

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ

Əlyazma hüququnda

Şirinova Nigar Elçin qızı

**“XUDAFƏRİN SU ANBARININ DAYANIQLIĞA
HESABLAMNA METODİKASI VƏ ONUN EKOLOJİ
MÜHİTƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI” mövzusunda**

MAGİSTR DİSSERTASİYASI

060649 – “Ekologiya mühəndisliyi”

Elmi rəhbər: t.e.n.

dosent Musayev Z.S.

BAKİ – 2017

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	2
--------------------	----------

FƏSİL I. XUDAFƏRİN SU ANBARININ TİKİLDİYİ ƏRAZİNİN MÖVCUD XARAKTERİSTİKASININ ARAŞDIRILMASI

1.1 Araz çayının hövzəsi və çayın su ehtiyatından istifadə olunması.....	7
1.2 Araz çayı üzərində Xudafərin su anbarının yerləşdiyi ərazinin mövcud vəziyyəti.....	8
1.3.Xudafərin su anbarı, bəndin konstruksiyası.....	14

FƏSİL II. XUDAFƏRİN BƏNDİNİN SIZMAYA VƏ DAYANIQLIĞA HESABLANMASININ TƏHLİLİ

2.1. Torpaq bəndlərdə yeni drenaj konstruksiyası.....	17
2.2. Xudafərin bəndinin sızmaya hesablama metodikası.....	38
2.3. Xudafərin bəndinin aşağı yamacının seysmiki və statiki dayanıqlığa hesablanması tahlili	51

FƏSİL III. SU ANBARININ DAYANIQLI VƏ NORMAL İŞ REJİMİNİ TƏMİN EDƏN SUTULLAYAN QURĞULARIN MÜASİR VƏZİYYƏTİ VƏ TƏTBİQİ

3.1 Sutullayan qurğular və onların təsnifatı.....	57
3.2. Sutullayan qurğunun tipinin seçilməsi.....	68
3.3. Sutullayan qurğunun hidravliki hesabı.....	68
ƏSAS NƏTİCƏLƏR.....	72
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT.....	73

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Qeyd etmək lazımdır ki, ölkəmizdə yerinə yetirilən geniş quruculuq işlərinin gedişi prosesində kənd təsərrüfatının, energetikanın, əhali və sənayenin su təchizatının, balıqçılıq, eləcə də digər sahələrin suya artan təlabatının ödənilməsi ön plana çəkilir. Göstərilən qlobal məsələlərin həllini elmi-texniki proqresin bazasına əsaslanaraq, ictimai-iqtisadi həyatımızın sürətli inkişafına nail olmaqla təmin etmək olar. Bununla bərabər, mövcud hidrotexniki qurğuların təkmilləşdirilməsi, eləcə də oxşar belə qurğuların yenidən layihələndirilməsində ətraf mühitin ekoloji durumunun qorunmasına əsaslı yer verilməlidir.

Yuxarıda göstərilənlərlə bağlı Respublikamızın ərazisindən keçən Kür, Araz və başqa çayların üzərində Xudafərin, Qız-qalası və Kirzən su anbarı hidroqovşaqları tikilmiş, Bəhrəmtəpə və Varvara hidroqovşaqlarının təkmilləşdirilib yenidən qurulmuş, Samur, Abşeron və Xanarx kanalları genişləndirilib təkmilləşdirilmiş, Taxta körpü su anbarı tikilmiş, Yuxarı Muğan kollektorunun yenidən qurulmuş, Bakı şəhərinin su təchizatını yaxşılaşdırmaq məqsədilə Oğuz-Qəbələ su kəməri çəkilmiş və çoxlu sayda kiçik hidroelektrik stansiyalarında yaradılması nəzərdə tutulur. Bundan başqa, yaxın gələcəkdə Respublikamızda irixirdalı və müxtəlif xarakterli su təsərrüfatı obyektlərinin mövcud konstruksiyalarının təkmilləşdirilməsi və onların yeni optimal konstruksiyalarının işlənilib hazırlanması tələb olunur.

Ölkəmizin ərazisində xeyli sayda çaylar mövcuddur və onların sayı 8000-dən çoxdur. Bu çayların axınları bir qayda olaraq il boyu qeyri-bərabər paylanır. Ona görə də, onların axınlarının irriqasiya, energetika və başqa məqsədlər üçün istifadə olunmasında həmin axınların nizamlanması tələb olunur. Çayların axınlarının göstərilən məqsədlər üçün mənimsənilməsi və yaxud onların axınlarının nizamlanması xüsusi su anbarı hidroqovşaqlarının yaradılması vasitəsilə təmin olunur. Digər tərəfdən, əksər çayların üzərində və yaxud onların məcrasına yaxın ərazidə su anbarlarının yaradılması üçün tələb olunan həcmdə

qapalı relyef çökəklikləri olmur. Çox hallarda məcradaxili və yaxud kənar mövcud olan qapalı relyef çökəkliklərinin suyuğar həcmələri məhdud olduğundan onların su anbarı kimi istifadə olunması məqsədəuyğun sayılmır. Göstərilənlərə baxmayaraq, bir sıra hallarda su anbarı hidroqovşağının tikilməsi texniki-iqtisadi göstəricilər baxımından əsasən səmərəli olurlar.

Su anbarı yaratmaq üçün tətbiq olunan qrun materialları olan bəndlər xüsusi yer tutur. Qrun materiallardan bəndlərin konstruksiyası baxımından sadə olması, ən ucuz yerli inşaat materiallardan hazırlanması, istənilən iqlim şəraitində və istənilən inşaat hündürlüyündə tikintisinin mümkün olması, seysmiki təsirlərə, digər səviyyəqaldıran qurğularla müqayisədə daha yaxşı müqavimət texnoloji proseslərin mexanikləşdirilməsi onların mühəndis təcrübəsində geniş tətbiq olunmasına səbəb olmuşdur.

Əlbəttə, torpaq bəndlərin məsaməli mühitə malik olması yaradılan basqı təsiri altında su anbarında toplanan su ehtiyatlarının bir hissəsinin bəndin gövdəsindən, bünövrəsindən sızma nəticəsində itkiyə uğramasına səbəb olur. Sızma prosesi bəndin gövdə və bünövrə qrunlarının fiziki- mexaniki xassələrinin pisləşməsinə səbəb olmaqla bəndin ümumi dayanıqlığına mənfi təsir göstərir. Ona görə də bəndin gövdə və bünövrəsində baş verən sızma prosesini nizamlamaq, depresiya əyrisinin səviyyəsini aşağı salmaq, mexaniki və kimyəvi suffoziya proseslərinin inkişafını azaltmaq məqsədi ilə sızmaya qarşı qrun materiallardan bəndlərdə xüsusi konstruksiyalar tətbiq olunur (ilişkənli qrunlardan ekranlar, ponurlar, özbəklər, sərt dəmir - beton diafraqmalar, şpunt çəpərləri, sement divarlar, dişlər və s.).

Statistika göstərir ki, qrun materiallardan bəndlərin qəzaya uğramasının 50% - dən çoxu sızma prosesi və onun düzgün qiymətləndirilməməsi nəticəsində baş verir. Bunları nəzərə alaraq müxtəlif tipli və konstruksiyalı qrun materiallardan bəndlərin sızmaya hesablanması mövcud üsullarının tədqiq edilməsi və prinsipcə yeni hesablama metodikalarının işlənməsi, eləcə də bəndlərin statiki və seysmiki dayanıqlığa hesablanması üsullarının tədqiqi hər vaxt aktualdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, su anbarı hidroqovşaqlarının tikilməsi olduqca ağır olub, müxtəlif xarakterli çoxlu təsərrüfat məsələlərinin həll olunmasını, eləcə də böyük vəsait sərfələri tələb edir. Burada çayların müxtəlif təminatlı daşqın axınlarını təhlükəsiz olaraq hidroqovşağın stvorundan keçirmək üçün nəzərdə tutulmuş sutullayan qurğu su anbarı hidroqovşağı kompanovkası elementlərinin əsasını təşkil edir. Su təsərrüfatı praktikası göstərir ki, hidroqovşağın tikintisinin intensiv aparılması və onun iş rejiminin təmin olunması bilavasitə sutullayanın etibarlı işləməsindən aslıdır. Su anbarının tikintisinin gedişində sutullayan qurğuların quraşdırılmasına daha çox vəsait tələb olunur və bir sıra hallarda belə qurğuların dəyəri hidroqovşağın tikintisinin ümumi dəyərinin 30 %-nə çata bilər. Bununla bağlı olaraq, sutullayan konstruksiyalarının işlənilib hazırlanmasına, onların layihələndirilib tikilməsi, istismarının bir çox məsələlərinin, o cümlədən onların ayrı-ayrı konstruksiyası elementlərinin dəqiqləşdirilməsi tələb olunur. Sadalanan məsələlərin araşdırılıb müəyyənləşdirilməsi üçün sutullayan qurğuların konstruksiyası və iş rejimlərinin hər dəfə eksperimental tədqiqatlarla öyrənilib yoxlanılması lazım gəlir. Belə hidravliki model tədqiqatları su anbarı hidroqovşağının sutullayan qurğunun mövcud konstruksiyalarının işlənilib hazırlanmasına gətirib çıxara bilər. Bundan başqa, oxşar eksperimental tədqiqatların nəticəsində sutullayanın kompanovkası sxemi və onun konstruksiyası elementləri dəqiqləşdirilir, eləcə də hidravliki parametrləri və istismar prosesinin göstəriciləri proqnozlaşdırılıb müəyyənləşdirilir.

Hazırda su anbarı hidroqovşaqlarının səthi sutullayanlarının və onların suqəbuledici baş qurğularının çox müxtəlif konstruksiyaları işlənilib hazırlanmışdır. Bunların içərisində ən çox yayılmış xəndəkli sutullayanlarıdır və onların baş suqəbuledici qurğuları bir və yaxud bir neçə tərəfdən qidalanan novlardan ibarət düzəldilir. Sutullayanların xəndəkli suqəbuledici baş qurğuları digər oxşar qurğularla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir. Bunlar su anbarından daşqın axınının sərbəst olaraq avtomatik atılmasında fəlakət daşqın səviyyəsinin kiçik olması, bəndin ümumi hündürlüyünün azalması, qurğunun torpaq bəndin gövdəsindən kənarında yerləşdirilib, böyük daşqın axınlarının hidroqovşağın

yanından aşağı byefə ötürülməsinin mümkünlüyünün təmin olunması ilə izah olunur. Bununla bərabər, səthi sutullayanın bir və yaxud iki tərəfdən qidalanan mövcüd xəndəkli baş suqəbuledicisinin suburaxma qabiliyyəti az və burada suaşırının frontu böyük olduğundan su anbarının sahilyanı hissəsində xəndəyin yerləşməsi uzunluğu artır. Nəticədə mövcüd xəndəkli baş qurğunun konstruksiyası su anbarı hidroqovşağının elementləri kompanovkasının yığcam olmasına imkan vermir, onun tikilməsi üçün tələb olunan iş həcmi və bununla əlaqədar olaraq maliyyə təlabatı çoxalır.

Yuxarıda göstərilənlərdən aydınlaşır ki, səthi sutullayanların xəndəkli suqəbuledici baş qurğularının mövcud konstruksiyalarının təkmilləşdirilməsi, onların yeni konstruksiyalarının işlənilib hazırlanması, belə qurğuların suburaxma qabiliyyətinin artırılması və hidroqovşağın elementlərinin kompanovkası daxilində yığcam yerləşdirilməsinin təmin edilməsilə bərabər, hidravliki iş rejimlərinin yaxşılaşdırılması məqsədilə yerinə yetirilən tədqiqatlar aktual olub, elmi praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, Araz çayı üzərində Xudafərin su anbarı hidroqovşağının tikilməsilə bağlı onun səthi sutullayanının geniş miqyasda eksperimental tədqiqatları yerinə yetirilmişdir. Bu tədqiqatların nəticəsində həmin obyektin sutullayanının su anbarından birtərəfli qidalanan mövcud konstruksiyalı oxşar suqəbuledici baş qurğu işlənilib hazırlanmışdır. Sutullayanın xəndək və onun daxilində əlavə yerləşdirilmiş şaxtadan ibarət təklif edilmiş yeni konstruksiyalı baş qurğusu yüksək suburaxma qabiliyyətinə malik olub, sadə konstruksiyası və olduqca yığcam kompanovkası ilə səciyyəvidir, onun uzunluğu mövcud xəndəkdən bir neçə dəfə qısadır. Daxilində əlavə şaxta yerləşdirilmiş xəndəkli baş qurğunun çoxsaylı hidravliki tədqiqatları aparılmış, layihələndirilməsi işlənilib hazırlanmışdır. Lakin təklif olunmuş daxili şaxtalı xəndəyin hidravliki hesabatını mövcud şaxtalar üçün verilmiş çox saylı metodlar və düsturlarla aparılmasında qənaətbəxş nəticələr alınmır. Yuxarıda qaldırılan və digər məsələlər dissertasiyasında tədqiqat olunub hərtərəfli öyrənilmişdir.

Dissertasiya işinin məqsədi su anbarlı hidroqovşağın səthi sutullayanının müasir hesabi mexaniki modellər əsasında deformasiyaya hesablanma üsullarının işlənməsi günün ən aktual məsələlərindəndir.

Tədqiqatın predmeti və obyektı. Tədqiqatın obyektı su anbarı hidrodüyünündə onun dayanıqlığını təmin edən torpaq bənd və şaxtavari sutullayan qurğunun hidravliki sutullayan qurğuların konstruksiyalarının ən etibarlı hesablama üsullarının işlənməsidir.

Dissertasiya işinin aprobasiyası. Dissertasiyanın əsas məzmunu və alınmış nəticələri Tələbə və magistrantların XXXIX konfransında (Bakı 2017) və “Ekologiya və su təsərrüfatı” Elmi-texniki və istehsalat jurnalında çap olunmuş 2 elmi məqalədə öz əksini tapmışdır.

Disertasiya işində elmi yeniliklər. Torpaq bəndin və sutullayan qurğunun yeni konstruksiyasının Xudafərin su anbarını tətbiq edilməsidir.

İşin strukturu və həcmi. Təqdim olunmuş dissertasiya işi girişdən, üç fəsildən, əsas nəticədən və istifadə olunmuş 19 ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işi 74 səh. komputer çap vərəqi həcmində olmaqla 29 şəkil və 9 cədvəllərlə illüstrasiya olunmuşdur.

FƏSİL I. XUDAFƏRİN SU ANBARININ TİKİLDİYİ ƏRAZİNİN MÖVCUD XARAKTERİSTİKASININ ARAŞDIRILMASI

1.1 Araz çayının hövzəsi və çayın su ehtiyatından istifadə olunması

Araz çay ətrafında olan Türkiyə, İran İslam Respublikası, Azərbaycan və Ermənistan dövlətlərinə məxsus quru subtropik zonada yerləşdiyi üçün kənd təsərrüfat bitkiləri intensiv suvarma tələb edir.

1970-cı ildə aparılmış statistikaya məlumatlarına görə burada 700 min hektar sahə suvarılmalıdır. Çayın təbii suvarma qabiliyyəti son həddə çatıb. Suvarma yalnız "Araz" su qovşağı nəzdində işçi həcmi $1150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ olan su anbarının köməyi ilə yerinə yetirilir. Odur ki, çayın axını mütləq nizamlanmalıdır. Xudafərin hidrodüyünü kompleks məqsəd daşısa da əsas məqsəd k/t bitkilərinin suvarılmasıdır.

Energetika, balıqçılıq təsərrüfatı daşqınla mübarizə ikinci planda olub, əsas yeri suvarma su təsərrüfatı tutur. Xudafərin hidrodüyünün əsas vəzifəsi əkin sahələrini suvarmaq və suyun enerjisindən elektrik enerjisi istehsal etməkdir. Azərbaycan Dövlət STL-ə institutunun məlumatına görə 1975-ci ildən 2000-ci ilə qədər Araz çayı hövzəsində suvarılacaq sahələrin artması Ermənistan Respublikasında 258,3 min hektardan 559 min hektara, Azərbaycan Respublikasında 35 mindən 155 min hektara, İran İR-də 45 mindən 123 min hektara qədər artmalıdır. Bu artım hövzə üzrə 615,3 min hektardan 1427 min hektara qədər olmalıdır.

Su təsərrüfat hesablamalarını əsasən suvarılan torpaqlar, suvarma rejimi və su tələbatı haqqında olan məlumatlar təşkil edir. Bu məlumatlar "Azərdövsutəslayihə" institutunun "Kür çay hövzəsinin su ehtiyatlarından kompleks istifadə və mühafizə sxemi" və "Xudafərin hidrodüyünün texniki layihəsini əsaslandırmaq üçün Araz çayı hövzəsində irriqasiyanın su tələbatının təyin olunması" sxemindən götürülmüşdür.

Cədvəl 1.

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Nizamlanmış hidromodul qrafikinın ordinatı, 1/san. ha	-	-	0,056	0,131	0,240	0,406	0,659	0,510	0,402	0,097	0,156	-

Əsas kənd təsərrüfatı bitkiləri və onların tarlada %-lə tərkibi aşağıdakı kimidir: payızlıq buğda (25,88%), köhnə yonca (22,30%), silos üçün qarğıdalı (12,63%), kökü yem bitkilər (5,25%), yaşıl yem üçün qarğıdalı (1,26%), cavan yonca (11,8%). Hidromodul qrafiki 12004 hektar sahə üçün tərtib olunub. Suvarma sistemlərinin faydalı iş əmsalı Azərbaycan Respublikası üzrə 81,5 %, Türkiyə üzrə 81,5%, İran üzrə 100 % təşkil edir. Orta hesabla sistemin faydalı iş əmsalı $\eta=87\%$ qəbul etmək olar ($\eta=0,87$).

1.2 Araz çayı üzərində Xudafərin su anbarının yerləşdiyi ərazinin mövcud vəziyyəti

Xudafərin su anbarının tikildiyi ərazinin iqlim-coğrafi və relyef şəraitindən asılı olaraq iqlimi çox müxtəlifdir. Bu ərazilərdə 6 iqlim şəraiti müşahidə olunur. Bu şərait subtropik iqlimdən dağlıq- alp növünə qədər dəyişir. Orta rejim temperatur $-2,7^{\circ}\text{C}$ qədər dəyişir. Ən yüksək orta aylıq temperatur iyul-avqust aylarında dəniz səviyyəsindən 2000 m yüksəklikdə 14°C -dən 19°C -dən $24-28^{\circ}\text{C}$ -yə qədər dəyişir. Mütləq maksimum temperatur 44°C -yə qalxır. Orta aylıq minimum temperatur yanvar ayında $-12,7^{\circ}\text{C}$ -dən(Şurabad HMS) $+18^{\circ}\text{C}$ -dək (Sabirabad) dəyişir. Mütləq minimum temperatur -18°C -dən (Cəbrayıl) -46°C -dək qədər(Şurabad) dəyişir. Araz çayının su anbarı tikiləcəyi ərazidə iqlim isti və quru olur. Yay isti, qış isə mülayimdir. Bu ərazidə havanın orta illik temperatur $12,7^{\circ}\text{C}$ -dən $14,4^{\circ}\text{C}$ -yə qədər dəyişir. İyul-avqust aylarında orta aylıq temperatur 26°C , mütləq maksimum temperatur 41°C -ə çatır. Ən soyuq aylar yanvar, fevral aylarıdır.

Orta aylıq temperatur $+1^{\circ}\text{C}$, mütləq minimum -21°C -dək olur. Yağmurun miqdarı bir qayda olaraq dəniz səviyyəsindən yuxarı qalxdıqca dəyişir. Aran hissədə 250-350 mm olduğu halda dağlıq hissədə 600-900 mm olur. Yağmur İran İslam Respublikası ərazisində daha azdır. Zəngumar çayı hövzəsində illik yağmur 381 mm Araz vadisində 194 mm, Qotur çayda 174 mm-dən 344 mm-ə qədər dəyişir. Qarasu çayı hövzəsində orta illik yağmur 132-326 mm intervalında dəyişir. Su anbarı ərazisində yağmurun orta illik miqdarı 418-486 mm, səhra rayonlarında və Kür - Araz ovalığında 243-312 mm təşkil edir. Bu ərazilərdə orta illik yağmur 428 mm təşkil edir. Güclü küləyin istiqaməti şimal-şərq və şimal-qərb istiqamətində olur. Cəbrayıl meteoroloji stansiyasından alınan məlumatlara görə küləyin maksimum sürəti 40 m/san-yə çatır. Güclü küləklər əsasən qışda olur. Güclü küləkli günlərin sayı il ərzində 27 gün olur. Hesablamalarda 2% təminatlı küləyin sürəti qəbul edilmişdir. Bu təminatlı sürət qərb istiqamətində 20, şimali-qərb istiqamətində 23 m/san təşkil edir, 5% təminatlı sürət isə istiqamətlər üzrə uyğun olaraq 14 və 15 m/san olur. Bu ərazilərdə su səthindən il ərzində buxarlanma 1260 mm olur. Bu hesabla su anbarından buxarlanmanın miqdarı 875 mm gözlənilir. Orta aylıq və orta illik nəmlik 43-72% olduğu halda yayda bu rəqəm 24-62% olur.

