axını müntəzəm hərəkət vəziyyətində qəbul olunur. Sutullayanın keçid hissədən aşağıdakı şaquli şaxta hissəsi silindrik formada götürülə bilər və hesablamalarda Bernulli tənliyindən istifadə etmək olar. Şırnağın aşağı sərhəd xətti ilə üst-üstə düşən nazik divarlı həlqəvari suaşıranlı qıfın və keçid hissələrinin profilinin qurulmasında I-I kəsiyinə qədər axının səthinə təsir edən təzyiq atmosfer təzyiqinə bərabər götürülür (şəkil 3.1). I-I kəsiyindən aşağıdakı axın basqılı rejimdə olur və keçid hissənin çıxışındakı II-II kəsiyində axının səthinə atmosfer təzyiqi təsir edir. Şaquli şaxtanın tunellə əlaqələndirilmə hissəsində axının mərkəzi xəttindən (b-b kəsiyindən) basqılı axının başlanğıcına qədər olan hündürlük h olarsa, I-I və b-b kəsikləri üçün Bernulli tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$h + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_b}{\rho g} + \frac{v_b^2}{2g} + \sum h_w \tag{3.21}$$

burada: p_1 və p_b – baxılan kəsiklərdə axının səthinə təsir edən təzyiqlər olub, I-I kəsiyi səthdən birbaşa əlaqəli olduğu üçün, əyilmə hissəsindəki b-b kəsiyində sıxılmış axın səthi hava borucuğu ilə əlaqələndirildiyi üçün bu təzyiqlər atmosfer təzyiqinə bərabər qəbul edilir:

$$P_1 = P_b = P_a ; \quad \frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_b}{\rho g} = \frac{P_a}{\rho g}$$

(3.21) tənliyindən h hündürlüyünü tapsaq, aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$h = \sum h_w + \frac{v_b^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} = \sum h_w + \frac{v_b^2 - v_1^2}{2g} \quad (3.22)$$

$\sum h_w$ - kəsiklər arasında basqı itgisidir və əgər $v_1 = v_b$ olarsa, $\sum h_w = h$ olur.

Bu hesablama metodikasına əsasən alınmış düsturlar şaxtavari sutullayan qurğuların ayrı-ayrı elementlərini yeni metodika ilə hidravliki hesablamağa imkan verir.

Şəmkişay su anbarının fəlakət daşqın səviyyəsi $\nabla FDS = 698,0m$, normal boğulmuş səviyyəsi $\nabla NBS = 696,0m$ olduğundan, şaxtavari sutullayanın giriş astanası önündəki tam basqısı

$$H_o \approx H = \nabla FDS - \nabla NBS = 698,0 - 696,0 = 2,0m$$

olar. Bu sutullayanın hesabi sərfinin $Q_{st} = 697,0m^3 / san$, giriş astanası üzərindəki $n=3$ ədəd ara divarlarından hər birinin qalınlığının $t = 0,5m$ olduğunu nəzərə almaqla, şaxtavari sutullayanın giriş astanasının radiusunu aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$Q_{st} = m(2\pi R - n \cdot t) \sqrt{2g H_o^{3/2}} \quad (3.23)$$

$$2\pi R - n \cdot t = \frac{Q_{st}}{m \sqrt{2g H_o^{3/2}}}$$

$$R = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{Q_{st}}{m \sqrt{2g H_o^{3/2}}} + n \cdot t \right) \quad (3.24)$$

burada: m - şaxtavari sutullayana daxil olan axının sərf əmsalı olub, bu sutullayanın giriş astanası enli astanalı suaşırın kimi işlədiyindən $m = 0,36$ qəbul edilir.