Araz çayının hövzəsi Kiçik Qafqaz sıra rayonlarının cənub hissəsinin İran düzənliyi ilə qonşuluqda yerləşir. Hövzənin relyefi çox mürəkkəbdir. Araz çayının mənbəyi Türkiyə ölkəsindən 3650m yüksəklikdə dağlardan başlayır. Öz uzunluğuna görə Qafqazda Kürdən sonra ikinci yeri tutur. Araz çayının ümumi uzunluğu 1072 km, su hövzəsinin sahəsi isə 102 min km^2 təşkil edir. Hövzənin 34%-i Azərbaycanla Ermənistanın ərazisində, 25%-i Türkiyə, 41%-i isə İran ərazisində yerləşir.

Araz çayının axımı qar, yağış, qrunt və bulaq suları hesabına formalaşır. Qarın əriməsi və daşqınlar mart ayında başlayır. Ən çox yağıntı yazda (mayda) olur. Çayda suyun azalması iyunun əvvəlindən başlayaraq iyulun sonuna qədər davam edir. Ən az su iyul-avqust aylarında olur. Araz çayının sərfi 1926-cı ildən 1985- ci ilə qədər ölçülmüşdür. Bu ölçmələrin nəticələri müxtəlif intervallar (illər)

üçün öyrənilmiş, ən etibarlı nəticə verən ölçmələr 1941-ci ildən 1967-ci ilə qədər olanlardır.

Araz çayının maksimum sərfələri müntəzəm olaraq ölçülməmişdir. Qaradonlu stvorunda $240\text{m}^3/\text{san}$ -dən (1961-ci il) $1700\text{ m}^3/\text{san}$ -yə (1968-ci il) dəyişmişdir. 1969-cu ildə fəvqəladə maksimum sərf müşahidə olunmuşdur. Onun qiyməti $2700\text{ m}^3/\text{san}$ olub, bu sərf 120 ildə bir dəfə müşahidə olunmuşdur. Hesablamalara görə bu sərf 0,8% təminatlı maksimum sərfdir. Müntəzəm ölçü məlumatları olmadığı üçün Araz çayının maksimum sərfələri mövcud ölçü məlumatlarına və korrelyasiya üsuluna görə təyin olunmuş məlumatlar cədvəl 2-də verilir.

Cədvəl 2.

$$Q_{op}=771\text{m}^3/\text{san}; C_v=0,42; C_s=4C_v$$

Göstəricilər	Araz hidrodüyünündə		Yan axımlar		Xudafərin hidrodüyünü	
	Ani	Orta-sutkalıq	Ani	Orta-sutkalıq	Ani	Orta-sutkalıq
$Q_0, 0,01\%, \text{m}^3/\text{san}$	3650	3560	-	1190	4120	4040
	4070	3970	-	1310	4570	4480
$Q_0, 0,1\%, \text{m}^3/\text{san}$	2670	2610	-	928	3140	3080
$Q_0, 0,5\%, \text{m}^3/\text{san}$	2090	2040	-	766	2550	2500
$Q_0, 1,0\%, \text{m}^3/\text{san}$	1870	1820	-	701	2310	2260
$Q_0, 5\%, \text{m}^3/\text{san}$	1380	1350	-	544	1750	1720
$Q_0, 10\%, \text{m}^3/\text{san}$	1180	1150	-	477	1520	1490

Araz çayının suyu çox vaxt yüksək minerallığa ($500-800\text{mq/l}$) malik olur. Ancaq yaz daşqını zamanı onun minerallığı $300-400\text{ mq/l}$ -ə qədər azalır. İonun tərkibinə görə hidrokarbonat sinfinin natrium və kalium sinfinə aiddir. Kalium və maqneziumun miqdarına görə çayın suyu zəif ağır və ağırdır ($4,5-7,14\text{ mq/ekv}$).

Mövcud normalara görə Araz çayının suyu betona qarşı aqressiv deyil. Suyun orta illik temperaturu Xudafərin stvorunda $12,8-14,4^{\circ}\text{C}$ intervalında dəyişir. Yayda orta aylıq temperatur $22,7^{\circ}$, maksimum isə $25,6^{\circ}\text{C}$ olur. Suyun ən aşağı temperaturu yanvar ayında $+1,7^{\circ}\text{C}$ olur. Buzlama yalnız sahili sakit yerlərində

olur. Bənd tikilən svtorda çayın eni 65 metrdən 40 m-ə kimi, dərinliyi isə 3,5 m-dən 5 metrə qədər dəyişir.

Suyun bulanıqlığı. Çayın axını nizamlanmazdan əvvəl (1964-1969-cu illər) Qız Qalası stvorunda suyun bulanıqlığı 78 q/m^3 -dan 2850 q/m^3 intervalında müşahidə olunub. Nizamlandıqdan sonra isə $60,6 \text{ q/m}^3$ -dan 9820 q/m^3 -a qədər müşahidə olunmuşdur. Asılı lillərin sərfi axının nizamlanmadan sonra isə $3,54 \text{ kq/san}$ -dan 2890 kq/san qədər, nizamlanmadan sonra isə 3 kq/san -dən 8640 kq/san -yə qədər dəyişir. Orta illik bulanıqlıq isə uyğun olaraq 520 - 1310 kq/san və 166 - 530 kq/san olmuşdur. Araz çayının suyu əsasən xırda($0,1$ - $0,005 \text{ mm}$) lillərlə zəngindir. Asılı lillərin vəzni orta diametri $0,069 \text{ mm}$ təşkil edir. Dib çöküntülərində daş və iri çınqıl üstünlük təşkil edir. Gil olanların da vəzni artması $62,3 \text{ mm}$ təşkil edir. Lil axımının illik miqdarı cədvəl 3-də verilib.

Cədvəl 3.

Lilin növü	Lilin sərfi, kq/san, mln.ton	Lil axımı	Lilin həcmi, min m^3	Lilin həcm çəkisi, t/m^3
Asılı	458	14,5	14,6	0,99
Dib	59,5	1,88	0,94	1,99
Tam axımın miqdarı	517,5	16,4	15,5	-

Araz çayının Mehri yarğanı ilə Diridağ yüksəkliyi arasındakı hissəsi suvarma və energetika məqsədilə axını nizamlamaq, iri həcmli su anbarı tikmək üçün əlverişlidir. Xudafərin dərəsinin başlanğıcı yüksək torpaq bənd tikmək üçün əlverişlidir. Geologiya nöqteyi-nəzərdən bu ərazi aşağı Arazla yuxarı-dördüncü yaş vulkan çöküntü süxurlarından təşkil olunmuş Qarac sinklinoriyası arasında yerləşir. Pliosenin bünövrəsi qərbdə və cənub- qərbdə xırda və yura yaşlı əhəng, profirint və turogendən təşkil olunub. Şərqdə isə milosen və oligesen gilli-qum çöküntülərindən əmələ gəlib. Cənubi-şərqdə polisen və yuxarı miosen süxurları üzərində iri parçalı olikosen və miosenin süxurları yerləşir.

Maykonun qum-konqlomerant və gil qatları Diridağın yüksəkliyini yaradır. Hansı ki, bunun daxilində Araz çayı Xudafərin dərəsni kəsir. Çayın bu hissəsinin yaranması böyük taktogenin hərəkətilə əlaqədardır. Bu hərəkətlər meotisdə başlayıb və orta dördüncü vaxta kimi davam edir.

Axtarışlar bir neçə stvorda aparılmışdır. Onlar bir- birindən kəskin fərqlənməyiblər. Yalnız III stvor iqtisadi cəhətdən üstünlük təşkil etdiyi üçün bəndi həmin stvorda yerləşdirmək lazım bilinmişdir. Əsasən qurğuların yerləşdiyi ərazilərdə 3 növ yeraltı sular müşahidə olunur: maykon çöküntülərinin çat-plast suları, müasir alluvi məcraaltı sular və qatışıq sular. Yeraltı suların səviyyəsi çayın səviyyəsindən başlayaraq kiçik mailliklə hər iki tərəfə doğru kətdikcə qalxır.

Hesabat seysmiklik balansı köklü saxlanma süxurlar üçün 7, örtük dördüncü çöküntülər və küləklənən (aşınan) süxurlar üçün 8, qalınlığı 5 m olan çökmə süxurlar üçün 9 bal təşkil edir.

Qrunt materiallarının əsas xüsusiyyətləri. Qumlar və qravimetlər sıxılmada müqavimətinə görə zəif və orta möhkəmlidirlər. Skletin orta həcm çəkisi $2,7 \text{ q/sm}^3$, məsaməliyi 7,5%, su udması 3%-dir. Quru nümunələrin sıxılmada müqaviməti 550 kq/sm^2 yumşalma əmsalı 0,74 (kənar hədlərdə 1-0,5). Quru nümunələrin dartılmada müqaviməti 75 kq/sm^2 su ilə doymuş nümunələrinki $10-30 \text{ kq/sm}^2$, yüklənmədə deformasiya modulu 470 q/sm^2 təşkil edir. Qumlar üçün statik modul deformasiyası 70 q/sm^3 suda həll olunan duzlar 1% təşkil edir.

Normal çatlı sahələr üçün sürüşmənin hesablanmasında daxili sürtünmə bucağını 40° , ilişmə əmsalını 3 q/sm^2 götürmək məsləhət görülür.

Sızdırma əmsalı. Sızdırma əmsalı geniş qumsal qruntlar üçün $3 \times 10^{-3} \text{ sm/san}$ təşkil edir. Aerasiya zonasında sızdırma əmsalı 10-20 m/sut çatır. İyirmi metr dəyişməyə qədər orta hesabla xüsusi suhopdurma $0,34 \text{ l/dəq}$; 20-40 m intervalında $0,18 \text{ l/dəq}$ təşkil edir. Yüksək çaylı zonalarda xüsusi su hopdurma orta hesabla 3 l/dəq , bəzən 10 l/dəq qədər olur. Gilli qruntların tərkibində nazik künç təbəqələri intensiv küləklənən zonada gipsin 5%-ə, ayrı-ayrı yerlərdə 10% və daha çox təşkil edir. Gil süxurların tərkibində 10-15 m dərinliyə qədər, suda həll olunan duzlar 2-5%, 25 metrdən aşağı dərinlikdə 1,5-3%-ə (orta hesabla 1%-ə) çatır.

Normal çatlı massivın dayanıqlığını hesablamak üçün daxili sürtünmə bucağı 2 q/sm^3 , çatın eni 20 mm-dən çox olduqda uyğun olaraq 24^0 və $0,5 \text{ kq/sm}^2$ götürmək məsləhət görülür. Statik deformasiya modulundan dinamikə keçdikdə 20 q/sm^2 təşkil edir.

Ərazinin sızdırma əmsalı orta hesabla $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ sm/ san}$, orta xüsusi suopdurma 20 metrə qədər dərinlikdə $0,22 \text{ l/dəq}$, ondan dərində isə $0,06 \text{ l/dəq}$ olur.

Gil mənşəli süxurların (qum-gil) skletinin həcm çəkisi $1,75-1,9 \text{ q/sm}^3$ və ondan az olur. Gilli süxurların(küləklənən zonada) skletinin həcm çəkisi $1,9-2,3 \text{ q/sm}^3$ olur. Çalaların dayanıqlığını yoxlayarkən bu qruntlar üçün həcm çəkisinin orta qiymətini $1,76 \text{ q/m}^3$, yamaclıq əmsalını 22^0 , ilişkənlik əmsalını $0,15 \text{ q/sm}^2$ qəbul etmək olar.

Bəndin özəyi altında olan çınqıldan çöküntülər yüksək sızdırma əmsalına ($K_c = 50 \text{ m/sut}$) malik olduğu üçün sızma əleyhinə tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır. Bu çöküntüləri həvm çəkisi təbii halda $2,2-2,3 \text{ q/sm}^3$, hesabi sürtünmə bucağını 38^0 , deformasiya modulu $0,5 \text{ q/sm}^2$ təşkil edir.

Bəndin özəyinin altında olan intensiv küləkləmə çöküntülərini(gillicə və xırdaş) 3-5 m dərinliyə qədər qazıb götürmək məsləhət görülür. Bəndin dişini isə saxlanan süxura qədər endirmək məsləhət görülür.

Köməkçi və müvəqqəti qurğuların yerləşdiyi ərazilər mühəndis-geologiyası cəhətdən əlverişlidir. Təsərrüfat su təchizatı üçün üç mənbə (Gumlax, Əkərə və Qız qalası) müəyyən olunub. Onların hər üçü istifadə üçün yararlıdır. Bəndin özəyi üçün gilicə nüvə qurulası variant üçün 550 min m^3 , qumsal qruntdan qoyulan özək üçün isə 630 min m^3 qrunnt tələb olunur. Bəndin gövdəsini qurmaq üçün kifayət qədər əlaqəli qruntlar aşkar olunub, onların ümumi ehtiyatı 15 min m^3 təşkil edir. Gillicə qruntların skletinin təbii halda həcm çəkisi $1,53 \text{ q/sm}^3$, orta nəmliyi $12,6\%$ -dir. Onu $13-15\%$ nəmlikdə kipləşdirdikdə skletin həcm çəkisi $1,75-1,85 \text{ q /sm}^3$ olur. Verilən $1,7 \text{ q/sm}^3$, həcmdə çəkiddə sürtünmə bucağı 20^0 ilişkənlik əmsalı $0,2 \text{ kq/sm}^3$, sızdırma əmsalı $5 \cdot 10^{-6} \text{ sm/san}$, deformasiya modulu 120 q/sm^2 olur. Başqa karxanalarda da (cəmi 6 karxana kəşv olunub) bundan az fərqlənir.

Tikintinin xır - daşa olan tələbatı 3150 min m^3 təşkil edir. Bu ərazidə 5 karxana müəyyən olunub, onların ümumi ehtiyatı 9 min m^3 təşkil edir. Onun 8 min m^3 -i yuxarı, qalalı isə (1 min m^3) aşağı beyf tərəfdə yeləşir.

Tuf qum çöküntülərinin sıxılmada müqaviməti $350-650 \text{ q /sm}^3$, yumşalma əmsalı $0,8 - 0,95$ olur. Xudafərin su anbarı hidrodüyününün layihələndirilməsində 1978-80-ci illərdə və ondan qabaqkı illərdə aparılmış mühəndis-axtarış işlərinin məlumatlarından istifadə olunmuşdur.

Çayın sağ sahilli (İran İR) üzrə $1-1,5 \text{ km}$ enində, sol sahilində (Azərbaycan) $1-4 \text{ km}$ enində miqyaslı, relyefin kəsmə yüksəkliyi 5 m olan topoqrafik xəritədən istifadə olunmuşdur. Çayın bütün hissəsində, o cümlədən qurğu yerləşəcək hissədə üfüqi miqyası $1:25000$, şaquli miqyası $1:500$ olan profillərdən, ayrı-ayrı qurğuların, yolların və s. layihələndirilməsi üçün isə müxtəlif dövrlərdə (1971-1980) hazırlanmış iri miqyaslı ($1:5000$, $1:2000$, $1:1000$, $1:500$) topoqrafik plan və profillərdə istifadə olunmuşdur.

1.3.Xudafərin su anbarı, bəndin konstruksiyası

Bəndin oxu üzrə subasar və məcranın eni 120 m , dəniz səviyyəsindən 305 m səviyyədə vadinin eni 350 metr dir. Vadinin meyli $20-30^0$ - dir. Bəndin uzunluğu 305 m , qaş səviyyəsi 309 metr dir. Sağ sahildən birləşən yerin yerin eni $300-400 \text{ m}$, yarı qaya və qayalıq olan yerlərdə əsasın eni $340-350 \text{ m}$ və daha çoxdur.

Sol sahildən çaya tərəf gələn dağlar qaya və yarım qaya süxurlardan ibarətdir. Çayın subasarında və məcrasında az alçalan və yüksək sukeçirən xırdaş çöküntüləri yerləşir. Çöküntü qatının qalınlığı 10 m -ə çatır. Bu təbəqələr ayrı-ayrı yerlərdə gil və gillicələrlə örtülür. Bunların isə qalınlığı $1-2 \text{ metr}$ dən $5-8 \text{ metr}$ ə çatır. Bəzi yerlərdə 12 m olur. Oxşar tərkibli və qalınlıqlı gillicə çöküntülər yamaclarda da inkişaf edib. Qumsal və gillicələr hərdən çox kipləşib, çox zəif su keçirir. Bu çatların yerdəyişməyə müqavimətləri də çox zəifdir.

Yerli materialların tərkibini, ehtiyatını və geoloji şəraitini nəzərə alaraq özəkli torpaq bənd layihələndiririk (şəkil 1) Bənd tökmə üsulu ilə tikilməlidir.

Bəndin əsas en kəşik elementləri və onların ölçüləri cizgiddə verilib. Bəndin mərkəzi özəyi gillicə qruntdan qurulmalıdır. Onun yanlarında isə xırdan qurulmuş yan dayaq prizmaları nəzərdə tutulur.

Bəndin qaşının enini yol məqsədi ilə $b=10\text{m}$ qəbul edirik. Onun yuxarı yamaclıq əmsalını 280m səviyyədə olan bermaya qədər $m=2,75$, bermadan aşağı $m_2=3$ qəbul edirik. Aşağı yamaclıq əmsalını bəndin qaşından 295 m və 280 m səviyyələrlə qədər $m_2=2$, sonuncu bermadan aşağı 258 m səviyyəyə qədər $m_2=2,25$ bundan aşağı arakəsməyə qədər isə $m_2=2,5$ qəbul edirik. Yuxarı yamaclıqda bermanın eninin 10 m , aşağı yamaclıqda yuxarıdan aşağıya doğru birinci bermanın enini 2m , ikinci bermanın enini $b=5\text{m}$, dayaq prizmasının üst enini isə 8m qəbul edirik. Yuxarı byefdə dayaq prizmasının xarici yamaclıq əmsalını $m=2,75$, daxili yamaclıq əmsalını $m=1,5$, aşağı byefdə uyğun olaraq $m=2,5$ və $m=1,5$ qəbul edirik (şəkil.1). Özəyin üst səviyyəsi bəndin qaşından $1,0\text{m}$ aşağıda, yəni $308,0\text{m}$ səviyyədə qurulmalı, onun üst enini $\delta_y=2\text{m}$, yamaclıq əmsalını $304,5\text{m}$ səviyyəyə qədər $2:1$, 236m səviyyəyə qədər isə $5:1$ qəbul edirik, bu halda onun dib eni $\delta_a=34\text{m}$ alınır.

Bəndin gövdəsinin həcm çəkisi $\gamma=1,995\text{ t/m}^3$, bu sıxlıq qruntdun 15% nəmliyində alınır. Bu sıxlıq və nəmlikdə gillicə qruntdun sürüşməyə qarşı daxili sürtünmə bucağı 36° , ilişmə müqaviməti $1,6\text{t/m}^3$, sızdırma əmsalı $4\cdot 10^{-6}\text{ sm/san}$ təşkil edir.

Keçid zonası bəndin en kəşik profilinin 7% -ni təşkil edir. Onun üst eni $2,0\text{m}$, yamaclılığı $304,5\text{m}$ səviyyədə $1,5$, sonrakı yamaclıq əmsalı $5:1$ əsasına kimi genişlənilir. Qalınlığı 3m olan keçid zonası ikiqat filtr şəklində qurulmuşdur. Onun birinci təbəqəsi iriliyi 5mm , ikinci təbəqəsi isə iriliyi 20mm olan qruntdan qurulur. Keçid zonasının layihə sıxlığı $\gamma_{sk}=1,7/\text{m}^3$, buna qruntdun 7% nəmliyində nail ola bilər. "C" ilişmə əmsalı və $4\cdot 10^{-4}\text{ sm/san}$ sızdırma əmsalı ilə xarakterizə olunur.

Xarici prizmaların layihə sıxlığı $\gamma_{sk}=2,15\text{ t/m}^3$ qəbul olunur. Bu qiymətə qruntdun nəmliyi 8% olduqda nail olmaq olur. Bu sıxlıq və nəmlikdə qırağı çınqıl qruntdun sürüşməyə qarşı müqaviməti 38° daxili sürtünmə bucağı, "c" ilişmə əmsalı və $4\cdot 10^{-3}\text{ sm/san}$ sızma əmsalı ilə xarakterizə olunur.

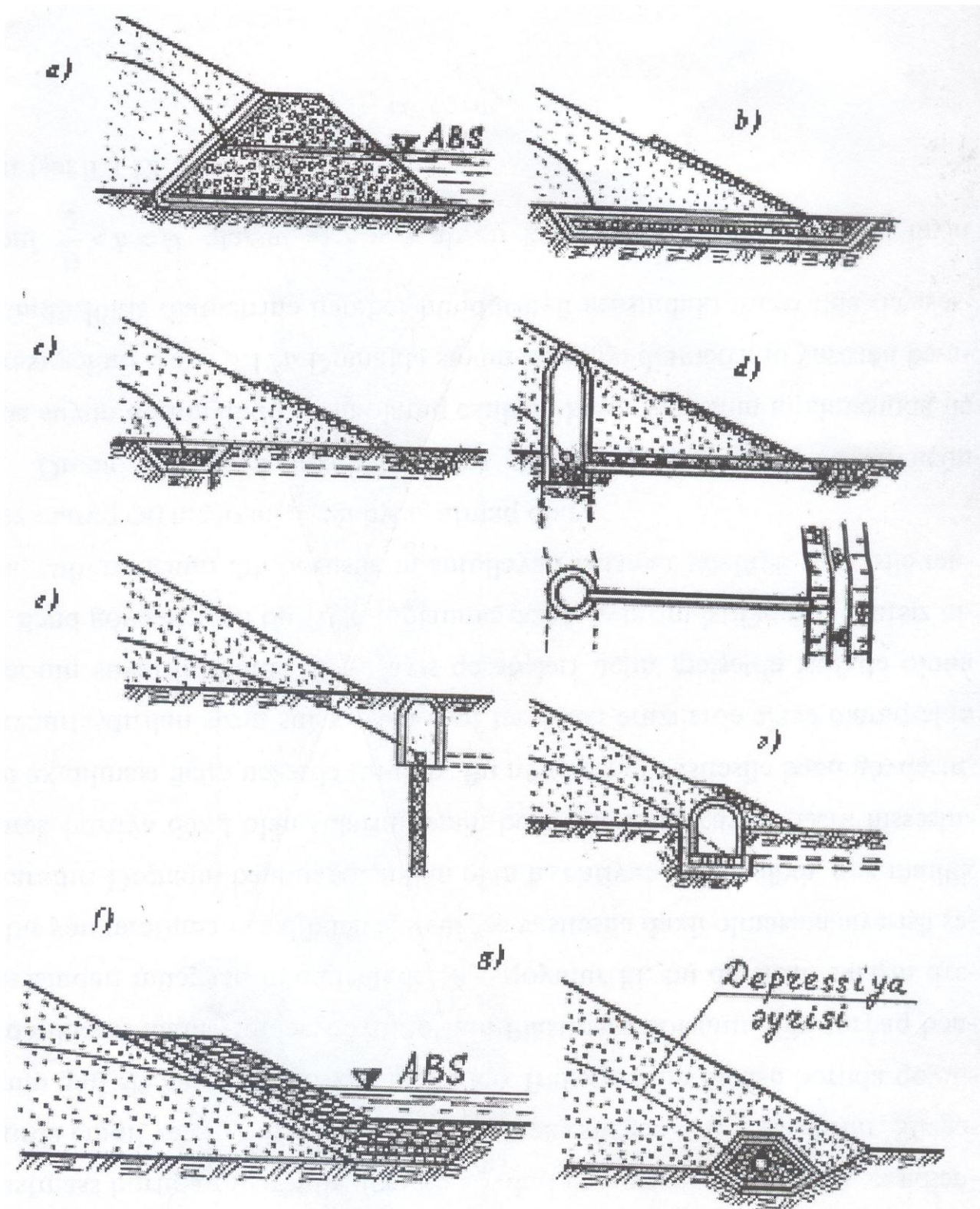
FƏSİL II. XUDAFƏRİN BƏNDİNİN SIZMAYA VƏ DAYANIQLIĞI HESABLANMASININ TƏHLİLİ

2.1. Torpaq bəndlərdə yeni drenaj konstruksiyası

Qrunt materialından tikilən torpaq bəndlərin işçi layihəsində mövcud drenaj konstruksiyaları təkmilləşdirilmiş yeni drenaj konstruksiyaları ilə dəyişdirilməsi nəticəsində tətbiq olunaraq həyata keçirilir. Bir sıra dövlətlərdə yeni əkin sahələrinin suvarılması və əlavə enerji istehsalı məqsədi ilə iri su təsərrüfatı obyektlərinin tikintisinə diqqət xüsusilə artırılmışdır. Bunlara Azərbaycan Respublikası ərazisində Naxçıvan Muxtar Respublikasında tikilən Vayxır, Xaçmaz-Şabran zonasında tikilən Taxtakörpü, Araz çayı üzərində tikilmiş Xudafərin, İran İslam Respublikasında tikilmiş və tikilməkdə olan Nəhənd, Kürkəndi, Vənyar və s. su anbarı hidrodüyünü qurğularını misal göstərmək olar.

Hidrodüyünü təşkil edən şəxs qurğulardan biri də yerli inşaat materiallarından tikilən torpaq bənddir. İndiyədək tikilmiş torpaq bəndlərin mərkəzi gillicə, yaxud gil özəkli növünə daha çox rast gəlinir. Həmin torpaq bəndlərin gövdəsini və əsasını təşkil edən qruntların susuzdırmaya həssaslığını nəzərə alan layihəçilər, sızma sərfini azaltmaq və depressiya əyrisini aşağı salmaq üçün bəndin mərkəzi hissəsində gövdə daxilində suyu zəif sızdıran gilli qruntlardan özək və sızma yolunu bəndin əsasında uzatmaq üçün özəyin altında həmin materialdan trapesvari en kəsikli diş tikilməsinə üstünlük vermişlər. Torpaq bəndin bu növü ilə yanaşı bir çox hidrodüyünlərdə bircinsli və gilli qruntdan ekranlı növü də layihələndirilərək tikilmişdir.

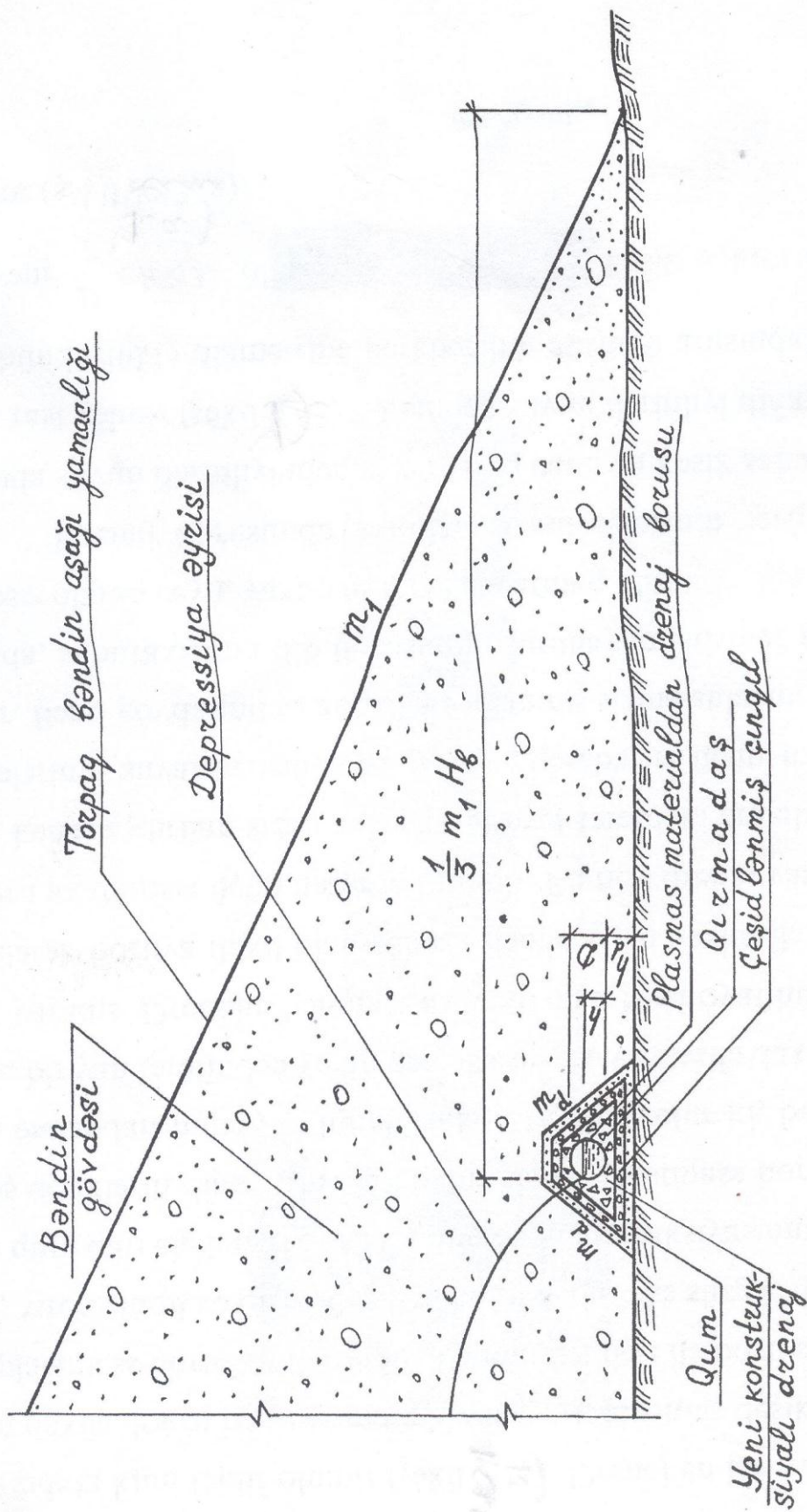
Torpaq bəndlərdə tətbiq edilən mövcud drenajların aşağıdakı konstruksiyaları vardır (şəkil 2) Bu drenaj konstruksiyalarının hər birinin özünəməxsus üstün və çatışmayan cəhətləri mövcuddur. Həmin drenajların tətbiq olunma şəraiti və funksiyaları barədə texniki ədəbiyyatlarda geniş məlumatlar verilmişdir. Drenajların əsas funksiyalarından biri də torpaq bəndin gövdəsindən sızan suların təhlükəsiz xaric olunmasını təmin etməklə bərabər, depressiya



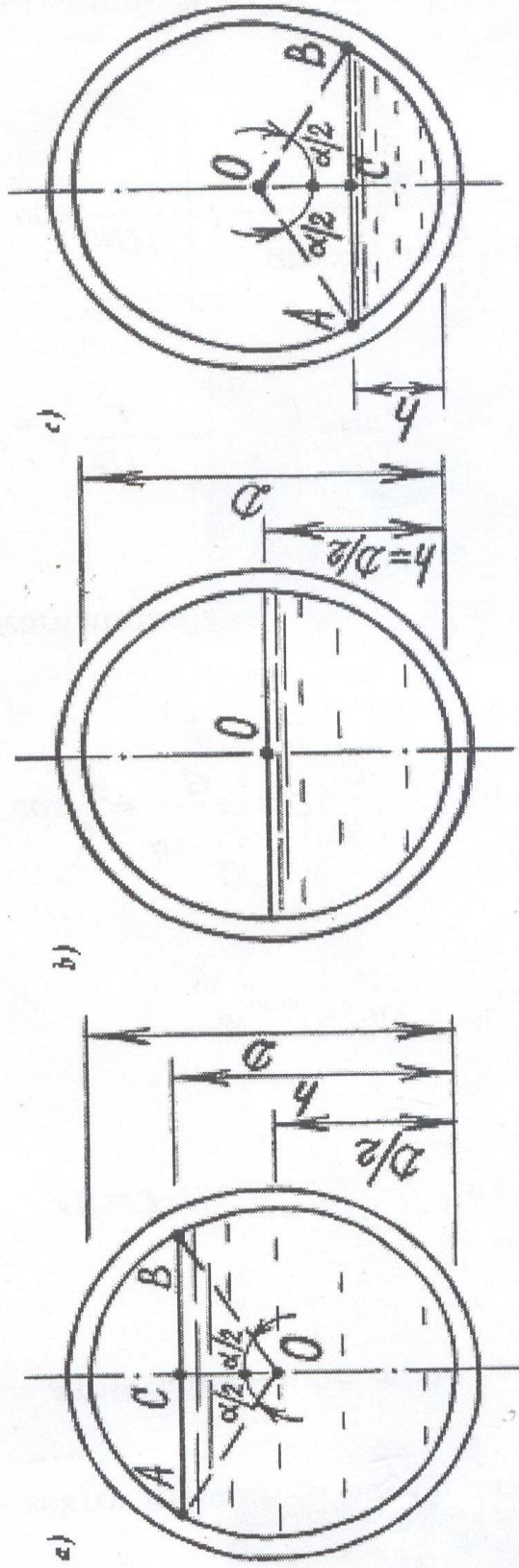
Şəkil 2. Torpaq bəndlərdə tətbiq edilən drenajların mövcud konstruksiyaları.
 a) tökmə daşdan banket drenaj prizması; b) lentvari drenaj; c) bəndin dabanında (əsasında) tətbiq olunan kanalşəkilli (içərisi çınqulla doldurulmuş) drenaj;
 d) baxış quyusu olan asbessement borulu drenaj; e) şaquli qazma quyulu drenaj;
 g) üfüqi kemid drenajı; f) yamaca söykənən təbəqəli drenaj; g) borulu drenaj

əyrisinin bəndin aşağı yamacına yaxın zonalarda aşağı düşməsinə şərait yaratmasıdır. Şəkil 2 -dəki konstruksiyalardan görüldüyü kimi drenajlar sızan suları qəbul etdikdən sonra həmin sular birbaşa, yaxud suaparan borular vasitəsilə istifadə olunmamış vəziyyətdə aşağı byefə ötürülür. Bənd gövdəsindən sızan suların, hidrodüyünün digər qurğuların (sutullayan və suburaxan) vasitəsilə su anbarından buraxılan sulardan daha təmiz və istifadəyə daha yararlı olmasını nəzərə alaraq, sızma sularından müxtəlif məqsədlərlə istifadə olunması üçün drenajların mövcud konstruksiyalarında müəyyən dəyişikliklər apararaq, mühəndisi tədbirlərin görülməsi zərurəti yaranır. Eyni zamanda torpaq bəndin gövdəsi daxilində drenajın təkmilləşdirilmiş yeni konstruksiyasını təklif etməklə, mövcud konstruksiyalarla müqayisədə depressiya əyrisini daha da aşağı salmaq və iqtisadi səmərəlilik əldə etmək mümkün olur.

Sızan suları qəbul edən drenajın təkmilləşdirilmiş yeni konstruksiyası aşağıdakı kimi təklif olunur (şəkil 3). Drenaj en kəsiyi dairəvi dairəvi və ətraflı xaricdən daxilə doğru bərabər məsafələrdə yerləşdirilmiş deşiklərdən təşkil olunmaqla plastmas borudan ibarətdir. Bəndin gövdəsi ilə boru arasında qum, çeşidlənmiş xirda çınqıl və qırmadaşdan ibarət üçqat əks süzgəc qatı yerləşdirilir. Süzgəcin qum qatı elə hazırlanır ki, onun ən kiçik fraksiyasının ölçüsü boruda qoyulmuş deşiklərin diametrindən böyük olsun. Plastmas borunun dibinə torpaq bəndin əsasında müəyyən hündürlükdə (h_d) qoyulur ki, bu da sızan suların drenaja bir yan tərəfindən və dibdən əks süzgəc vasitəsilə daxil olmasına əlverişli şərait yaradır. Drenajın bəndin əsasında olan h_d ehtiyat hündürlüyü, ona maillik verilərək boruya daxil olan suların həmin boru vasitəsilə çayın məcrə hissəsinə doğru axıdılması üçün nəzərdə tutulub. Bu növ drenaj vasitəsilə bənd gövdəsindən kənarlaşdırılan sızan sular aşağı byef tərəfdəki ərazilərdə əlavə olaraq əkin sahələrinin suvarılmasında və yaşayış qəsəbələri üçün məişətdə istifadə oluna bilər. Bənd gövdəsindən bu yolla toplanmış sızma sularını istifadəyə yararsız olduqda, suburaxıcının dib borusunun sutullayan istismar gözlüyü vasitəsilə təhlükəsiz olaraq çaya, yaxud aşağı byefə atmaq olar.



Şəkil 3. Torpaq bəndin gövdəsində tətbiq edilən drenajın təkmilləşdirilmiş konstruksiyası



Şəkil 4. Dairəvi en kəsikli drenaj borusunda axının canlı en kəşik sahəsinin təyin edilmiş sxemləri: a) drenaj borusunda axın yarıdan çox olduqda; b) drenaj borusunda axın yarıya qədər olduqda; c) drenaj borusunda axın yarıdan az olduqda

Drenaj borusunda axıdılan sızma sularının sərfini təyin etmək üçün boruda suyun dərinliyindən asılı olaraq canlı en kəsik sahəsinin tapılmasında üç hala rast gəlinir (şəkil 4). Drenajda suyun dərinliyi diametrinin yarısına bərabər hündürlüklə diametrinə bərabər hündürlüyü arasındakı intervalda dəyişərsə, yəni $\frac{D}{2} < h < D$ olarsa, axının canlı en kəsik sahəsi aşağıdakı kimi təyin olunur (şəkil 4)

$$\omega = \omega_d - \omega_{seq}$$

burada ω_d - dairənin tam sahəsi: $\omega_d = \frac{\pi D^2}{4}$

ω_{seq} - borudan axın keçməyən seqment hissənin sahəsi:

$$\omega_{seq} = \omega_{sek} - \omega_{\Delta AOB}$$

ω_{sek} - sektor hissənin (α bucağı daxilində) sahəsi:

$$\omega_{sek} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{\alpha^0}{360^0}$$

$\omega_{\Delta AOB}$ -AOB üçbucağının sahəsi:

$$\omega_{\Delta AOB} = \frac{1}{2} \left(h - \frac{D}{2} \right) \cdot AB$$

$$AB = 2 \cdot AC = 2 \cdot \sqrt{\frac{D^2}{4} - \left(h - \frac{D}{2} \right)^2} = 2 \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)},$$

$$\omega_{\Delta AOB} = \left(h - \frac{D}{2} \right) \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{h - \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = 2 \cdot \frac{h}{D} - 1; \quad \alpha^0 = 2 \arccos \left(2 \cdot \frac{h}{D} - 1 \right).$$

Bu ifadələri nəzərə almaqla ω_{seq} və ω - nı aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$\omega_{seq} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{\arccos\left(2 \cdot \frac{h}{D} - 1\right)}{180^\circ} - \left(h - \frac{D}{2}\right) \sqrt{h \cdot (D - h)}; \quad (1)$$

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \left[1 - \frac{\arccos\left(2 \cdot \frac{h}{D} - 1\right)}{180^\circ}\right] + \left(h - \frac{D}{2}\right) \sqrt{h \cdot (D - h)}$$

Drenaj borusunda su axını dairə diametrinin yarısına bərabər olan dərinlikdə olduqda $\left(h - \frac{D}{2}\right)$, axının canlı en kəsik sahəsi aşağıdakı düsturla hesablanır (şəkil 4b):

$$\omega = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi D^2}{8} \quad (2)$$

Axının dərinliyi drenaj borusunda $0 < h < \frac{D}{2}$ intervalında dəyişdikdə, birinci hala analogi olaraq canlı en kəsik sahəsini aşağıdakı kimi tapmaq olar (şəkil 4c):

$$\omega = \omega_{seq} = \omega_{sek} - \omega_{\Delta AOB}; \quad \omega_{sek} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{\alpha^0}{360^\circ},$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{h - \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = 1 - 2 \frac{h}{D}, \quad \alpha^0 = 2 \arccos\left(1 - 2 \frac{h}{D}\right),$$

$$\omega_{sek} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{\arccos\left(2 \cdot \frac{h}{D} - 1\right)}{180^\circ}; \quad \omega_{\Delta AOB} = \frac{1}{2} \left(\frac{D}{2} - h\right) \cdot AB,$$

$$AB = 2 \cdot AC = 2 \cdot \sqrt{\frac{D^2}{4} - \left(\frac{D}{2} - h\right)^2} = 2 \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)},$$

$$\omega_{\Delta AOB} = \left(\frac{D}{2} - h\right) \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)} \quad (3)$$

Drenajda axının sürəti xüsusi sızma sərfinə (q) və sızma zonasının eninə (B_s) görə aşağıdakı düsturla tapılır:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{q \cdot B_s}{\omega} \quad (4)$$