(3.24) düsturu ilə Şəmkişay su anbarı hidrodüyünü tərkibindəki şaxtavari sutullayan qurğusunun giriş astanası aşağıdakı kimi hesablanır:

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \left(\frac{697,0}{0,36 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2^{3/2}}} + 3 \cdot 0,5 \right) =$$

$$= \frac{1}{6,28} \cdot \left(\frac{697,0}{4,51} + 1,5 \right) = 25,0m;$$

$$R = 25,0m$$

Giriş astanasının diametri isə $D = 2R = 2 \cdot 25,0 = 50,0m$ olur. Bu şaxtavari sutullayanın müntəzəm hərəkətə malik hissəsində axının səth mailliyini $J = 1$ qəbul etməklə, r_0 radiusunu təklif olunmuş yeni hesablama metodikasına əsasən (3.20) düsturu ilə tapmaq olar:

$$r_0 = 0,1638 \cdot Q_{st}^{0,3754} = 0,1638 \cdot 697,0^{0,3754} = 1,92m$$

Bu hissənin diametri isə $d_o = 2r_o = 2 \cdot 1,92 = 3,84m$ alınır ki, bu da mövcud layihə göstəricisindən təxminən 40% az olur. Sutullayanın $d_o = 3,84m$ diametri $Q_{st} = 697,0m^3 / san$ sərfi üçün dağıdıcı ölçü ola bilər və $J = 1$ mailliyi su axını şırnağının səthi üçün risklidir. (3.20) düsturu ilə r_0 radiusunun hesablanaraq qəbul edilməsi $Q_{st} < 250m^3 / san$ hesabi sərfli şaxtavari sutullayanlar üçün məqsədəuyğundur.

3.2. Şəmkirçay su anbarı bəndinin yeni metodika ilə sızmaya hesablanması və aşağı yamacının dayanıqlığa yoxlanılması

Şəmkirçay su anbarı hidroqovşağının tökmə bəndi mərkəzi gil özəkli, özək ətrafi üçqatlı süzgəc qatı narın qumdan, çeşidlənmiş çınqıl-qırmadaşdan və xırda daş-qaya dolğusundan ibarət olmaqla, gövdəsinin yuxarı və aşağı primaları iri daş-qay dolğusundan tikilmişdir. Gil özəyə qədər və özəkdən sonra bənd gövdəsinə təşkil edən materiallar tam sukeçirən olduğundan, bəndin bu hissələrində sızan suların səthində səviyyə düşməsi olmayacaq. Bənd gövdəsindən sızan suların depressiya əyrisi yalnız trapesvari en kəsikli gil özək daxilində alınır. Belə bənd qarşısındakı suyun dərinliyinin H , aşağı byefdə olan suyun dərinliyinin isə h_0 olduğunu nəzərə almaqla, gövdə daxili yeni sızma hesablamalarının aparılma zərurəti yaranır. Gil özəyə sızan suların giriş və çıxış ordinatlarının uyğun olaraq H və h_0 olmasını, depressiya əyrisini qurmaq üçün koordinat başlanğıcının h_0 ordinatı üzrə yerləşməsinə qəbul edirik. Onda y ordinat oxunun bəndin qaşındakı sağ kənar nöqtəsindən yerləşmə məsafəsini aşağıdakı düsturla tapmaq olar (şəkil 3.2):

$$L = m_{\delta} (H_b - h_0) - \frac{1}{2} (b_{qas} - \delta_1) \quad (3.25)$$

burada: H_b - bəndin məcra dibindən inşaat hündürlüyü: $H_b = H + d$; b_{qas} - bəndin qaşı üzrə eni; δ_1 -gil özəyin üstdən (bəndin qaş səviyyəsində) eni olub, dibdən δ_3 eninə əsasən

$$\delta_1 = \delta_3 - 2m_o H_o \quad (3.26)$$

ifadəsi ilə, özəyin çay məcrasının dib səviyyəsində olan eni isə

$$\delta_2 = \delta_3 - 2m_o (H_o - H_b) \quad (3.27)$$

düsturu ilə tapılır; m_o - özəyin yan xətlərinin yamaqlıq əmsalı; H_o -özəyin dibdən olan hündürlüyü; b_{qas} - bəndin qaş səviyyəsində olan enidir.

Şəkil 3.2. Şəmkirçay su anbarının tökmə bəndinin sızmaya və aşağı yamacının müstəvi sürüşməyə hesablanma sxemi.