Sızma axınının xüsusi sərfi, torpaq bəndin təkmilləşdirilmiş drenaj konstruksiyası ilə sızmaya hesablanması əsasında təyin edilir. Təklif olunan yeni konstruksiyalı drenaj qurğusu istənilən növ torpaq bənddə tətbiq oluna bilər. Belə ki, bircinsli torpaq bəndi ümumi halda sızmaya hesablamaq üçün onun əsasında sukeçirən qatın qalınlığını (T), yeni drenaj qurğusundakı borunun dibinin bəndin əsısından yerləşmə hündürlüyünü (h_d) və boruda sızma axını sularının dərinliyini (h) nəzərə almaqla (şəkil 5), xüsusi sızma sərfini Dyupi düsturu ilə təyin etmək olar:

$$q = k_b \cdot \frac{(H+T)^2 - (h+h_d+T)^2}{2L_{opt}}, \quad (5)$$

burada: k_b - bəndin gövdəsini təşkil edən qrunun sızma əmsalı, [$m/sutka$];

L_{opt} - drenaj borusunun su anbarında stabil səviyyənin (normal boğulmuş səviyyə) εH dərinliyindən optimal yerləşmə məsafəsi olub, aşağıdakı düsturla hesablanması təklif olunur:

$$L_{opt} = m(\varepsilon H + d) + b + \frac{2}{3} m_1 H_b, \quad (6)$$

m , m_1 - torpaq bəndin uyğun olaraq yuxarı və aşağı yamaclarının yamaclıq əmsalları;

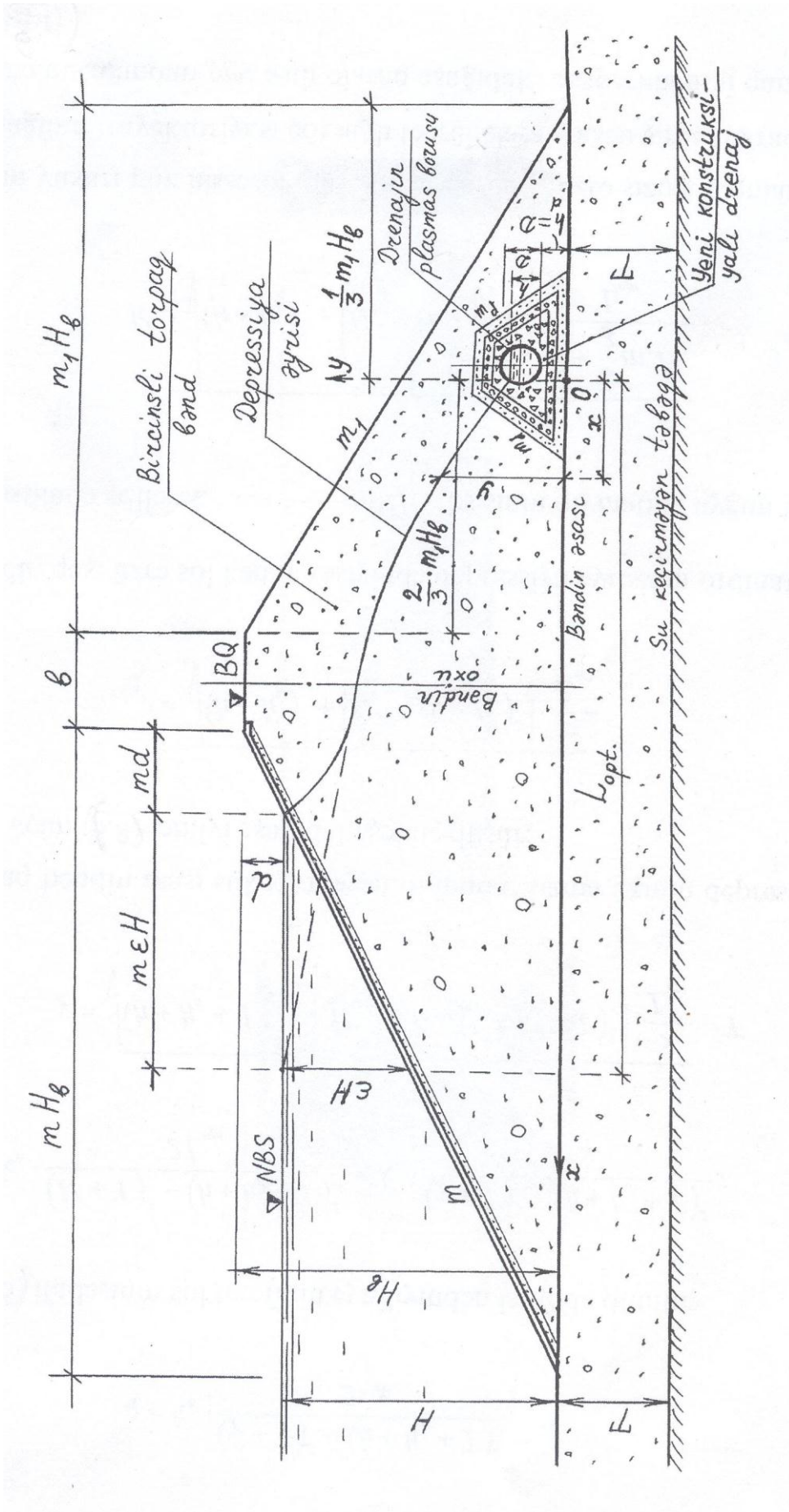
ε - əmsal olub, $\varepsilon=0,4$ qəbul olunur;

H - su anbarının dərinliyi;

H_b - bəndin inşaat hündürlüyü;

d - su anbarında normal boğulmuş səviyyə ilə bəndin qaş səviyyəsi arasındakı ehtiyat hündürlüyü;

b - bəndin qaşı üzrə enidir.



Şakil 5. Yeni drenaj konstruksiyalı bircinsli torpaq bəndin sızmayə hesablanma sxemi

İxtiyari kəsikdə depressiya əyrisinin ordinatını tapmaq üçün

$$q = k_b \cdot \frac{(y+T)^2 - (h+h_d+T)^2}{2 \cdot x} \quad (7)$$

ifadəsi ilə (5) ifadəsinin sol tərəfinin eyniliyindən istifadə olunur:

$$k_b \cdot \frac{(H+T)^2 - (h+h_d+T)^2}{2L_{opt}} = k_b \cdot \frac{(y+T)^2 - (h+h_d+T)^2}{2 \cdot x} ;$$

$$y = \sqrt{(h + h_d + T)^2 + [(H + T)^2 - (h + h_d + T)^2] \cdot \frac{x}{L_{opt}}} - T \quad (8)$$

Bircinsli torpaq bəndin əsası sukeçirməyən olduqda, sızma axının depressiya ərisini qurmaq üçün (8) tənliyi aşağıdakı şəkildə düşür:

$$y = \sqrt{(h + h_d)^2 + [H^2 - (h + h)^2] \cdot \frac{x}{L_{opt}}} \quad (9)$$

Torpaq bəndin qaşığı üzrə sol kənar kəsiyində depressiya əyrisinin ordinatını (9) tənliyindən istifadə edilərək, $x = b + \frac{2}{3} m_l H_b$ absisinin qiymətinə uyğun tapılır:

$$h' = \sqrt{(h + h_d)^2 + [H^2 - (h + h_d)^2] \cdot \frac{b + \frac{2}{3} m_l H_b}{L_{opt}}} \quad (10)$$

Bəndin yuxarı paz hissəsində istənilən dərinlik üzrə sızma axınlarının elementar şırnağının trayektoriyası çoxsaylı təcrübələrə əsasən şırnağın radiusunun (ρ) dəyişilmə bucağından (φ) asılı olaraq aşağıdakı eksperimental qanuna tabe olur (şəkil 6).

$$\rho = \rho_1 e^\varphi = (d + z)e^\varphi \quad (11)$$

φ bucağının $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} - \alpha_l$ dəyişilmə intervalındakı inteqrallama əməliyyatından istifadə edərək, bəndin yuxarı yamacının üfüqi xəttə nəzərən meyl bucağından (α_l) və h' ordinatından asılı olaraq bəndin bu hissəsi üçün aşağıdakı tənlik alınmışdır.

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H-h'}{\sqrt{2}(4,81e^{-\alpha_l-1})} \ln \frac{H+d}{H+d-h'} \quad (12)$$

Baxılan hal üçün bəndin əsası sukeçirməyən olduğundan, $T=0$ olmasını (7) tənliyində nəzərə alsaq:

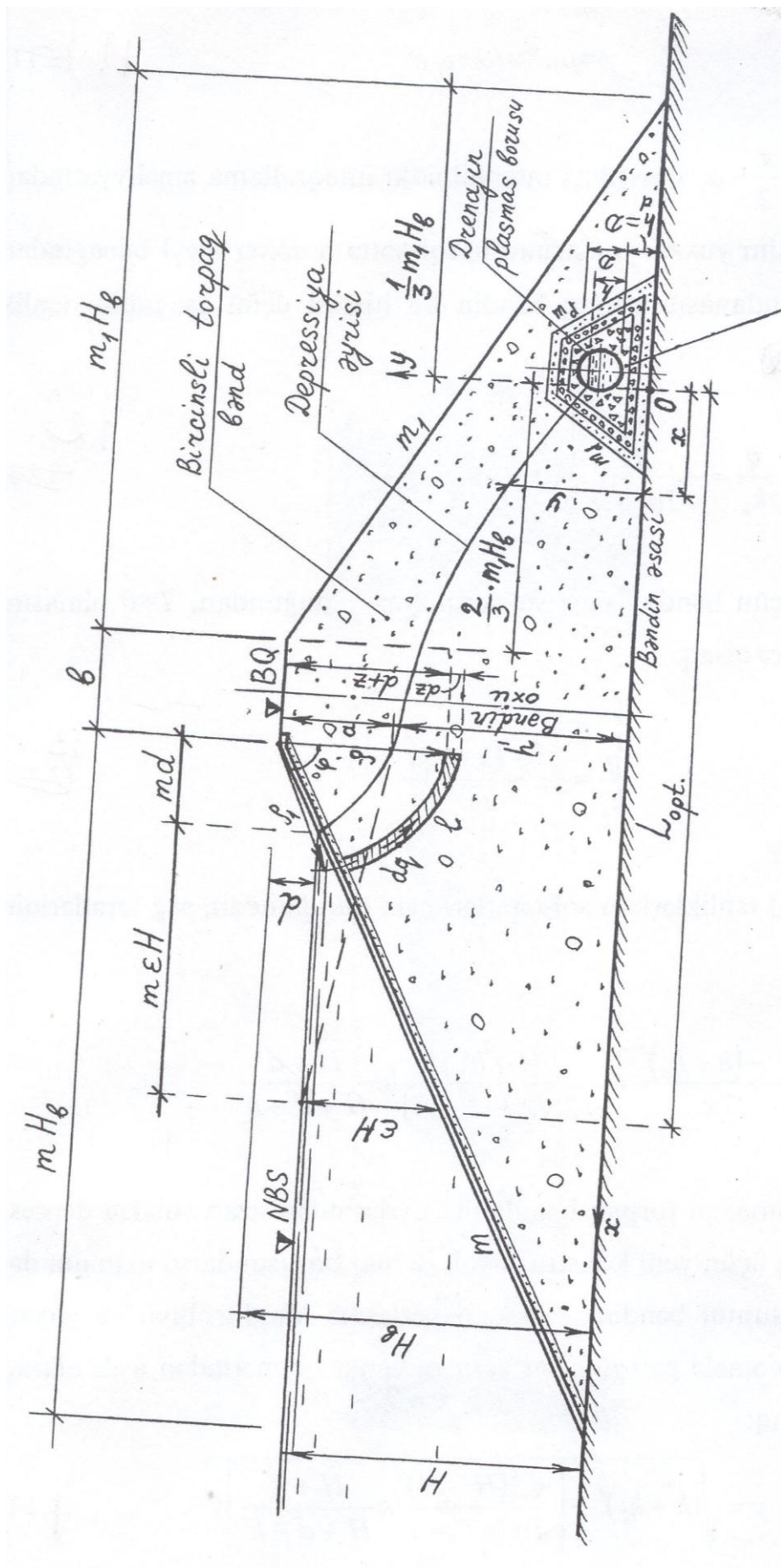
$$\frac{q}{k_b} = \frac{y^2-(h+h_d)^2}{2x} \quad (13)$$

(12) və (13) tənliklərinin sol tərəfləri eyni olduğundan, sağ tərəflərinin bərabərliyini yazmaq:

$$\frac{y^2-(h+h_d)^2}{2x} = \frac{H-h'}{\sqrt{2}(4,81e^{-\alpha_l-1})} \ln \frac{H+d}{H+d-h'}$$

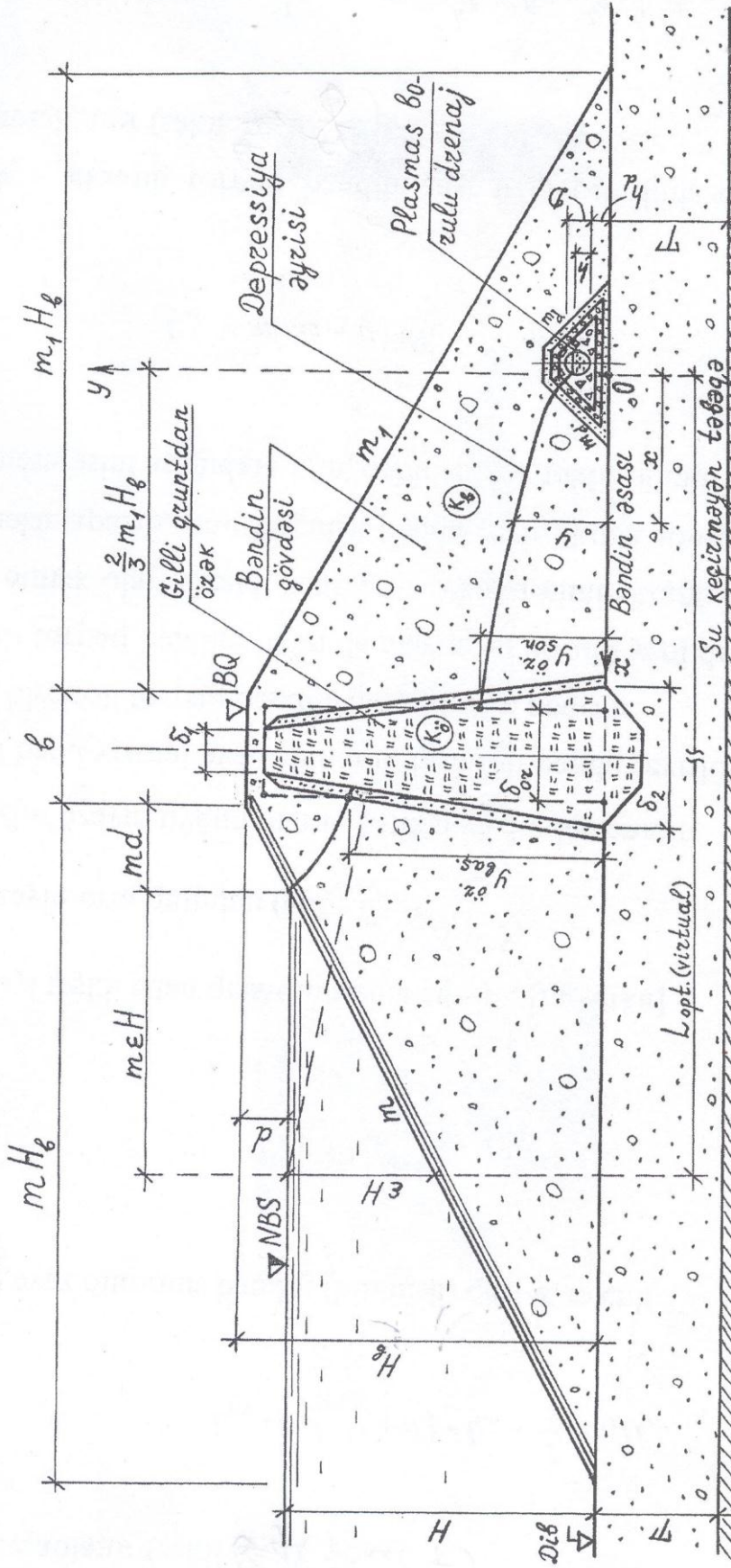
Sonuncu ifadədən bircinsli torpaq bəndlərin gövdəsindən sızan suların depressiya əyrisini qurmaq üçün yeni konstruksiyalı drenaj borusunda su axınının dərinliyi, drenaj borusunun bəndin əsasından yerləşmə hündürlüyü və yuxarı yamacın üfüqi xətlə əmələ gətirdiyi bucağın radianla qiymətindən asılı olaraq aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$y = \sqrt{(h + h_d)^2 + \left[\frac{\sqrt{2(H-h')}}{4,81e^{-\alpha_l-1}} \ln \frac{H+d}{H+d-h'} \right]^2 x} \quad (14)$$



Şəkil 6. Sukeçirməyən əsaslı bircinsli və təkmilləşdirilmiş drenaj konstruksiyalı torpaq bəndlərin yeni metoddla sızmaya

hesablanma sxemi



Şəkil 7. Yeni drenaj konstruksiyalı özəkli bəndin sızmağa hesablanma sxemi

Özəkli torpaq bəndlərdə yeni drenajın optimal yerləşmə məsafəsi aşağıdakı düsturla hesablanır (şəkil 7)

$$L_{opt}=m(\varepsilon H+d)+ b_{vir}+\frac{2}{3} \cdot m_l H_b , \quad (15)$$

b_{vir} - virtual əvəz olunmuş bəndin (bircinsli) qaşığı üzrə eni:

$$b_{vir}=b+\left(\frac{k_b}{k_{\delta}}-1\right) \delta_{or}$$

k_{δ} - özəyi təşkil edən qruntun sızma əmsalı, $[m/sutka]$

δ_{or} - özəyin orta qalınlığı (eni): $\delta_{or}=\frac{\delta_1+\delta_2}{2}$

δ_1 və δ_2 - özəyin uyğun olaraq üstdən və dibdən enidir.

Özəkli bənd virtual əvəz olunaraq bircinsli bəndə çevrildikdən sonra bütün hesabatlar bircinsli torpaq bəndlər üçün də plastmas borulu yeni drenaj konstruksiyasını tətbiq etmək olar. Özəkli bəndlərdə olduğu kimi ekranlı bəndlərdə də virtual əvəzləmələr aparıb, onu bircinsli bəndə çevirdikdən sonra, drenajın optimal yerləşmə məsafəsini aşağıdakı kimi qəbul etmək təklif olunur.

$$L_{opt}=m(\varepsilon H+d)+ b_{\zeta}+\frac{2}{3} \cdot m_1 H_b , \quad (16)$$

burada: b_{ζ} - ekranlı torpaq bəndin qaşığı üzrə çevrilmiş eni olub, aşağıdakı düsturla hesablanır (şəkil 8)

$$b_{\zeta}=b-\frac{t_{or}}{\sin \theta}+\frac{t_{or}}{\sin \theta} \cdot \frac{k_b}{k_e}=b+\left(\frac{k_b}{k_e}-1\right) , \quad (17)$$

t_{or} - ekranın orta eni: $t_{or}=\frac{t_1+t_2}{2}$;

t_1 və t_2 - uyğun olaraq ekranın üstdən və dibdən eni,

θ - orta qalınlıqlı ekranın daxili sərhəd xətti ilə bəndin oturacaq xətti arasındakı bucaq;

K_e - ekranı təşkil edən qrunun sızma əmsalıdır, $[m/sutka]$.

Depressiya əyrisinin ekrandan çıxış ordinatı (h_e) və onun drenaj borusundan yerləşmə məsafəsi (L_e) aşağıdakı ifadələrdən təyin olunur.

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - h_e^2 - t_{or}^2 \cos^2 \theta}{2t_{or} \cdot \frac{k_b}{k_e} \sin \theta} ; \quad \frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - (h + h_d)^2}{2L_{opt}} ; \quad (18)$$

(18) ifadələrindən h_e aşağıdakı kimi tapılır:

$$h_e = \sqrt{H^2 - h_e^2 - t_{or}^2 \cos^2 \theta - [H^2 - (h + h_d)^2] \cdot \frac{t_{or}}{L_{opt}} \cdot \frac{k_b}{k_e} \sin \theta} \quad (19)$$

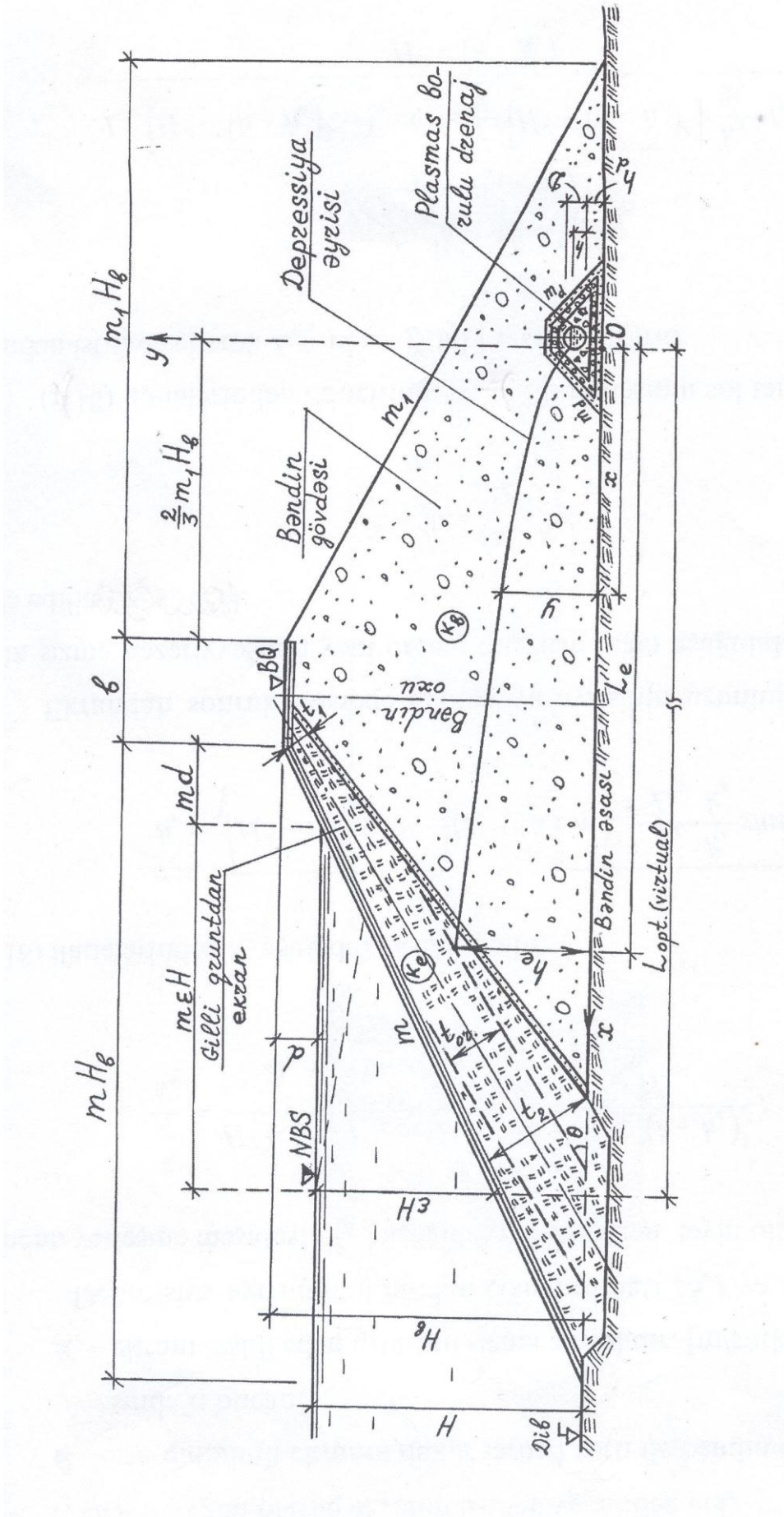
Ekrandan sonrakı hissədə depressiya əyrisinin uzunluğunu (L_e) torpaq üçün sızma nəzəriyyəsinin yeni drenaj qurğusu üçün aşağıdakı ifadəsindən istifadə edilir.

$$\frac{q}{k_b} = \frac{h_e^2 - (h + h_d)^2}{2L_e} \quad (20)$$

(18) ifadələrindən ikincisinin və (20) ifadəsinin sol tərəflərinin bərabərliyindən istifadə edərək L_e - ni aşağıdakı şəkildə tapırıq:

$$L_e = \frac{L_{opt}[h_e^2 - (h + h_d)^2]}{H^2 - (h + h_d)^2} = \frac{L_{opt}[H^2 - (h + h_d)^2 - t_{or}^2 \cos^2 \theta] - [H^2 - (h + h_d)^2] \cdot \frac{k_b}{k_e} \cdot t_{or} \sin \theta}{H^2 - (h + h_d)^2} \quad (21)$$

Təkmilləşdirilmiş drenaj konstruksiyasını istənilən növ torpaq bənddə tətbiq etməklə, bu bəndləri yeni üsulla sızmaya hesablamaq olar. Bu məqsədlə Azərbaycan Respublikasında Taxtakörpü su anbarı hidrodüyünü üçün layihələndi-



Şəkil 8. Yeni drenaj konstruksiyalı ekranlı torpaq bəndin sızımaya hesablanmış sxemi

rilmiş torpaq bənddə bu drenaj konstruksiyasının tətbiqinə, bəndin mövcud və təklif olunan yeni üsulla sızmaya hesablanmasına baxıb, müqayisəli təhlillər aparaq.

Taxtkörpü su anbarı hidrodüyündə hündürlüyü $H_b = 128,5$ m olan torpaq bəndin işçi layihəsindən götürülmüş göstəricilərinə görə, özəyin üst hissəsi bəndin qaş səviyyəsində yerləşməklə, eni $\delta_1 = 10,0$ m, dibdən eni $\delta_2 = 112,8$ m qəbul edilərək, bu bənd qalın gil özəkli bənd kimi layihələndirilmişdir. Drenaj konstruksiyası isə daşdan panket prizması şəklində qəbul olunaraq, daxili və xarici yamaclıq əmsalları $m_2 = m_3 = 2,5$, hündürlüyü $h_{dr} = 17,0$ götürülmüşdür (şəkil 9). Bəndin özək hissəsinin ölçülərini $\delta_1 = 4,0$ m, $\delta_2 = 12,0$ m, $H_0 = 127,0$ m qəbul edərək, drenaj konstruksiyasının ölçülərini dəyişmədən mövcud üsulla bu bəndi sızmaya hesablayaq. Sızma hesablamaları nəticəsində aşağıdakıları müəyyən edilmişdir:

$$\delta_{or} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{4,0 + 12,0}{2} = 8,0 \text{ m};$$

$$b_{vir} = b + \left(\frac{k_b}{k_e} - 1 \right) \delta_{or} = 10,0 + \left(\frac{21,0}{0,3} - 1 \right) \cdot 8,0 = 562,0 \text{ m};$$

$$L = L_1 + e;$$

$$L_1 = (H_b - h_{dr})m_1 - (h_{dr} - h_0)m_2 + b_{vir} + m(\epsilon H + d) = (128,5 - 17,0) \cdot 2,5 - (17,0 - 1,5) \cdot 2,5 + 562,0 + 3,2 \cdot (0,4 \cdot 125,0 + 3,5) = 973,2 \text{ m};$$

$$e = (0,05 \div 0,06) \cdot H = (0,05 \div 0,06) \cdot 125,0 = (6,25 \div 7,5) \text{ m} = 6,8 \text{ m};$$

$$L = 973,2 + 6,8 = 980,0 \text{ m}$$

$$S_{vir} = \frac{k_b}{k_\delta} \cdot \delta_{or} = \frac{21,0}{0,3} \cdot 8,0 = 560,0 \text{ m}$$

Depressiya əyrisinin ixtiyari kəsikdə ordinatı mövcud üsulla aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$y = \sqrt{\frac{H^2 - h_0^2}{L} \cdot x + h_0^2} = \sqrt{\frac{125^2 - 1,5^2}{980} \cdot x + 1,5^2} = \sqrt{15,9416x + 2,25}$$

Bəndin qaşının sol kənar kəsiyində, özəyin orta qalınlığının başlanğıcında və sonunda depressiya əyrisinin ordinatları aşağıdakı kimi hesablanır:

$$x_s = L - m(\epsilon H + d) = 980,0 - 3,2 \cdot (0,4 \cdot 125,0 + 3,5) = 808,8 \text{ m},$$

$$y_s = \sqrt{15,9416 \cdot 808,8 + 2,25} = 113,56 \text{ m};$$

$$x_{başş}^{\text{öz}} = x_s - \frac{b - \delta_{or}}{2} = 808,8 - \frac{10 - 8}{2} = 807,8 \text{ m},$$

$$y_{başş}^{\text{öz}} = \sqrt{15,9416 \cdot 807,8 + 2,25} = 113,49 \text{ m};$$

$$x_{son}^{\text{öz}} = x_{başş}^{\text{öz}} - S_{vir} = 807,8 - 560,0 = 247,8 \text{ m},$$

$$y_{son}^{\text{öz}} = \sqrt{15,9416 \cdot 247,8 + 2,25} = 65,87 \text{ m}.$$

Digər kəsiklərdə də depressiya əyrisinin ordinatlarını hesablayıb, nəticələrini aşağıdakı cədvələ yazırıq:

Cədvəl 4.

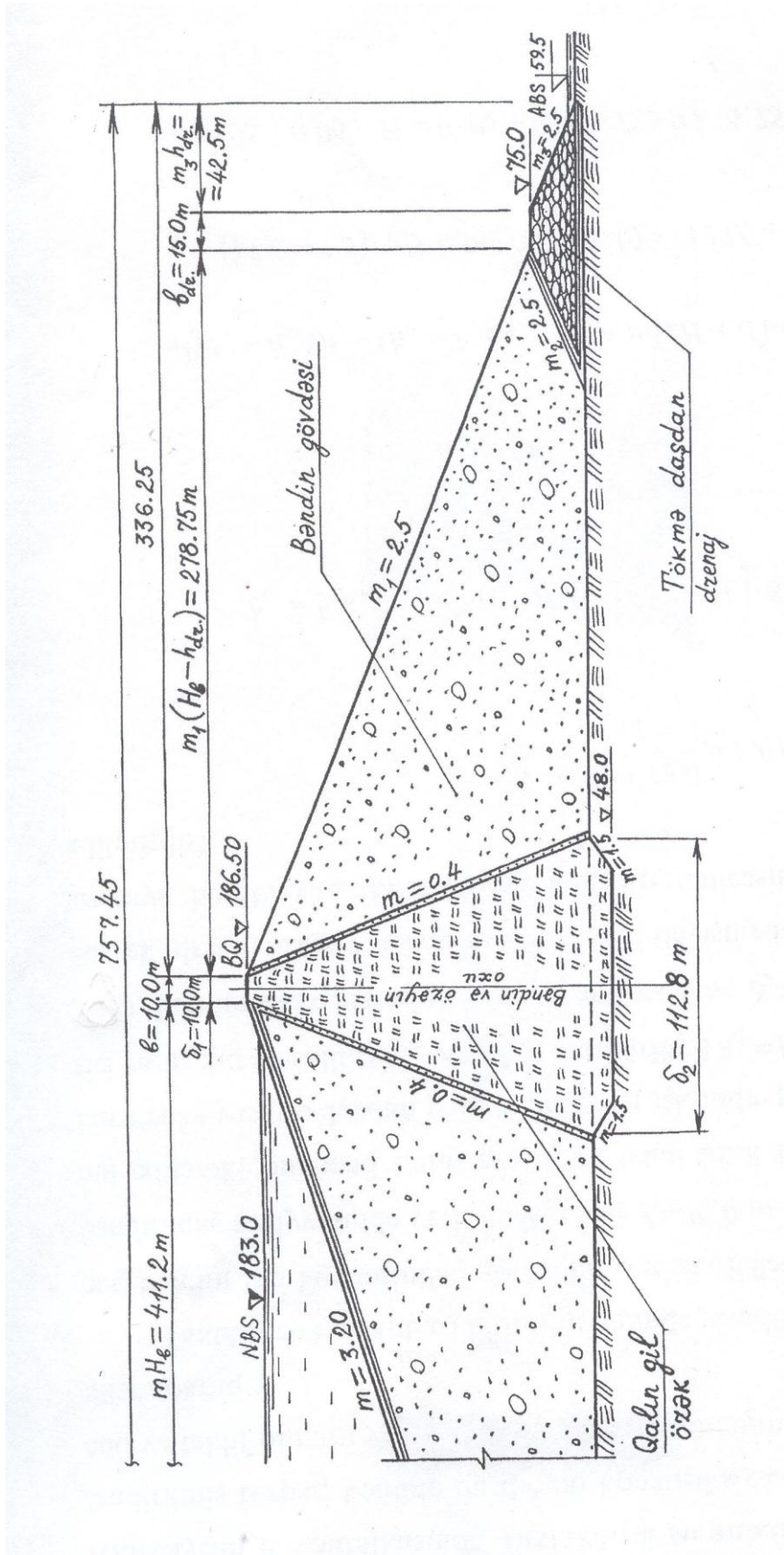
x,m	0,0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
y,m	1,5	17,92	25,3	30,96	35,74	39,95	43,76	47,27	50,5	53,58	56,48	59,24

Mövcud üsulla cədvəl 4-dəki alınmış qiymətlərə əsasən daş banket prizmalı drenajlı bənd üçün depressiya əyrisini qururuq (şəkil 10). Bənd gövdəsindən sızan suların xüsusi sərfi:

$$q = k_b \cdot \frac{H^2 - h_0^2}{2L} = \frac{21}{86400} \cdot \frac{125^2 - 1,5^2}{2 \cdot 980} = 0,00194 \text{ m}^2/\text{san}$$

olar.

Təkmilləşdirilmiş konstruksiyalı drenajın plastmas borusunun dibinin bəndin əsasında yerləşmə hündürlüyünü borunun daxili diametrinə bərabər qəbul edərək ($h_d = D$), belə drenaj konstruksiyalı Taxtakörpü su anbarı bəndinin sızmaya hesablanmasına baxaq. Plastmas borunun daxili diametrini $D = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$



Şakil 9. Taxtakörpü su anbarı hidrodiyününün işçi layihasında verilmiş torpaq bandın en kəsik konstruksiyası

qəbul etməklə, ona nisbətən yuxarı səviyyələrdə daxil olmuş sızma sularının dərinliyini $h > \frac{D}{2}$, aşağı səviyyələrdə isə $h < \frac{D}{2}$ olduğunu nəzərə alsaq, mühəndisi nöqteyi-nəzərdən drenajda suyun dərinliyini orta hesabla $h = \frac{D}{2} = 0,1 \text{ m}$ götürmək olar. Bəndin əsası zəif sukeçirən qruntlardan ibarət olduğundan sızma hesabı yalnız torpaq bəndin gövdə hissəsi üçün aparılır. Onda ixtiyari kəsikdə depressiya əyrisinin ordinatının düstürü ilə tapılan ifadəsi aşağıdakı şəkildə düşür:

$$y = \sqrt{2,25D^2 + (H^2 + 2,25D^2) \frac{x}{L_{opt}}} \quad (22)$$

Məlum qiymətləri (15) düsturunda yerinə yazmaqla, drenaj borusunun optimal yerləşmə məsafəsi aşağıdakı kimi tapılmışdır:

$$L_{opt} = 3,2 \cdot (0,4 \cdot 125 + 3,5) + 562,0 + \frac{2}{3} \cdot 2,5 \cdot 128,5 = 947,4 \text{ m}$$

Depressiya əyrisinin ordinatları isə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$y = \sqrt{2,25 \cdot 0,2^2 + (125,0^2 - 2,25 \cdot 0,2^2) \cdot \frac{x}{947,4}} = \sqrt{0,09 + 16,4924x} \quad (23)$$

Belə drenaj konstruksiyalı torpaq bənd üçün həmin kəsiklərdə depressiya əyrisinin ordinatları olar:

$$x_s = L_{opt} - m(\varepsilon H + d) = 947,4 - 171,2 = 776,2 \text{ m},$$

$$y_s = \sqrt{0,09 + 16,4924 \cdot 776,2} = 113,14 \text{ m};$$

$$x_{baş}^{öz} = x_s - \frac{1}{2}(b - \delta_{or}) = 776,2 - 1,0 = 775,2 \text{ m},$$

$$y_{başş}^{\text{öz}} = \sqrt{0,09 + 16,4924 \cdot 775,2} = 113,07 \text{ m};$$

$$x_{son}^{\text{öz}} = x_{başş}^{\text{öz}} - S_{vir} = 775,2 - 560 = 215,2 \text{ m},$$

$$y_{son}^{\text{öz}} = \sqrt{0,09 + 16,4924 \cdot 215,2} = 59,57 \text{ m}.$$

Depressiya əyrisini qurmaq üçün (23) düsturundan istifadə etməklə hesabı aşağıdakı cədvəl formasında aparırıq:

Cədvəl 4.

x,m	0,0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
y,m	0,3	18,16	25,68	31,46	36,35	40,61	44,5	48,05	51,37	54,48	57,43

Cədvəl 4 -dəki qiymətlərə görə təkmilləşdirilmiş konstruksiyakl drenajı olan Taxtakörpü su anbarı bəndində depressiya əyrisini qururuq (şəkil 10)

Sızma axınının xüsusi sərfi olar:

$$q = k_b \cdot \frac{H^2 - (1,5D)^2}{2L_{opt}} = \frac{21}{86400} \cdot \frac{125^2 - (1,5 \cdot 0,2)^2}{2 \cdot 947,4} = 0,002 \text{ m}^2/\text{san}$$

Taxtakörpü su anbarı bəndinin gövdəsindən sızan suların xüsusi sərfi şəkil 10 və 11-dəki hesablama sxemlərinə əsasən baxılan hallarda bir birinə yaxın olur. Şəkil 9-da göstərilən hesablama sxemində drenajda sızan suları qəbul edən və nəql etdirən plastmass borunun optimal yerləşmə məsafəsini uzatmaqla, xüsusi sızma sərfinin azalmasına nail olmaq olar. Bu işə drenajın təkmilləşdirilmiş konstruksiyasının mövcud konstruksiyadan üstünlüyünü göstərir. Eləcə də sızma hesablamalarının bu iki variantının müqayisəsindən görünür ki plastmass borulu drenaj yerləşən kəsik üzrə depressiya əyrisinin ordinatı $20 \div 25 \text{ m}$ aşağı düşmüşdür və torpaq bəndin layihələndirilməsi təklif olunan ikinci variantda (şəkil 11 üzrə) hündürlüyü 17,0 m olan daşdan drenaj panket prizmasının tikilməsinə ehtiyac duyulmur. Taxtakörpü su anbarı bəndinin işçi layihəsi üzrə gil özəyin üstədən olan

10,0 m eninin 4,0 m-ə dibdən olan 112,8 m eninin 12,0 m-ə, 128,5 m hündürlüyünün 127,0 m-ə endirilməsi təklif olunur. Torpaq bəndin en kəsik konstruksiyası üzrə təklif olunan bütün bu dəyişikliklər, drenajın plastmass borusunun ucuz başa gəlməsi, yüngül, paslanmayan olması və asan quraşdırılması böyük iqtisadi səmərəlilik əldə olunmasına gətirə bilər ki, bu da bəndin tikintisinin maya dəyərinin aşağı düşməsinə səbəb ola bilər.