Depressiya əyrisinin özəyə giriş və çıxış kəsiklərindəki ordinatları məlum olduğundan, özək daxili ixtiyari kəsikdə bu əyrinin ordinatını tapmaq üçün Dyupi düsturunun aşağıdakı formalı analogi ifadələrindən istifadə edirik (şəkil 3.2):

$$\frac{q_o}{K_o} = \frac{H^2 - h_o^2}{2L}; \quad \frac{q_o}{K_o} = \frac{H^2 - y^2}{2(L-x)} \quad (3.28)$$

L – dipressiya əyrisinin özəyə giriş (H) və özəkdən çıxış (h_o) ordinatları arasındakı üfüqi məsafə olub, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$L = \delta_2 - m_o (H + h_o) \quad (3.29)$$

(3.28) ifadələrinin sol tərəfləri bərabər olduğundan, sağ tərəflərin bərabərliyindən depressiya əyrisini qurmaq üçün aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$\frac{H^2 - y^2}{2(L-x)} = \frac{H^2 - h_o^2}{2L}; \quad y = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 - h_o^2}{L} \cdot (L-x)} \quad (3.30)$$

Şəmkirçay su anbarı hidrodüyününün əsas qurğusu olan tökmə bəndin gövdəsində sızma hesablamalarını yeni metodika ilə aparmaq üçün aşağıdakı ilkin verilənlərdən, yaxud təyin edilən göstəricilərdən istifadə edirik:

$$\begin{aligned} H &= 126,0 \text{ m}; \quad h_o = 1,6 \text{ m}; \quad \nabla z_1 = \nabla BQ = 700,0 \text{ m}; \quad \nabla z_2 = \nabla Dib = 570,0 \text{ m}; \\ \nabla z_3 &= 542,0 \text{ m}; \quad \delta_3 = 86,75 \text{ m}; \quad d = 4,0 \text{ m}; \quad m_1 = m_2 = 1,8; \quad m_{\delta} = 0,25; \\ \nabla ABS &= \nabla z_2 + h_o = 570,0 + 1,6 = 571,6 \text{ m}; \quad b_{qas} = 12,0 \text{ m}; \\ H_b &= H + d = 126,0 + 4,0 = 130,0 \text{ m}; \quad H_{\delta} = \nabla z_1 - \nabla z_2 = 700 - 542 = 158 \text{ m}; \\ \delta_1 &= 86,75 - 2 \cdot 0,25 \cdot 158,0 = 7,75 \text{ m}; \quad \delta = \frac{1}{2}(b_{qas} - \delta_1) = 2,125 \text{ m}; \\ L' &= 0,25 - (130 - 1,6) - \frac{1}{2}(12,0 - 7,75) = 32,1 - 2,125 = 29,975 \text{ m}; \\ \delta_2 &= 86,75 - 2 \cdot 0,25 \cdot (158,0 - 130,0) = 72,75 \text{ m}; \\ L &= 72,75 - 0,25 \cdot (126,0 + 1,6) = 40,85 \text{ m}. \end{aligned}$$

(3.30) düsturunda məlum və tapılan qiymətləri yerinə yazmaqla, depressiya əyrisinin koordinatlarının təyin edilməsi üçün aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$y = \sqrt{126^2 - \frac{126^2 - 1,6^2}{40,85} \cdot (40,85 - x)} = \sqrt{15876 - 389,055 \cdot (40,85 - x)}$$

Bu tənlikdə x -ə $L = 40,85 \text{ m}$ -ə qədər qiymətlər verməklə, y -in qiymətlərini hesablayıb nəticələrini aşağıdakı cədvələ yazırıq:

Cədvəl 3.1.

x,m	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	L=40,85m
y,m	h _o =1,6m	43,9	62,24	76,28	88,115	98,54	107,96	116,62	H=126m

Cədvəl 3.1-dəki qiymətlərə əsasən tökmə bəndin gil özəyi daxilində depressiya əyrisini qururuq (şəkil 3.2).

Tökmə bəndin gövdəsini daha çox iri daş-qaya dolğusu təşkil etdiyi üçün aşağı byefə doğru müstəvi sürüşmə üzrə dayanıqlığa yoxlanılması vacib hesab olunur. Ən təhlükəli sürüşmə xəttini suyun normal böğulmuş səviyyəsi ilə bəndin

yuxarı yamacının kəsişmə nöqtəsini, aşağı yamacın daban nöqtəsi ilə birləşdirən xətt üzrə götürmək olar. Bu xəttin hündürlüyü $H=126,0m$, üfüqi uzunluğu $\ell' = m_1 d + b_{qas} + m_2 H_b = 1,8 \cdot 4,0 + 12,0 + 1,8 \cdot 130,0 = 253,2m$ və mailliyi $i_s = H / \ell' = 126,0 / 253,2 = 0,4976$ olur. Müstəvi sürüşmə xəttinin üfüqi vəziyyətə nəzərən yerləşmə bucağı $\psi = \arctg i_s = \arctg 0,4976 = 26,455^\circ$, öz uzunluğu isə $\ell = \ell' / \cos \psi = 253,2 / \cos 26,455^\circ = 253,2 / 0,895285 = 282,8m$ -dir.