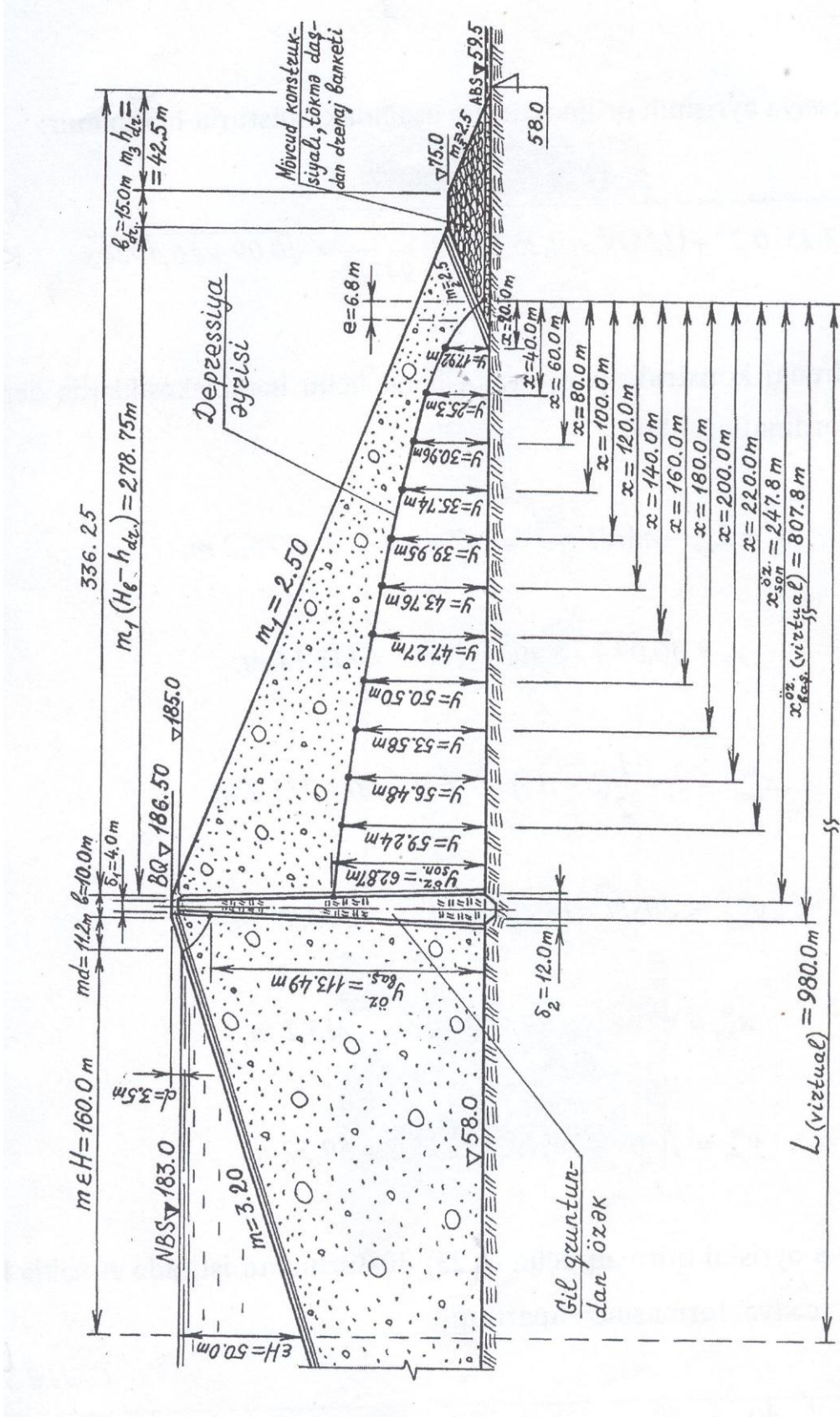
Plastmass borulu drenajın Taxtakörpü su anbarı bəndində tətbiq edilməsi üçün təklif olunan yeni konstruksiyası şəkil 12-də göstərilmişdir. Drenajın yeni konstruksiyası bu sahə üzrə çalışan alim və mütəxəssislərin apardıqları son tədqiqat işlərinin geniş araşdırılması nəticəsində qəbul edilmişdir.

2.2. Xudafərin bəndinin sızmaya hesablaşma metodikası

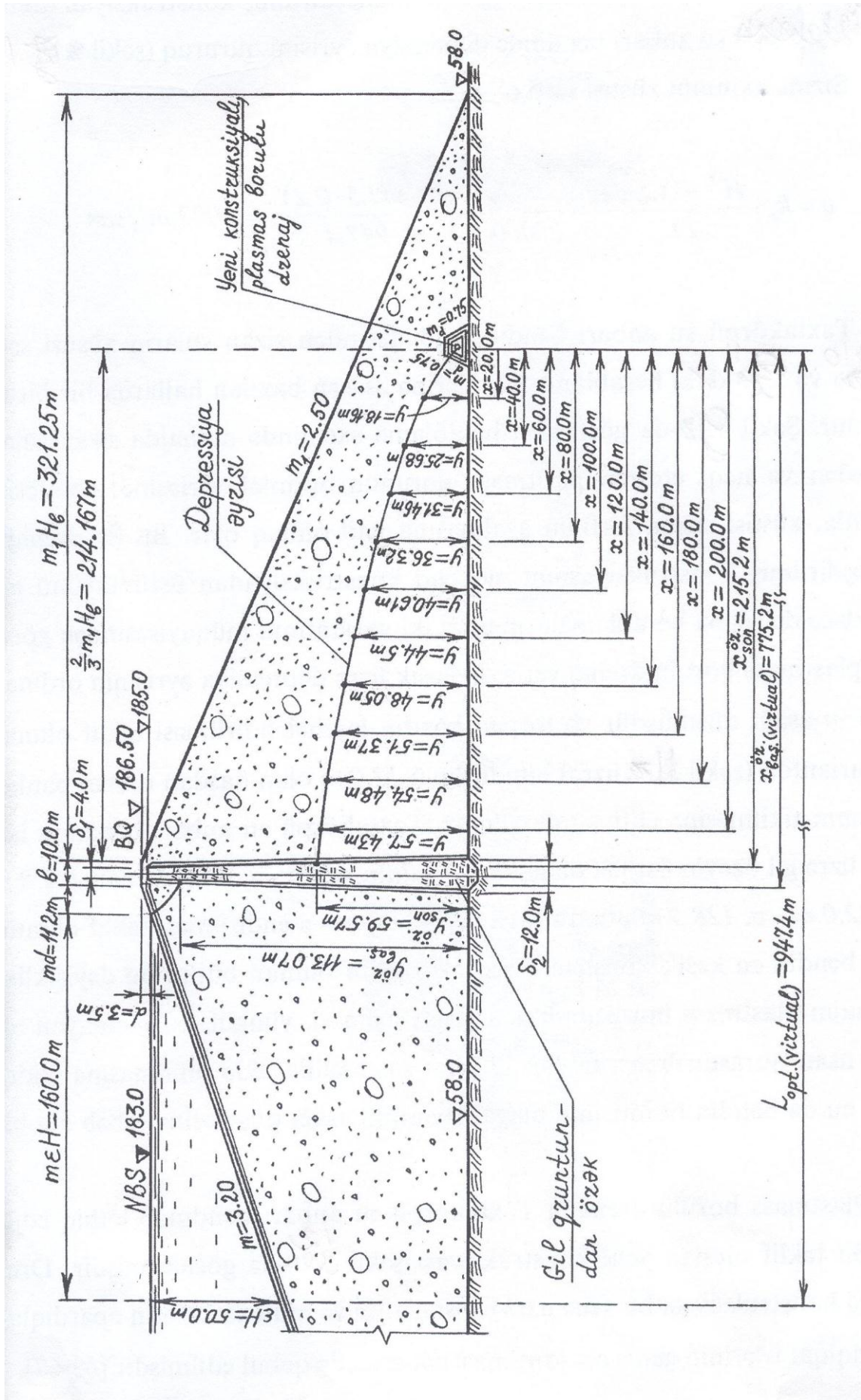
Arazçayı üzərində tikiləcək Xudafərin bəndinin işçi layihəsindən görüldüyü kimi, torpaq bəndin inşaat hündürlüyü $H_d=4,0$ m olan daş materiallardan drenaj banket prizmalıdır. Bəndin qalın gil özəkli olması onunla izah edilir ki, özəyin orta qalınlığı qaş üzrə endən hər iki byefə doğru kənara çıxır. Yəni üstdən eni $\delta_1=5,0$ m bəndin eni $\delta_2=40,2$ m olan gil özəyin orta qalınlığı

$$\delta_{or} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{5,0 + 40,2}{2} = 22,6 \text{ m}$$

olub, bəndin qaş üzrə enindən böyükdür: $\delta_{or}=22,6 \text{ m} > b = 10,0 \text{ m}$. Belə torpaq bəndlərin sızmaya hesablanması yeni nəzəri üsulların işlənməsi zərurətini yaradır. Ona görə də banket prizmalı və plastmass borulu drenajları olan qalın gil özəkli torpaq bəndlərin sızmaya hesablanma məsələlərinə ayrı-ayrılıqda baxmaq lazımdır. Araşdırılan hər iki məsələ üzrə orta qalınlıqlı gil hissədə əsas tənlikləri almaq üçün istifadə olunur.



Şəkil 10. Mövcud drenaj konstruksiyalı Taxtakörpü su anbarının özəkli torpaq bəndində depressiya əyrisinin qurulması



Şəkil 11. Yeni drenaj konstruksiyalı, özəkli Taxtakörpü su anbarı bəndində depressiya əyrisinin qurulması

Banket prizmalı (daşdan) drenajı olan qalın gil özəkli torpaq bəndinin sızmaya hesablanma sxemi şəkil 13-də göstərilmişdir. Orta qalınlıqlı gil özəyin sol kənarı bəndin qarşısından yuxarı byefə tərəf çıxdığından, su anbarında normal boğlmuş səviyyəyə (NBS-ə) söykənən, yaxud özdəkdə həmin kəsik üzrə depressiya əyrisinin ordinatı yuxarı byefdəki suyun dərinliyinə bərabər qəbul edilir: $h_b=H$. Özəyin sonunda depressiya əyrisinin ordinatı (h_s) torpaq üçün sızma nəzəriyyəsinə əsasən aşağıdakı iki tənlikdən istifadə edirik:

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - h_s^2}{2\delta_{vir}}, \quad (24)$$

$$\frac{q}{k_b} = \frac{h_s^2 - h_0^2}{2L}, \quad (25)$$

burada: δ_{vir} – orta qalınlıqlı gil özəyin bəndin gövdəsinin materialına çevrilmiş (virtual) qalınlığı:

$$\delta_{vir} = \frac{k_b}{k_0} \cdot \delta_{or}, \quad (26)$$

L- depressiya əyrisinin, özəyin sonundan drenaja daxil olan məsafəsi: $L=L_1+e$;

L_1 - özəyim sonundan aşağı byefdə su səviyyəsinin drenajın daxili yamaclığını kəsmə nöqtəsində qədər məsafə olub, aşağıdakı düsturla tapılır:

$$L_1 = \left(H_b - H_d - \frac{\delta_{or} - b}{2m_1} \right) m_1 - (H_d - h_0) m_2, \quad (27)$$

e- depressiya əyrisinin drenaja daxil olan məsafəsidir: $e = (0,05 \div 0,06)H$.

(24) və (25) ifadələrinə əsasən h_s aşağıdakı düsturla tapılır:

$$h_s = \sqrt{\frac{H^2 L + h_0^2 \delta_{vir}}{\delta_{vir} + L}}, \quad (28)$$

(26)-nı (28)-də nəzərə almaqla, h_s - i aşağıdakı düsturla da təyin etmək olar:

$$h_s = \sqrt{\frac{k_0 H^2 L + k_b h_0^2 \delta_{or}}{k_b \delta_{or} + L}}, \quad (29)$$

Qalın gil özəkli torpaq bəndlərdə sızan suların depressiya əyrisini qurmaq üçün orta qalınlıqlı özək daxilində və özəkdən drenaja qədər olan hissədə ayrı-ayrı tənliklərdə istifadə olunur. Qeyd olunan hər iki zona üzrə koordinat başlanğıclarının həndəsi yeri də müxtəlif olacaqdır. Orta qalınlıqlı özək daxilində depressiya əyrisinin qurulmasından ötrü ixtiyarı kəsiyə görə sızma nəzəriyyəsinin aşağıdakı tənliyindən istifadə olunur (şəkil 13).

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - (y')^2}{2x'}, \quad (30)$$

(24) və (30) tənliklərinin birgə həllindən y' - in x' - dən asılılıq ifadəsini aşağıdakı kimi alırıq:

$$y' = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 + h_s^2}{\delta_{vir}} x'}, \quad (31)$$

(31) ifadəsindən istifadə etməklə depressiya əyrisini qurmaq üçün koordinat başlanğıcını orta qalınlıqlı gil özəyin sol kənar xətti ilə bəndin əsasını göstərən xəttin O' kəsilmə nöqtəsində götürürük.

Depressiya əyrisini özəklə drenaj arasında qurmaq üçün koordinat başlanğıcını aşağı byef səviyyəsində (ABS) götürməklə (əgər aşağı byefdə su varsa), drenaja "e" daxilolma məsafəsində O nöqtəsində qəbul edirik. Koordinat başlanğıcından ixtiyarı x məsafəsindəki y ordinatına görə sızma nəzəriyyəsinin tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$\frac{q}{k_b} = \frac{h_s^2 - (y + h_0)^2}{2(L - x)}, \quad (32)$$

(25) və (32) tənliklərinin sol tərəfləri eyni olduğundan, sağ tərəflərinin bərabərliyini yazaq:

$$\frac{h_s^2 - (y + h_0)^2}{2(L - x)} = \frac{h_s^2 - h_0^2}{2L}$$

Sonuncu tənliyi y -ə görə həll etsək, alarıq:

$$y = \sqrt{h_0^2 + \frac{h_s^2 - h_0^2}{L}} x - h_0 \quad (33)$$

Yeni konstruksiyalı plastmass borulu drenajı olan qalın gil özəkli torpaq bəndin sızmaya hesablanmasında orta qalınlıqlı özək hissəsi üçün depressiya əyrisinin qurulmasında eləcə də (31) düsturundan istifadə edilir. Belə qəbul edilmiş özəyin sonundakı h_0 ordinatını tapmaq üçün özəkdən sonrakı hissə üçün yazılmış aşağıdakı tənlikdən istifadə edilir:

$$\frac{q}{k_b} = \frac{h_s^2 - (h + h_d)^2}{2L'_{opt}}, \quad (34)$$

burada: L'_{opt} – plastmass borulu drenajın orta qalınlıqlı özəyin sonundan yerləşmə məsafəsi olub, aşağıdakı düsturla tapılır (şəkil 14):

$$L'_{opt} = \frac{2}{3} m_1 H_b - \frac{\delta_{or} - b}{2} = \frac{1}{6} [4m_1 H_b - 3(\delta_{or} - b)] \quad (35)$$

(24) və (34) tənliklərinin birgə həllindən h_s aşağıdakı kimi tapılır:

$$h_s = \sqrt{\frac{H^2 L'_{opt} + (h + h_d)^2 \delta_{vir}}{L'_{opt} + \delta_{vir}}}, \quad (36)$$

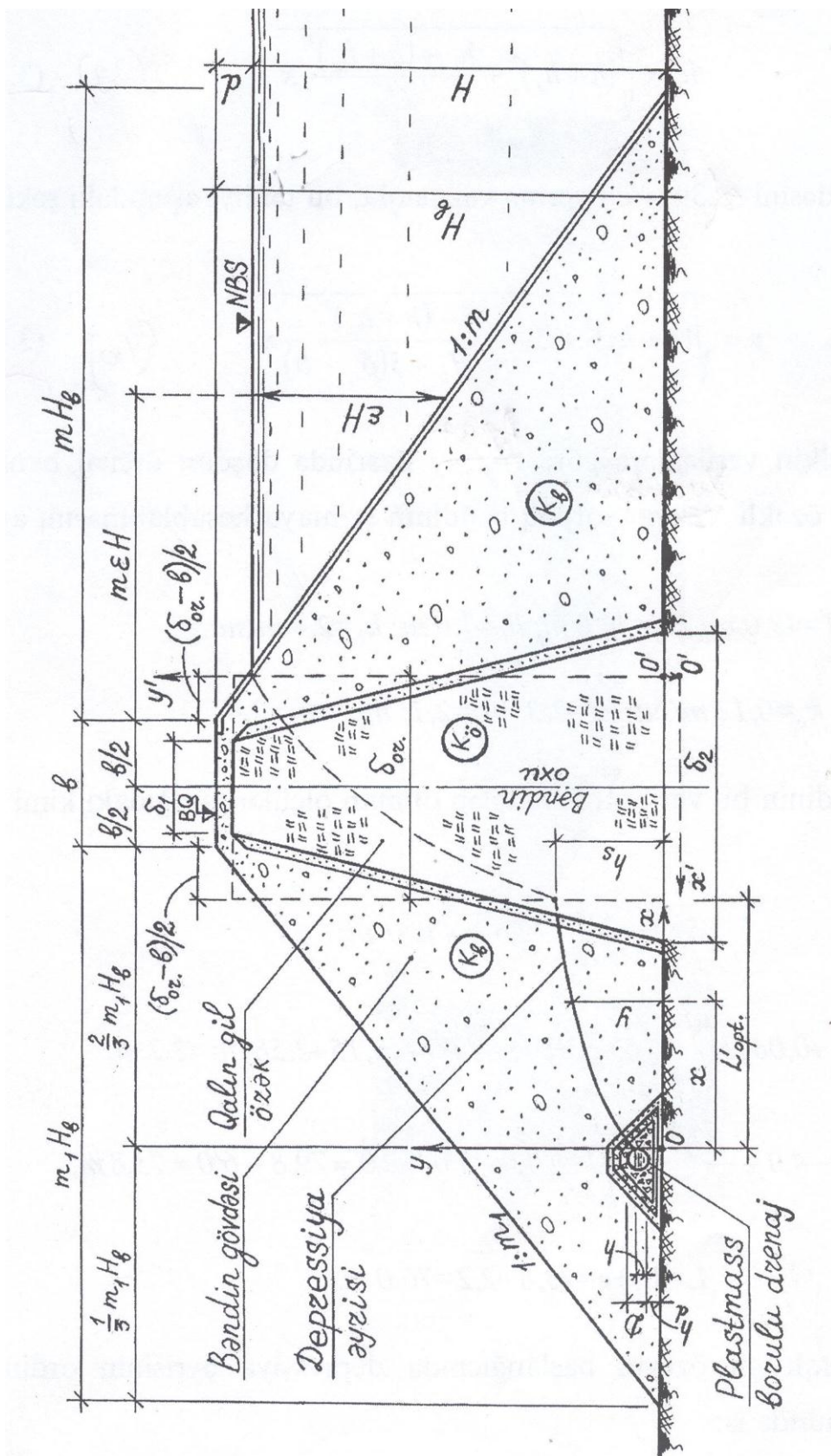
δ_{vir} və L'_{opt} -ni uyğun olaraq (26) və (35) ifadələrini (36) düsturunda yerinə yazsa, alarıq:

$$h_s = \sqrt{\frac{k_b H^2 [4m_1 H_b - 3(\delta_{or} - b)] + 6k_b \delta_{or} (h + h_d)^2}{k_b [4m_1 H_b - 3(\delta_{or} - b)] + 6k_b \delta_{or}}}, \quad (37)$$

Plastmas borulu drenajı olan qalın gil özəkli torpaq bəndin özək və drenaj arasındakı zonasında depressiya əyrisinin ixtiyari kəsik üçün yazılmış

$$\frac{q}{k_b} = \frac{y^2 - (h + h_d)^2}{2x}, \quad (38)$$

tənliyindən və (34) düsturundan istifadə edərək, aşağıdakı asılılıq ifadəsini alırıq:



Şəkil 14. Plastmass borulu drenajı olan qalın gil özəkli torpaq bəndir sızmağa hesablanmış sxemi

$$h_s = \sqrt{(h + h_d)^2 + \frac{h_s^2 - (h + h_d)^2}{L'_{opt}}} x, \quad (39)$$

(35) istifadəsini (39) - da yerinə yazmaqla, bu tənliyi aşağıdakı şəkildə də yazmaq olar:

$$y = \sqrt{(h + h_d)^2 + 6 \frac{h_s^2 - (h + h_d)^2}{4m_1 H_b - 3(\delta_{or} - b)}} x, \quad (40)$$

Aşağıdakı ilkin verilənlərə görə Araz üzərində daşdan drenaj banket prizmalı qalın gil özəkli Xudafərin torpaq bəndinin sızmaya hesablanması aparılır:

$$H = 43,0 \text{ m}; H_0 = 44,0 \text{ m}; h_0 = 1,0 \text{ m}; k_b = 2,4 \text{ m/sut.};$$

$$k_\delta = 0,12 \text{ m/sut}; m = 2,3; m_1 = 2,1; m_2 = m_3 = 2,0.$$

Vənyar bəndinin bu variantı üzrə tələb olunan ölçüləri aşağıdakı kimi tapılır:

$$\delta_{vir} = \frac{2,4}{0,12} \cdot 22,6 = 452,0 \text{ m};$$

$$e = (0,05 \div 0,06)H = (0,05 \div 0,06) \cdot 43,0 = (2,15 \div 2,58)m = 2,2 \text{ m};$$

$$L_1 = \left(45,0 - 4,0 - \frac{22,6}{2 \cdot 2,1}\right) \cdot 2,1 - (4,0 - 1,0) \cdot 2,0 = 79,8 - 6,0 = 73,8 \text{ m};$$

$$L = L_1 + e = 73,8 + 2,2 = 76,0 \text{ m}.$$

Orta qalınlıqlı gil özəyin başlanğıcında depressiya əyrisini ordinatı $h_b = H = 43,0 \text{ m}$, sonunda isə

$$h_s = \sqrt{\frac{43,0^2 \cdot 76,0 + 1,0^2 \cdot 452,0}{452,0 + 76,0}} = \sqrt{\frac{140976,0}{528,0}} = 16,34 \text{ m}$$

olur. Depressiya əyrisini özək daxilində qurmaq aşağıdakı tənlikdən istifadə edilir:

$$y' = \sqrt{43,0^2 - \frac{43,0^2 - 16,34^2}{452,0}} x = \sqrt{1849,0 - 3,5x'}$$

Hesablamanın nəticələrini aşağıdakı cədvəldə yazırıq:

Cədvəl 5.

Depressiya əyrilərinin absisi x' ,m	Həqiqi	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	22,6
	Virtuar əvəz olunmuş	0,0	100,0	200,0	300,0	400,0	452,0
Depressiya əyrilərinin ordinatı y' ,m		43,0	38,717	33,90	28,26	21,19	16,34

Xudafərin bəndinin gövdəsi daxilində özəkdən sonrakı hissədə depressiya əyrisi aşağıdakı tənliklə qurulur:

$$y = \sqrt{1,0^2 + \frac{16,34^2 - 1,0^2}{76,0}x} - 1,0 = \sqrt{1,0 + 3,5x} - 1,0$$

x -ə qiymətlər verərək y -in qiymətlərini tapırıq:

Cədvəl 6.

Depressiya əyrisinin absisi x , m	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	76,0
Depressiya əyrisinin ordinatı y' ,m	0,0	5,0	7,426	9,296	10,874	12,266	13,526	14,684	15,34

Cədvəl 5 və 6 -da verilmiş qiymətlərə əsasən banket prizmalı drenajı olan qalın gil özəkli Xudafərin bəndindən sızan suların depressiya əyrisini qururuq.

Plastmas borulu drenajı yeni konstruksiyalı olan qalın gil özəkli Xudafərin bəndini sızmaya hesablayarkən əvvəlcədən orta qalınlıqlı gil özəyin sonunda depressiya əyrisinin ordinatı (h_s) və özəklə drenaj arasındakı optimal üfüqi məsafə (L'_{opt}) tapılmalıdır. Diametri $D=0,2$ m olan drenajın birinin bəndin əsasında yerləşmə hündürlüyünün $h_d=D=0,2$ m və drenajda suyun dərinliyinin $h=0,1$ m olduğu nəzərə alaraq bu kəmiyyətlər aşağıdakı kimi hesablanır:

$$L'_{opt} = \frac{2}{3}m_1H_b - \frac{\delta_{or}-b}{2} = \frac{2}{3} \cdot 2,1 \cdot 45,0 - \frac{22,6-10}{2} = 63,0 - 6,3 = 56,7 \text{ m.}$$

$$h_s = \sqrt{\frac{43,0^2 \cdot 56,7 + (0,1 + 0,2)^2 \cdot 452,0}{56,7 + 452,0}} = \sqrt{206,1706} = 14,36 \text{ m.}$$

h_s - in tapılmış bu qiymətini və digər məlum qiymətləri (31) - də yerinə yazaraq, y' - in x' - dən asılılıq ifadəsini aşağıdakı şəkildə alırıq:

$$y' = \sqrt{43,0^2 - \frac{43,0^2 - 14,36^2}{452,0} x} = \sqrt{1849 - 3,6345x'}.$$

Orta qalınlıqlı özək daxilində baxılan bu hal üçün depressiya əyrisinin tapılmış koordinatlarını aşağıdakı cədvəldə veririk:

Cədvəl 7.

Depressiya əyrilərinin absisi x' , m		Depressiya əyrilərinin ordinatı y' , m
Həqiqi	Virtuar əvəz olunmuş	
0,0	0,0	43,0
5,0	100,0	38,54
10,0	200,0	33,50
15,0	300,0	27,54
20,0	400,0	19,88
22,6	452,0	14,36

Yeni konstruksiyalı plastmass borulu drenajı olan Vənyar bəndində orta qalınlıqlı gil özəklə drenaj arasındakı zonada depressiya əyrisi (39) düsturundan istifadə edilərək qurulur:

$$y = \sqrt{(0,1 + 0,2)^2 + \frac{14,36^2 - (0,1 + 0,2)^2}{56,7} x} = \sqrt{0,09 + 3,6353x}.$$

Sonuncu ifadədən istifadə etməklə, baxılan zonada depressiya əyrisinin qurulması üçün hesablanmış koordinatlar aşağıdakı cədvəldə yazılır:

Cədvəl 8.

Depressiya əyrisinin absisi x, m	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	56,7
Depressiya əyrisinin ordinatı y', m	0,30	6,04	8,53	10,45	12,06	13,485	14,36

Yeni drenaj konstruksiyalı Xudafərin torpaq bəndində depressiya əyrisi cədvəl 7 və 8 -də verilmiş qiymətlərə əsasənə qurulur (şəkil 16).

Mövcud və yeni drenaj konstruksiyalı Xudafərin torpaq bəndinin sızmaya hesablanması nəticəsində məlum olur ki, hər iki halda orta qalınlıqlı özəyin əvvəlində depressiya əyrisinin ordinatının eyni olmasına baxmayaraq, yeni drenajın hesabına baxılan ikinci variantında depressiya əyrisində tədricən düşmə müşahidə olunur. Belə ki, gil özəyin orta qalınlıqlı qəbul edilmiş hissəsinin sonunda depressiya əyrisində düşmə təxminən 2,0 m, yeni drenaj konstruksiyasının yerləşdiyi kəsikdə isə düşmə 7,0m-ə yaxın olmuşdu.

Mövcud drenaj konstruksiyalı Xudafərin torpaq bəndində xüsusi sızma sərfi

$$q = K_b \frac{h_s^2 - h_0^2}{2L} = \frac{2,4}{86400} \cdot \frac{16,34^2 - 1,0^2}{2 \cdot 76,0} = 0,0000486 \text{ m}^2/\text{san} ,$$

yeni drenaj konstruksiyalı (plastmas borulu) Xudafərin torpaq bəndində isə xüsusi sızma sərfi

$$q = K_b \frac{h_s^2 - (h + h_d)^2}{2L'_{opt}} = \frac{2,4}{86400} \cdot \frac{14,36^2 - (0,1 + 0,2)^2}{2 \cdot 56,7} = 0,00005 \text{ m}^2/\text{san} ,$$

olur.

Göründüyü kimi Xudafərin bəndindən sızan suların hər iki variant üzrə xüsusi sızma sərfələri olduqca bir-birinə yaxındır. Eləcə də əvvəlki yarımfəsildə Taxtakörpü torpaq bəndinin də daşdan banket prizmalı və plastmas borulu drenajı olan variantlarda sızan suların xüsusi sızma sərfələri bir-birinə yaxın alınmışdır. Buradan belə nəticə çıxarmaq olar ki, yeni konstruksiyalı drenaj həm Taxtakörpü, həm də Xudafərin bəndində mövcud konstruksiyalı drenajın bənd gövdəsindən kənarlaşdırdığı sərfə bərabər sızma suları xaric edə bilər və belə drenajın

üstünlükləri ondan ibarətdir ki, mövcud konstruksiyalı drenajlara nisbətən material baxımından həcmi olduqca az olur, drenaja ekoloji cəhətdən təmiz halda qəbul olunmuş sızma suları istifadə etmək üçün yaşayış məntəqələrinə nəql olunur, tikintisi asan və ucuz başa gəlir, bəndin istismar müddətini artırır və depressiya əyrinin aşağı salınması ilə bəndin aşağı yamacının dayanıqlığını artırır.

2.3. Xudafərin bəndinin aşağı yamacının seysmiki və statiki dayanıqlığa hesablanması təhlili

Araz çayı üzərində tikilmiş Xudafərin su anbarı bəndinin mövcud konstruksiyasından görüldüyü kimi (şəkil 1), bu torpaq bənd daşdan drenaj banket prizmalı mərkəzi gillicə özəkli novdə layihələndirilmişdir. Bəndin oxu üzrə yerləşən gillicə özəyin üstdən eni 2.0m, bəndin əsası səviyyəsində eni isə 30.0m olduğundan, Xudafərin bəndi qalın gil özəkli bənd hesab edilir. Özəyin qaşu isə bəndin qaşından 1.0m aşağıda 308.0m səviyyəsində yerləşdirilmişdir. Bəndin qarşısında suyun dərinliyi $H=60.0\text{m}$, onun inşaat hündürlüyü $H_b=64.0\text{m}$ -dir.

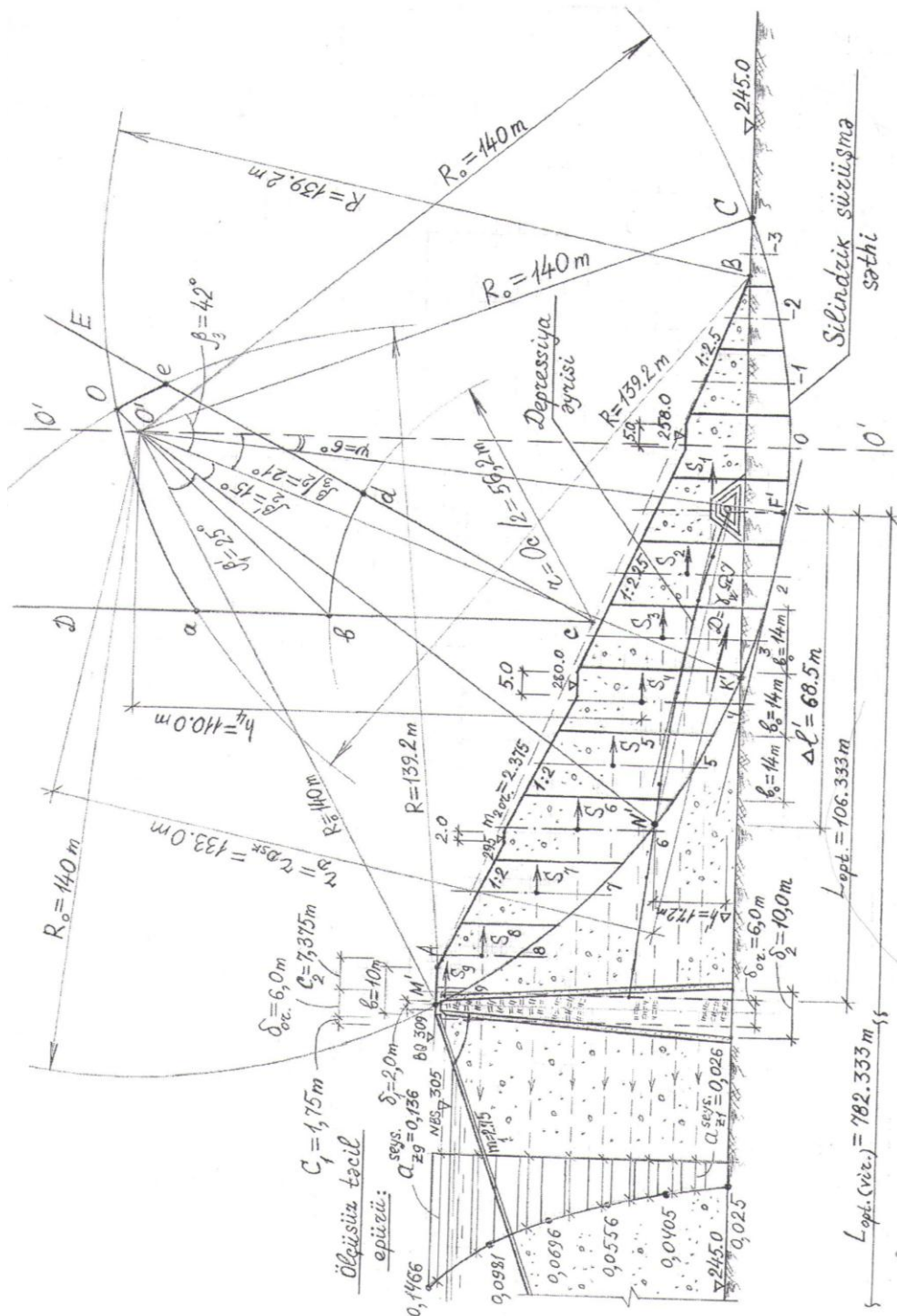
Torpaq bəndin qaş səviyyəsindən aşağıya doğru yuxarı yamacının bermayadək yamaclıq əmsalının $m_1=2.75$, aşağı yamaclarının orta yamaclıq əmsalının $m_{2,or}=2.375$, şərti və həqiqi bəndin normal boğulmuş səviyyədə (NBS-dən) qaş səviyyələrinə qədər olan ehtiyat hündürlüklərinin uyğun olaraq $d_0=3.0\text{m}$ və $d=4.0\text{m}$ olduğunu bilərək, orta qalınlıqlı özəkdən və NBS-dən yuxarı yamacın kəsişmə nöqtəsindən $m_1 \varepsilon H$ məsafəsində yerləşən su səthindəki nöqtədən drenaja qədər olan optimal üfüqi məsafələr hesablanır. Xudafərin bəndinin gövdəsindən sızan suların depressiya əyrisini qurmaq üçün depressiya əyrisinin koordinatları aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$y = \sqrt{(h + h_d)^2 + [H^2 - (h + h_d)^2] \frac{x}{L_{opt(vir)}}} \quad (41)$$

Təyin olunmuş koordinatlar əsasında depressiya əyrisi qurulur.

Bəndin aşağı yamaclarının $m_{2or}=2.375$ orta yamaqlıq əmsalına görə sürüşmə mərkəzinin yerləşdiyi zonanın daxili və xarici radiusları aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$R_d=1.5875H_b; R_x=2.7625 \cdot H_b \quad (42)$$



Şəkil 15. Xudafərin bəndinin seysmiki dayanıqlığa hesablanma sxemi

$$R = \frac{R_d + R_x}{2} = \frac{101.6 + 176.8}{2} = 139.2m$$

Torpaq bəndin aşağı yamacının A və B xarakter nöqtələrindən $R=139.2m$ radiuslu qövsələr çəkib, onların “O” kəsişmə nöqtəsini tapırıq. Yamaclıq əmsalı $m_{2or}=2.375$ olan aşağı yamacların orta yamac xəttinin ortasındakı “c” nöqtəsindən şaquli cD və 85^0 -lik bucaq altında cE şüaları, eləcə də $r=Oc/2=113.0/2=56.5m$ radiuslu qövsələ əhatə olunmuş *oedba* “əyrixətli-düzxətli” çoxbucaqlı zonası daxilində Ob parçası üzərində “O” nöqtəsinə yaxınlıqda “O’” sürüşmə çərkəzini qəbul edib, bəndin qaşının və əsasının bir hissəsini əhatə edən $R_0=140.0m$ radiuslu silindrik sürüşmə səthini keçiririk. Bəndin qaşının bir hissəsi, həqiqi aşağı yamaclıq xətti, aşağı byefdə təbii yer xəttinin bir hissəsi və silindrik sürüşmə səthi arasında qalan sürüşmə zonasının mərkəzi “oO’” xətti üzərində $b_0=0.1R_0=0.1 \cdot 140.0=14.0m$ şaquli zolaqlara bölürük.

Depressiya əyrisindən yuxarıdakı qrunt skletinin həcm çəkisi $\gamma_{li,skel}=1.735t/m^3$ olduğundan, $\omega=15\%$ təbii nəmliyə malik olan bəndin gövdə qrununun bu hissədə həcm çəkisi

$$\gamma_{li}=\gamma_t=\gamma_{li,skel}(1+0.01\omega\%)=1.735 \cdot (1+0.01)=1.995t/m^3 \quad (43)$$

olmuşdur. Bu qrunun xüsusi çəkisi $\Delta_{li} = 2,6t/m^3$, məsaməlik əmsalı $\varepsilon = 0,28$ olduğu üçün depressiya əyrisindən aşağıda yerləşən gövdə qrununun həcmi çəkisi aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\gamma_{2i} = \frac{\Delta_{li} - \gamma_w}{1 + \varepsilon} = \frac{2,6 - 1,0}{1 + 0,28} = 1,25t/m^3 \quad (44)$$

Su ilə doymuş vəziyyətdə olan bünövrə qrununun xüsusi çəkisi $\Delta_{3i} = 2,7t/m^3$, məsaməlik əmsalı $\varepsilon_b = 0,5$ olduğundan, hidrostatik yüngülləşmiş vəziyyətdə olan bu qrunun həcm çəkisi aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\gamma_{3i} = \frac{\Delta_{1i} - \gamma_w}{1 + \varepsilon_b} = \frac{2,7 - 1,0}{1 + 0,5} = 11,33t / m^3 \quad (45)$$

Bir zolaqda üç müxtəlif həcmi çəkiyə malik olan qruntları təbii nəmliyə malik olan bəndin gövdə qruntu ilə əvəz etdikcə, belə zolağın mərkəzi xətti üzrə çevrilmiş hündürlüyü aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$G_i = \gamma_{1i} b_o h_{ci} \cdot 1,0m; \quad G_i = (\gamma_{1i} h_{1i} + \gamma_{2i} h_{2i} + \gamma_{3i} h_{3i}) b_o \cdot 1,0m; \quad (46)$$

$$\gamma_{1i} h_{ci} b_o \cdot 10m = (\gamma_{1i} h_{1i} + \gamma_{2i} h_{2i} + \gamma_{3i} h_{3i}) b_o \cdot 1,0m;$$

$$h_{ci} = h_{1i} + \frac{\gamma_{2i}}{\gamma_{1i}} h_{2i} + \frac{\gamma_{3i}}{\gamma_{1i}} h_{3i}$$

$\gamma_{1i}, \gamma_{2i}, \gamma_{3i}$ – nin qiymətlərini (6)-də yerinə yazdıqda, Xudafərin bəndi üçün sürüşmə zonasının istənilən zolağında çevrilmiş hündürlük aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$h_{ci} = h_{1i} + \frac{1,25}{1,995} h_{2i} + \frac{1,133}{1,995} h_{3i} = h_{1i} + 0,6266h_{2i} + 0,568h_{3i} \quad (47)$$

Əgər zolaqda yalnız təbii nəmliyə malik olan bəndin gövdə qruntu olarsa, onda çevrilmiş hündürlük $h_{ci} = h_{1i}$; bəndin təbii nəmliyə və islanmış hala malik gövdə qrununun rast gəlinən zolaqlarında çevrilmiş hündürlük $h_{ci} = h_{1i} + 0,6266h_{2i}$; təbii nəmliyə və bünövrə qrununa malik zolaqda $h_{ci} = h_{1i} + 0,568h_{3i}$; zolaqda yalnız bünövrə qrunu olduqda isə çevrilmiş hündürlük $h_{ci} = 0,568h_{1i}$ ifadələri ilə hesablanır.

Sürüşmə səthinin bəndin gövdəsi daxilində təbii uzunluqları $\ell_1 \ell_2 \ell_3$ olan nəmliyə, qövsələrin yerləşdikləri hissələrdə qruntların daxili sürtünmə bucaqları və

xüsusi ilişənlikləri uyğun olaraq aşağıdakı qiymətlərə malikdir:
 $\varphi_1 = 39^0, c_1 = 1,8t/m^2, \varphi_2 = 37^0, c_2 = 1,6t/m^2, \varphi_3 = 32^0, c_3 = 1,2t/m^2$.

Sürüşmə mərkəzinə nəzərən saxlayıcı və sürüşdürücü qüvvələri tapmaq üçün hesablamaları cədvəl formasında aparırıq.

Hidrodinamiki qüvvəni yaradan sahəyə düşən birinci və sonuncu zolaq natamam olduqda qrafiki yolla bu zolaqların sahəsinin ayrı-ayrılıqda hesablanmasına ehtiyac yaranır, ancaq analitik yolla hesablamalarda ümumiyyətlə belə bir problem mövcud deyildir. Göründüyü kimi baxmayaraq ki, qrafiki yolla hesablamalar tez və daha sadə düsturlarla yerinə yetirilir, ancaq analitik yoldan istifadə edərkən çox vaxt tələb olursa da və düsturlar mürəkkəb formada olsa da dəqiqlik daha çox gözlənilir. Sızma qradientinin qrafiki yolla tapılmasında da həmçinin bir qədər qeyri-dəqiqliyə yol verilir.

Dayanıqlıq əmsalının düsturunda göstərilən hidrodinamiki qüvvəni (D) qrafiki və analitik yollarla tapıb, onun alınmış qiymətlərinə görə seysmiki və statiki dayanıqlıq əmsallarını təyin etdikdən sonra müqayisəli təhlillər apararaq. Bildiyimiz kimi hidrodinamiki qüvvə ümumi halda aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$D = \gamma_w \Omega' J' \cdot 1,0m \quad (48)$$

burada: Ω', J' - hidrodinamiki qüvvəni yaradan zonanın uyğun olaraq sahəsi və depressiya əyrisinin qradienti olub, qrafiki yolla və analitik yolla tapılır.

Torpaq bəndlərin aşağı yamacının silindrik sürüşmə səthi üzrə seysmik dayanıqlıq əmsalı aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$K_{day}^{sey} = \frac{b_o \gamma_i \cdot \sum h_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{b_o \gamma_i \cdot \sum h_i \sin \alpha_i + \frac{r_{dsk}}{R_o} D(1 + 1,5k_c) + \frac{1}{R_o} \sum S_{hk} \cdot h_k} \geq K_{day}^{sey,h} \quad (49)$$

burada: $K_{day}^{sey,h}$ - seysmiki dayanıqlıq əmsalının həddi qiyməti olub, I və II sinif qurğular üçün 1,2; III və IV sinif qurğular üçün 1,1 qəbul olunur; k_c – seysmiklik əmsalı olub, $J = 7$ ballıq seysmiki olan zona üçün $k_c = 0,025$ olur.