Tökmə bənd müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa aşağıdakı düsturla yoxlanılır:

$$K_{day} = \frac{\sum N_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum C_i \ell_i \cdot 1,0m}{\sum T_i} \geq K_{day}^{hed.} \quad (3.31)$$

burada: K_{day} və $K_{day}^{hed.}$ - müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlıq əmsalının uyğun olaraq tapılan və həddi qiymətləri olub, I sinif səviyyəqaldıran qurğular üçün $K_{day}^{hed.} = 1,5$ qəbul edir; N_i və T_i – sürüşən kütlənin ayrı-ayrı hissələrinin çəkisinin sürüşmə səthinə normal və toxunan istiqamətdə yönələn toplananları:

$$N_i = G_i \cos \psi_i ; \quad T_i = G_i \sin \psi_i \quad (3.32)$$

G_i - bəndin sürüşən elementlərinin (hissələrinin) çəkiləri olub, bənd gövdəsinin özəyə qədər, özək daxilində qalan və özəkdən sonrakı hissələri üçün aşağıdakı düsturlarla hesablanırlar:

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= \frac{1}{2} \cdot [(\delta + \ell'_1) \cdot d + h_1] \gamma_d \cdot 1,0m; \\ G_2 &= \frac{1}{2} \cdot [(\delta_1 + \ell'_2) \cdot (d + h_1) + \ell'_2 \cdot h_2] \cdot \gamma_g \cdot 1,0m; \\ G_3 &= \frac{1}{2} \cdot [(\delta + \ell'_3) \cdot (d + h_1 + h_2) + \ell'_3 \cdot h_3] \cdot \gamma_d \cdot 1,0m \end{aligned} \right\} \quad (3.33)$$

ℓ'_1 - birinci elementin $\nabla NBS = 696,0m$ səviyyəsi üzrə uzunluğu:

$$\ell'_1 = m_1 d + \delta - m_\theta d = \delta + d \cdot (m_1 - m_\theta) = 2,125 + 4,0 \cdot (1,8 - 0,25) = 8,325m;$$

h_1 - sürüşmə xəttinin bəndin yuxarı yamacı və özəyin öndən yan tərəf xətti ilə kəsişmə nöqtələri arasında şaquli məsafə (hündürlük) olub, aşağıdakı düsturla tapılır (şəkil 3.2):

$$m_1(d + h_1) + \delta = (d + h_1)m_\theta + \frac{h_1}{i_s} + m_1 h_1$$

$$h_1 \left(m_{\sigma} + \frac{1}{i_s} \right) = \delta + d \cdot (m_1 - m_{\sigma})$$

$$h_1 = \frac{\delta + d \cdot (m_1 - m_{\sigma})}{m_{\sigma} + \frac{1}{i_s}} = \frac{2,125 + 4,0 \cdot (1,8 - 0,25)}{0,25 + \frac{1}{0,4976}} = 1,29445 m;$$

$$\ell_1 = \frac{h_1}{\sin \psi} = \frac{1,29445}{\sin 26,455^\circ} = 2,91 m;$$

γ_d - bənd gövdəsini təşkil edən iri daş-qaya dolğusunun həcmi çəkisi: $\gamma_d = 2,15 t/m^3$; ℓ_2 - ikinci elementin sürüşmə dəthi ilə özəyin yuxarı yan xəttinin kəşimə nöqtəsinin yerləşmə səviyyəsi üzrə özək daxili uzunluğu: $\ell_2 = \delta_1 + 2m_{\sigma} \cdot (d + h_1) = 7,75 + 2 \cdot 0,25 \cdot (4,0 + 1,29445) = 10,4 m$; h_2 - sürüşmə xəttinin gil özəyin yuxarı və aşağı yan sərhəd xətlərini kəsmə nöqtələri arasındakı şaquli məsafə (hündürlük) olub, aşağıdakı ifadədən tapılır (şəkil 3.2):

$$\frac{1}{i_s} \cdot (h_1 + h_2) = m_{\sigma} (d + h_1 + h_2) + m_1 d + \delta + \delta_1;$$

$$h_2 \left(\frac{1}{i_s} - m_{\sigma} \right) = d(m_{\sigma} + m_1) - h_1 \left(\frac{1}{i_s} - m_{\sigma} \right) + \delta + \delta_1$$

$$h_2 = \frac{d(m_{\sigma} + m_1) - h_1 \left(\frac{1}{i_s} - m_{\sigma} \right) + \delta + \delta_1}{\frac{1}{i_s} - m_{\sigma}} =$$

$$= \frac{4 \cdot (0,25 + 1,8) - 1,29445 \cdot \left(\frac{1}{0,4976} - 0,25 \right) + 2,125 + 7,75}{\frac{1}{0,4976} - 0,25} = \frac{8,2 - 2,278 + 9,875}{1,75965} =$$

$$= \frac{15,797}{1,75965} = 8,97735 m$$

$$\ell_2 = \frac{h_2}{\sin \psi} = \frac{8,97735}{\sin 26,455^\circ} = 20,15 m;$$

γ_g - bənd gövdəsindəki gil özəyin həcmi çəkisi: $\gamma_g = 1,88 t/m^3$

ℓ_3 - üçüncü hissənin (elementin) sürüşmə səthinin gil özəyin aşağı yan xəttinin kəşimə nöqtəsindən bəndin aşağı yamac xəttinə qədər olan üfüqi məsafə:

$$\ell_3 = \delta + (d + h_1 + h_2)(m_2 - m_{\sigma}) = 2,125 +$$

$$+ (4,0 + 1,29445 + 8,97735) \cdot (1,8 - 0,25) = 24,25 m;$$

h_3 - sürüşmə səthi ilə gil özəyin aşağı yan xəttinin kəsişmə nöqtəsindən bəndin aşağı yamacının daban nöqtəsinə qədər olan şaquli məsafədir:

$$h_3 = H - (h_1 + h_2) = 126,0 - (1,29445 + 8,97735) = 115,7282 \text{ m};$$

$$\ell_3 = \ell - (\ell_1 + \ell_2) = 282,8 - (2,91 + 20,15) = 259,74 \text{ m};$$

ψ_i - sürüşmə səthinin, elementlərin hər biri üzrə üfüqi xətlə arasında qalan bucaqlar olub, bu bucaqlar sürüşmə mailliyi üzrə sabit qaldığı üçün bir-birinə bərabər olur:

$$\psi_i = \psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = \psi = 26,455; \sin \psi = 0,445494; \cos \psi = 0,89528;$$

φ_i - bəndin sürüşən hissələrindəki tökmə materialların daxili sürtünmə bucaqlarıdır və $\varphi_1 = \varphi_3 = 40^\circ$; $\varphi_2 = 28^\circ$; $\text{tg } \varphi_2 = 0,5317$ olur; C_i - həmin hissələrdə qrunzun xüsusi ilişkəlikləridir: $C_1 = C_3 = 0$; $C_2 = 6,8 \text{ t/m}^2$.

Tapılan qiymətləri (3.33) düsturunda yerinə yazmaqla hər bir sürüşən hissənin çəkisini hesablayırıq:

$$G_1 = \frac{1}{2} \cdot [(2,125 + 8,325) \cdot 4,0 + 8,325 \cdot 1,29445] \cdot 2,15 \cdot 1,0 = 56,52 \text{ t.q.};$$

$$G_2 = \frac{1}{2} \cdot [(7,75 + 10,4) \cdot (4,0 + 1,29445) + 10,4 \cdot 8,97735] \cdot 1,88 \cdot 1,0 = 178,1 \text{ t.q.};$$

$$G_3 = \frac{1}{2} \cdot [(2,125 + 24,25) \cdot (4,0 + 1,29445 + 8,97735) + 24,25 \cdot 115,7282] \times \\ \times 2,15 \cdot 1,0 = 3421,154 \text{ t.q.}$$

(3.31) düsturu ilə Şəmkirçay su anbarı bəndini müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa yoxlayırıq:

$$K_{day} = \frac{[(G_1 + G_3) \text{tg } \varphi_1 + G_2 \text{tg } \varphi_2] \cos \psi + c_2 \ell_2 \cdot 1,0 \text{ m}}{(G_1 + G_2 + G_3) \sin \psi} = \\ = \frac{[(56,52 + 3421,154) \cdot 0,8391 + 178,1 \cdot 0,5317] \cdot 0,899528 + 6,8 \cdot 20,15 \cdot 1,0}{(56,52 + 178,1 + 3421,154) \cdot 0,445494} = \\ = \frac{2697,5997 + 137,02}{1628,6253} = \frac{2834,6197}{1628,6253} = 1,74$$

$K_{day} = 1,74 > K_{day}^{hed} = 1,5$ olduğundan, Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünü tərkibindəki tökmə bəndin qəbul edilmiş təhlükəli müstəvi sürüşmə səthi üzrə dayanıqlığı təmin olunur:

Beləliklə, bu hesablama metodikası tökmə daşdan (qayadan) tikilən yüksək basqılı bəndlərin yamaclarını müstəvi sürüşmə səthi üzrə dayanıqlığa hesablamağa imkan verir. Eləcə də, bu metodika ilə tökmə bəndləri digər rast gəlinən variantlarda da müstəvi sürüşmə üzrə dayanıqlığa yoxlamaq olar.

3.3. Şəmkirçay su anbarının basqısı altında qalan təbii yamacın müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa yoxlanılması

Şəmkirçay su anbarının daxilində sol sahildə sərt təbii yamac yerləşmişdir ki, bu yamacın uçma təhlükəsi olarsa, yaxınlıqdakı enerji tunelinin giriş portalının qarşısı qrunt kütləsi ilə bağlana bilər (şəkil 3.3.). Bu sərt yamacın orta hesabla hündürlüyü $h=50,0$ m, yamaclıq əmsalı $1:0,5$, dib səviyyəsi $630,0$ m, qırılma qaşının üfüqi uzunluğu $\ell_2 = 37,5m$, sürüşmə ehtimalı olan qrunt kütləsinin həcmi çəkisi $\gamma_{qr}^y = 1,6 t/m^3$, xüsusi ilişkənliyi $c = 5,6 t/m^2$, daxili sürtünmə bucağı $\varphi_y = 39^\circ$, yamacın sürüşmə səthinin üfüqi xəttə meyl bucağı $\alpha = 38,66^\circ$ -dir. Sürüşmə təhlükəsi olan bu təbii sərt yamac $\alpha = 38,66^\circ$ yatım bucağına malik əhəng daşı layları üzərində, əhəng daşı isə qaya qruntu üzərində yerləşir (şəkil 3.4). Ona görə də su anbarındakı suyun dəyişən $h_1 = 66,0m$ və $h_2 = 16,0m$ basqılarının təsirini nəzərə almaqla, bu təbii sərt yamacın müstəvi sürüşmə üzrə dayanıqlığa yoxlanılması olduqca vacibdir.

Təbii sərt yamacın müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlıq əmsalı aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$K_{day} = \frac{Ntg\varphi_y + c \cdot \ell \cdot 1,0m}{T} \geq [K_{day.}] \quad (3.34)$$

burada: N – sürüşən qrunt kütləsinin və üzərindəki suyun çəkisinin (G) müstəvi sürüşmə səthinə doğru yönələn normal toplananı:

$$N = G \cos \alpha \quad (3.35)$$

Şəkil 3.4. Şəmkirçay su anbarının içərisində qalan enerji tuneli qarşısındakı təbii yamacın müstəvi sürüşməyə yoxlanılma sxemi.

T – sürüşən təbii qrunut yamacın və üstündəki suyun çəkisinin (G) sürüşmə səthinə toxunan istiqamətdə olan toplanandır və yamacı əsas sürüşdürücü qüvvədir:

$$T = G \sin \alpha \quad (3.36)$$

G – sürüşmə səthi üzərindəki ümumi çəki:

$$G = G_{s1} + G_{s2} + G_{qr} \quad (3.37)$$

$$G_{s1} = \frac{1}{2} \gamma_w (h_1 + h_2) \cdot \ell_1 \cdot 1,0m = \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot (66,0 + 16,0) \cdot 25,0 \cdot 1,0 = 1025t.q;$$

$$G_{s1} = 1025t.q;$$

$$G_{s2} = \gamma_w \cdot h_2 \cdot \ell_2 \cdot 1,0m = 1,0 \cdot 16,0 \cdot 37,5 \cdot 1,0 = 600,0t.q;$$

$$G_{qr} = \frac{1}{2} \gamma_{qr} \ell_2 h \cdot 1,0m = \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 37,5 \cdot 50,0 \cdot 1,0 = 1500,0t.q;$$

$$G = 1025,0 + 600,0 + 1500,0 = 3125,0t.q.;$$

(3.36) və (3.37) düsturları ilə N və T qüvvələrinin qiymətini tapırıq:

$$N = 3125 \cdot \cos 38,66^\circ = 3125 \cdot 0,781 = 2440,625t.q.;$$

$$T = 3125 \cdot \sin 38,66^\circ = 3125 \cdot 0,625 = 1953,125t.q.$$

Sürüşmə səthinin uzunluğunu aşağıdakı kimi hesablayırıq:

$$\ell = \sqrt{(\ell_1 + \ell_2)^2 + h^2} = \sqrt{(25,0 + 37,5)^2 + 50,0^2} = 80,0m.$$

Məlum və tapılan bütün qiymətləri (3.34) düsturunda yerinə yazıb, hesablama aparırıq və təbii sərt yamacın dayanıqlıq əmsalını təyin edirik:

$$K_{day} = \frac{2440,625 \cdot \operatorname{tg} 39^\circ + 5,6 \cdot 80,0}{1953,125} = \frac{2424,91}{1953,125} = 1,242$$

Yamacın dayanıqlıq əmsalının buraxıla bilən (yol verilən) qiymətinin $[K_{day,}] = 1,15$ olduğunu və $K_{day,} = 1,242 > [K_{day,}] = 1,15$ şərtini nəzərə alsaq, bu sərt yamacın Şəmkirçay su anbarının istismarı dövründə müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlı olması fikirini söyləmək olar. Bu və digər sürüşmə ehtimalı olan təbii yamacların armoqrunt konstruksiyalarla möhkəmliyinin artırılması təklif olunur.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

Magistr dissertasiyasında aşağıdakı əsas nəticələr əldə edilmişdir:

1. Şəmkirçay su anbarı hidrodüyünü tərkibindəki əsas qurğulara dair aparılacaq tədqiqat işlərinin istiqaməti müəyyənləşdirilmişdir.
2. Su anbarı hidroqovşağının əsas qurğularından biri hesab edilən dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasının konstruksiyası hər bir elementinin funksiyasını nəzərə alınmaqla, araşdırılmış və hidravliki hesablamalarının nəticələri təhlil edilmişdir.
3. Hidrodüyünün dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasındakı işçi bağlayıcı arxasında aerasiyalı axının hidravliki hesablanma metodikası işlənmişdir.
4. Dərinlik suburaxıcılarında müxtəlif hidravliki rejimlərdə işçi bağlayıcısına təsir edən yekun hidrostatiki təzyiq qüvvəsinin təyin edilmə üsulu verilmişdir.
5. Səthi sutullayanların şaxtavari tipli qurğularının hissələrindən keçən axının əsas diferensial tənlikləri alınmışdır.
6. Şəmkirçay su anbarından şaxtavari sutullayan qurğusundakı müntəzəm hərəkəti saxlayan hissədəki dairəvi en kəsikli konstruksiyanın yeni hesablama metodikası ilə radiusu təyin edilmişdir.
7. Şəmkirçay su anbarı hidroqovşağının iri daş-qaya dolğusundan olan tökmə bəndinin ən qorxulu qəbul edilmiş müstəvi sürüşmə səthi üzrə dayanıqlığa yoxlama hesablamaları aparılmış və bəndin bu sürüşmə səthi üzrə dayanıqlığı təmin olunmuşdur.
8. Şəmkirçay su anbarının yuxarı byefində su altında qalan təbii sərt yamacın bütün təsirləri nəzərə almaqla, müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığına dair hesablamaları yerinə yetirilmişdir və bu yamacın uçma təhlükəsinin olmadığı qeyd edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Abdilov S.Ə., Musayev Z.S., Bağırov S.U., Mahmudov T.M. Hidrotexniki qurğular. Bakı – 1996, 424 s.
2. İsmayılov F.M. “Hidrotexniki avadanlıqlar və limanlar” Bakı, “Təhsil” NPM, 2008, 116 s.
3. İsmayılov F.M., İsmayılov F.F. Azərbaycanda meliorasiya və su təsərrüfatı tikintiləri. Bakı: “Təhsil” NPM, 2009, 560 s.
4. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., İsmayılov F.M., Zərbəliyev M.S., Daşdəmirov X.Y. Hidravlika. Bakı, “Çaşıoğlu” nəşriyyatı, 2010, 210 s.
5. Məmmədov K.M., Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: “Təhsil” NPM, 2006, 406 s.
6. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Mahmudov T.M., İsmayılov F.M., Zərbəliyev M.S. Hidrotexniki qurğular (III nəşr). Bakı: “Təhsil” NPM, 2009, 684 s.
7. Musayev Z.S., Cəfərova N.S., Mürsəlov A.Ə., Əliyev A.Ə. Mövcud səthi sutullayan qurğular və onların konstruksiyaları. // “ST və MKS” fakültəsinin elmi əsərlər toplusu, №6, Bakı, Elm, 2002, 13-20.
8. Абдурагимов Р.А. Исследование вопросов гидравлики уплотнения глубинных затворов гидротехнических сооружений. Магистерская диссертация. Баку -2003, 103 с.
9. Волков И.М. и др. Гидротехнические сооружения. Москва, «Колос», 1968.
10. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений. Справочное пособие. Москва, «Энергоатомиздат», 1988,624 с.
11. Гидротехнических сооружения. Справочное проектировщика / Под ред. В.П. Недригин. 544 с. М., Стройиздат, 1983.
12. Гидротехнических сооружения. / под ред. Н.П. Розанова. М: Стройиздат, 1978, 648 с.

13. Гидротехнические расчеты туннельных и трубчатых водосбросов. Рекомендации для проектирования / Под редакцией Ф.Г. Гунько. Л. Энергия, 1974.
14. Гидравлика высоконапорных водосбросных сооружений. // Тр. Координационных совещаний гидротехнике / ВНИИГ, 1975.
15. Замарин Е.А., Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. Москва: «Колос» 1965, 624 с.
16. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям / Под ред В.С. Лапщенкова. Москва – 1989, 448 с.
17. Лысенко П.Е. Гидродинамические нагрузки на затворы и облицовке. Москва 1978, с. 56-64.
18. Мануилов В.Л. Решение уравнений неустановившегося движения воды в непризматических руслах по методу М.А. Бухтеева // Изд. ВНИИГ, Москва-1974, Т 104, с. 85-89.
19. Рекомендации по гидравлическому расчету водопропускных трактов безнапорных водосбросов на аэрацию и волнообразование / ВНИИГ, Москва – 1978.
20. Розанов Н.П. Вопросы проектирования водопропускных сооружений, работающих в условиях вакуума и при больших скоростях потока. Москва – Ленинград: Госэнергоиздат. 1959.
21. Розанов П.Н. Гидравлические расчеты водопропускных труб / МГМИ. Москва – 1979.
22. Слисский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. М. Энергоатомиздат, 1986.
23. İsmayılov F.M., Süleymanov X.N. Şəmkiçay su anbarı bəndinin yeni metodika ilə sızmaya hesablanması və aşağı yamacının dayanıqlığa yoxlanılması // "Ekologiya və su təsərrüfatı" Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, Bakı-2016, №4 (60), s.63-67.
24. İsmayılov F.M., Süleymanov X.N. Şəmkiçay su anbarının dərinlik suburaxıcısının bağlayıcı kamerasında aerasiyalı axının hesablanması

metodikası //”Ekologiya və su təsərrüfatı” Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, Bakı-2016, №4 (60), s.67-71.