Seysmiki dayanıqlıq əmsalını hidrodinamiki qüvvənin qrafiki və analitik yollarla tapılmış qiymətlərinə görə ayrı-ayrılıqda hesablamalar aparırlar:

D – nin qrafik yolla tapılmış qiymətinə görə:

$$K_{day}^{sey} = 1,57 > K_{day}^{sey} = 1,2$$

D – nin analitik yolla tapılmış qiymətinə görə

$$K_{day}^{sey} = 1,58 > K_{day}^{sey} = 1,2$$

Seysmiki dayanıqlıq əmsalının hər iki halda alınmış qiymətlərindən görüldüyü kimi baxılan birinci halda dayanıqlıq əmsalı ikinci haldakından kiçik alınır. Xudafərin bəndi üçün hər iki halda seysmiki dayanıqlıq şərti ödənilir. Ancaq digər torpaq bəndlər üçün elə hallar ola bilər ki, qrafiki yolla tapılmış D-yə görə seysmiki dayanıqlıq şərti ödənilmədikdə, analitik yolla tapılmış D-yə görə həmin şərt ödənilir. Bu isə torpaq bəndlərdə lüzumsuz yerə əlavə konstruktiv dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Ona görə də belə hesab edirik ki, analitik yolla tapılmış D-yə hesablanan seysmiki dayanıqlıq əmsalına üstünlük verilməlidir.

III FƏSİL. SU ANBARININ DAYANIQLI VƏ NORMAL İŞ REJİMİNİ TƏMİN EDƏN SUTULLAYAN QURĞULARIN MÜASİR VƏZİYYƏTİ VƏ TƏTBİQİ

3.1 Sutullayan qurğular və onların təsnifatı

Çayların axınların zaman boyu qeyri-bərabər paylanır və il boyu kəskin dəyişirlər. Ona görə də bir, bir çox çayların energetika, irriqasiya və digər məqsədlər üçün mənimsənilməsində, onların axınlarının çoxillik, illik və fəsillər üzrə nizamlanması tələb olunur. Bu məqsədlə həmin çayların məcrasında və yaxud onların məcrasına yaxın olan böyük həcmli qapalı relyef çökəkliklərində yaradılan su anbarlarından geniş istifadə olunur. Göstərilən hər iki halda su qovşağının normal iş rejiminin təmin olunması üçün ilk növbədə çayların fəlakət daşqın axınlarının su anbarından təhlükəsiz olaraq aşağı byefə ötürülməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Su anbarlarından daşqın axınlarını aşağı byefə ötürmək üçün müxtəlif konstruksiyalı suburaxanlar tikilir və burada səthi sutullayan qurğulara daha çox üstünlük verilir. Səthi sutullayan qurğular əsasən su anbarının torpaq bəndinin yanında yerləşdirilir. Su qovşağının elementlərinin kompanovkası tərkibində layihələndirilən sutullayıcı qurğular böyük məsuliyyət tələb edir və onların dəyəri daha yüksəkdir.

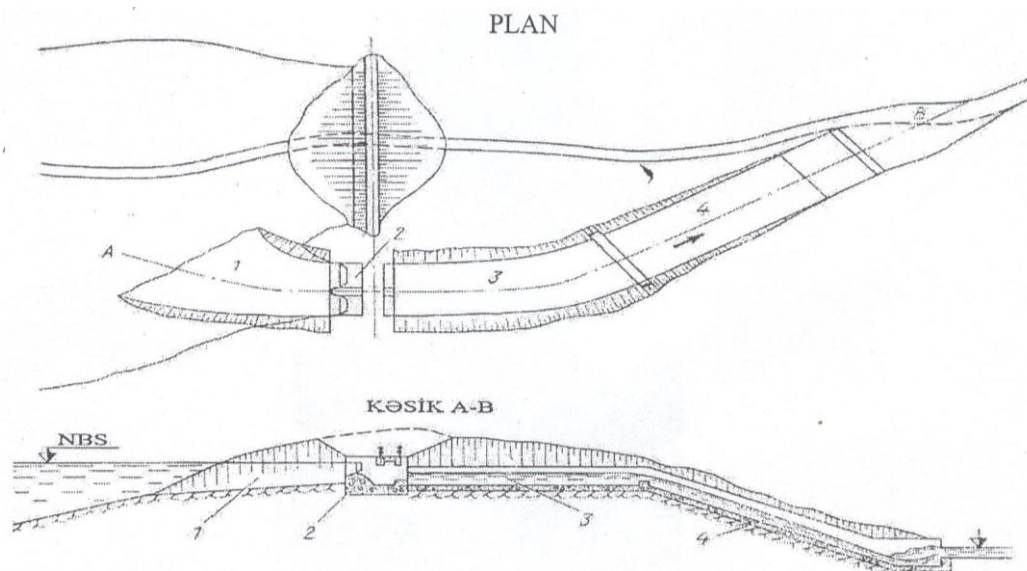
Yerin relyefindən, hidrogeoloji, istismar və digər faktorlardan asılı olaraq sutullayıcı su qovşağı tərkibində müxtəlif sxemlərdə yerləşdirilir. Hal-hazırda çayın fəlakət daşqın səflərini buraxmaq üçün su anbarı qovşağı tərkibində çox müxtəlif konstruksiyalı və hidravliki iş rejimli sutullayan qurğular layihələndirilib istifadə edilir. Bu qurğuların əksəriyyəti torpaq bəndin gövdəsindən kənarında yerləşdirilmişdir.

Sutullayıcı qurğuların suqəbuledici girişinin astanası sipərli və sipərsiz (avtomatik) konstruksiyaya olunurlar. Sutullayanın sipərli suqəbuledicisinin girişi astanası normal su səviyyəsi aşağıda yerləşdirilir. Burada axının sərfi və su

anbarında suyun normal səviyyəsi sipərlə nizamlanır. Giriş astanası sipərlə nizamlanan sutullayanlar əsasən daşqın axınlarının günlük artması intensivliyi passiv olan su anbarlarında düzəldilir. Avtomatik sutullayan qurğularda isə sipərlər qoyulmur və burada suqəbuledicinin astanası yüksəkliyi normal su səviyyəsində yerləşdirilir. Su anbarında suyun səviyyəsi normal su səviyyəsindən yüksək olduqda sutullayan avtomatik işə düşüb izafi su həcmi aşağı byefə atır.

Konstruksiyasına görə səthi sutullayan qurğular suyu frontal qəbul edən açıq suatan kanal, çanaxvari, qülləli, şaxtavari, sifonlu, xəndəkvari olurlar. Bu səthi sutullayıcı qurğuların hər birinin müxtəlif konstruksiyaları və özlərinə məxsus hidravliki iş rejimləri vardır.

Suyu frontal qəbul edən açıq səthi sutullayan qurğular əsasən torpaq, tağvari və kontrfors bəndlərin tərkibində tikilir (şəkil 16). Belə səthi sutullayan qurğular buraxdığı suyun sərfinə görə su anbarının bir və ya hər iki sahilində yerləşdirilə bilər. Su anbarının hər iki sahilində təsadüfi hallarda açıq sutullayıcılar yerləşdirilir. Burada sutullayanın sərfi $500...1200 \text{ m}^3/\text{san-yə}$ çatır.

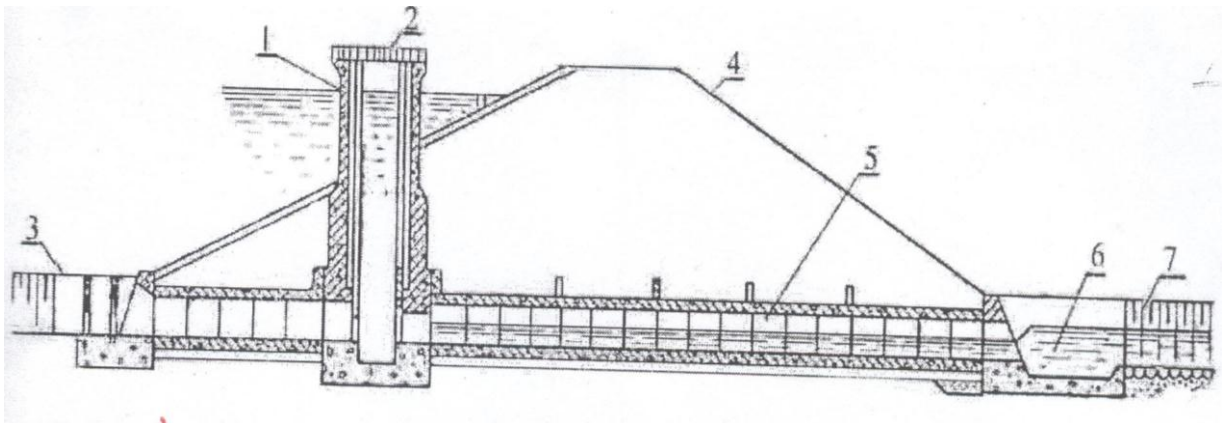


Şəkil 16. Suyu frontal qəbul edən açıq sutullayan qurğusu: 1-gətirici kanal; 2-suaştran; 3-aparıcı kanal; 4-səviyyə əlaqələndirici qurğusu

Frontal suqəbuledən açıq sutullayıcı üç əsas hissədən ibarətdir: giriş hissə, suaşıran, suaparan trakt. Sutullayanın girişinə su kifayət qədər en kəsiyə malik sugətirən kanalla verilir. Kanal əsasən trapesiya en kəsikli olur və onun yamaclıq əmsalı qeyri-qaya qruntlarda $m > 1,5 \div 2,5$, qaya qruntlarda isə $m=0,5$ qəbul edilir. Sutullayıcının girişi suaşıranı alçaq bənddən ibarətdir və planda düzbucaqlıdır.

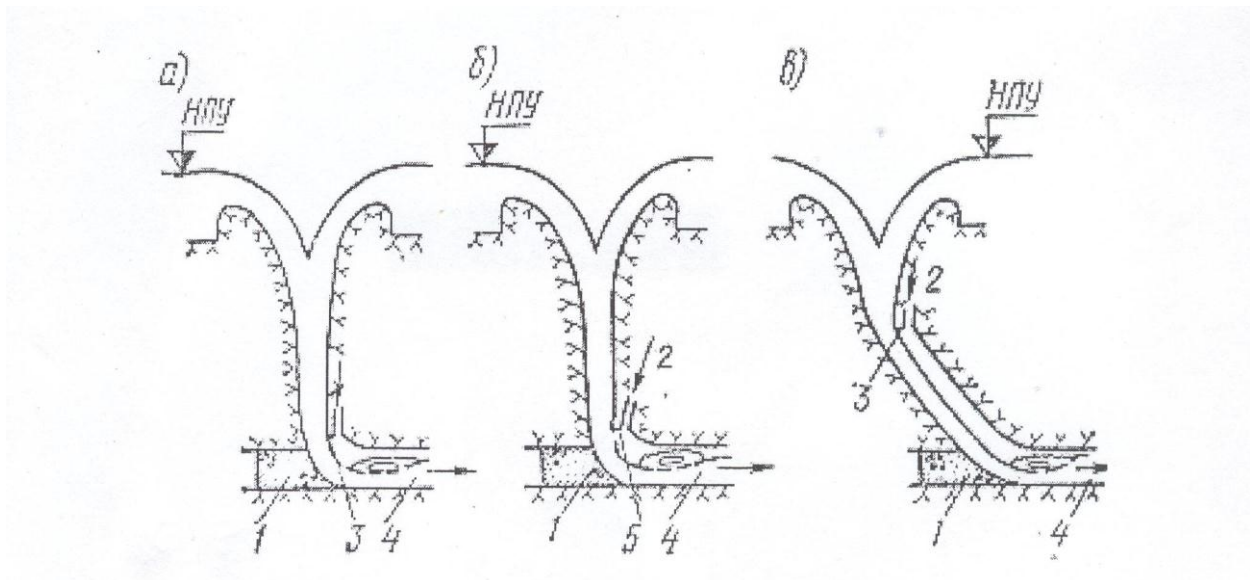
Suaşıran bənd sugətirən kanalın sonunda bəndin oxunda yerləşdirilir. Açıq sutullayıcının suaşıranından sonra suaparan kanal yerləşdirilir və onun en kəsiyi daşqın sərfinə görə təyin edilir. Aparıcı kanal boyu düşmə zonalarına təsadüf olunur və burada səviyyə əlaqələndirici (cəldaxıdan, sudüşürən) qurğulardan istifadə edilir.

Su anbarı qovşaqlarında basqı 8 m-dən böyük olduqda daşqın axınlarını ötürmək üçün qülləli sutullayanlar layihələndirilir. Qülləli sutullayıcıları əsasən torpaq və ya daş torpaq bəndlərin əsasında layihələndirirlər. Qülləli sutullayıcıları əsasən torpaq və ya daş torpaq bəndlərin əsasında layihələndirirlər. Belə səthi sutullayıcı şaquli dairəvi və yaxud düzbucaqlı qüllədən, üfüqi suaparan borudan ibarətdir (şəkil 17).

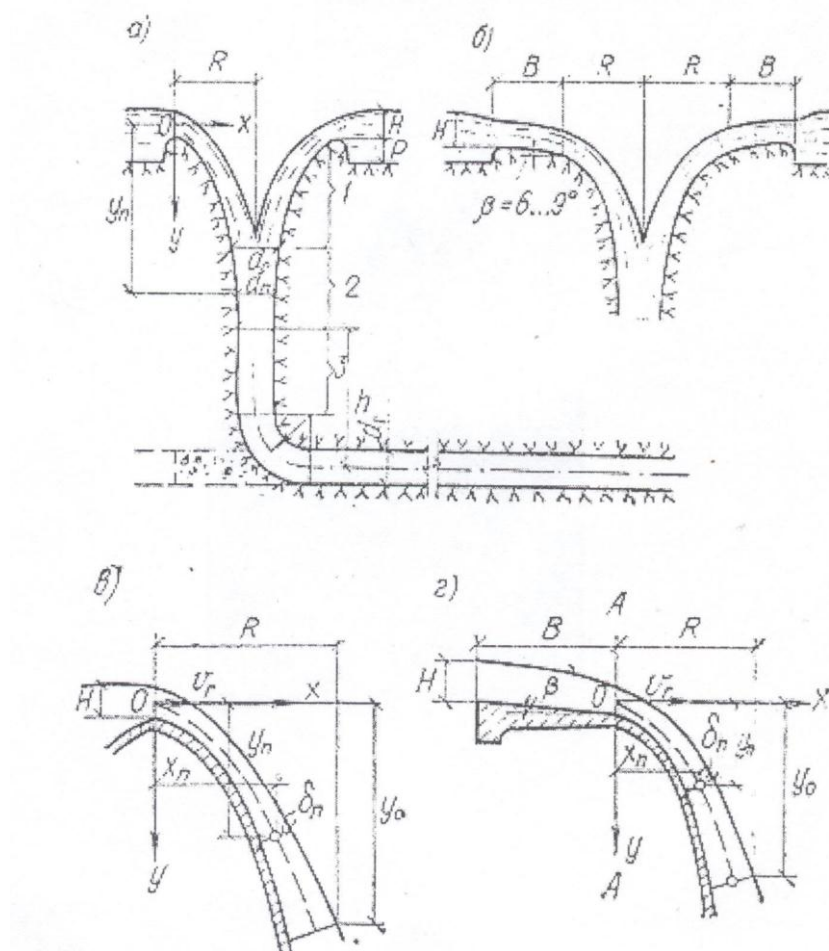


Şəkil 17. Qülləli sutullayan qurğusu: 1-qüllə; 2-metal tor; 3-gətirici kanal; 4-torpaq bənd; 5-aparıcı boru; 6-sudöyən; 7-aparıcı kanal

Qülləli səthi sutullayıcı qurğunun qülləsinin yuxarı suqəbuledən hissəsi su anbarının normal boğulmuş səviyyəsində yerləşdirilir. Bənddə deformasiyaların və sızma axınlarının yaranmaması üçün bu cür sutullayıcı qurğuları bəndin əsasında

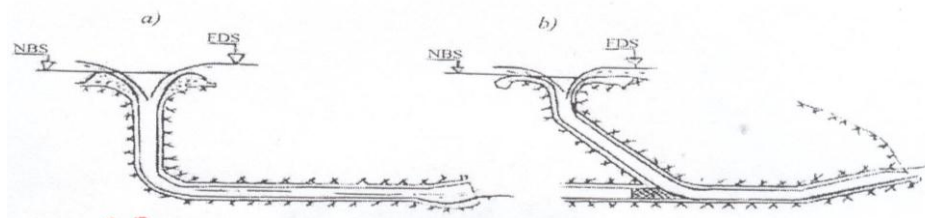


Şəkil 18. Vakuum əleyhinə çıxıntısı olan və hava gətirimli şaquli şaxtalı sutullayıcının sxemləri



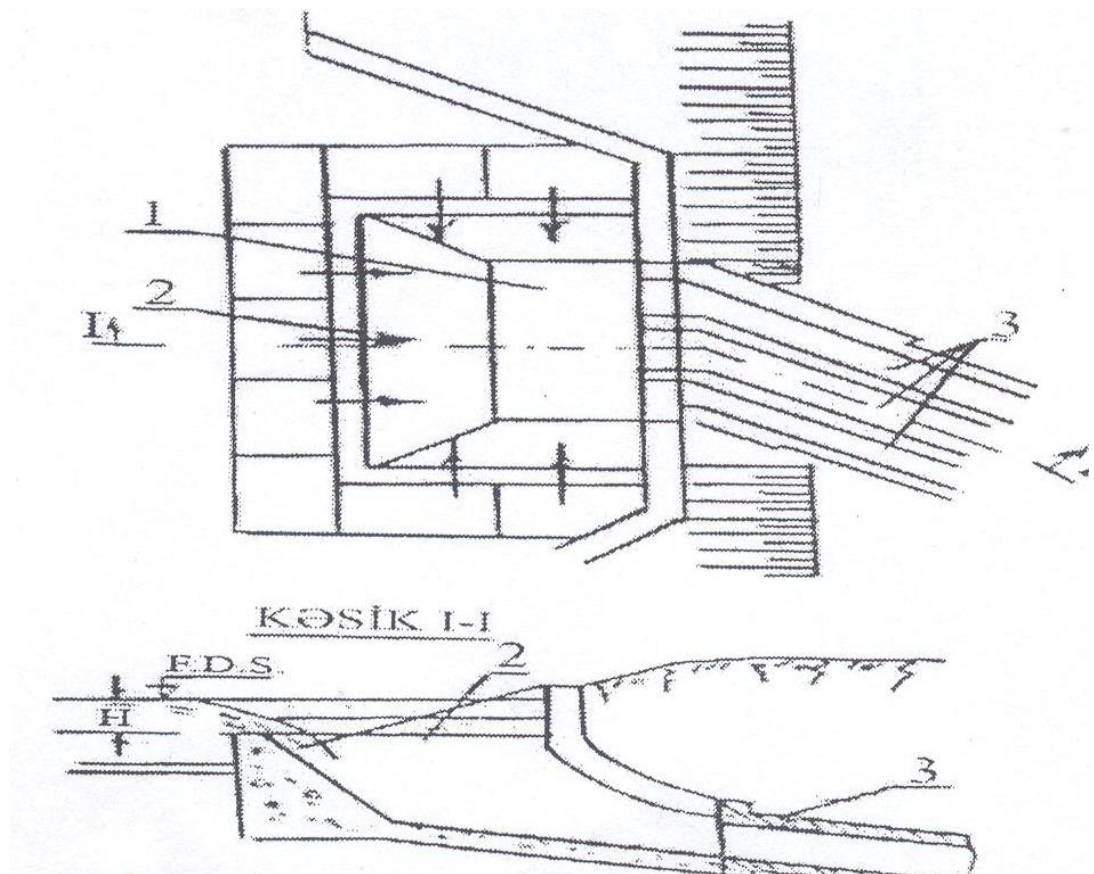
Şəkil 19. Dairəvi suaşranlı şaxtalı sutullayıcının hesablanması sxemi

yerləşdirilməsi məqsədə uyğun sayılır. Qüllənin girişi hissəsinin perimetri boyu metal tor düzəldilir və bu müxtəlif üzən cisimlərin tutulub saxlanması, onların qüllənin içərisinə daxil olmasının qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulur.



Şəkil 20.a) Şaxtavari sutullayan; b) maili şaxtavari sutullayan

Su anbarı qayalıq sahilli sərt dərələrdə yerləşərkən, yüksək basqılı böyük



Şəkil 21. Çanaxvari sutullayan:

1-suaşırın; 2-çanax; 3-səviyyə əlaqələndirici qurğu

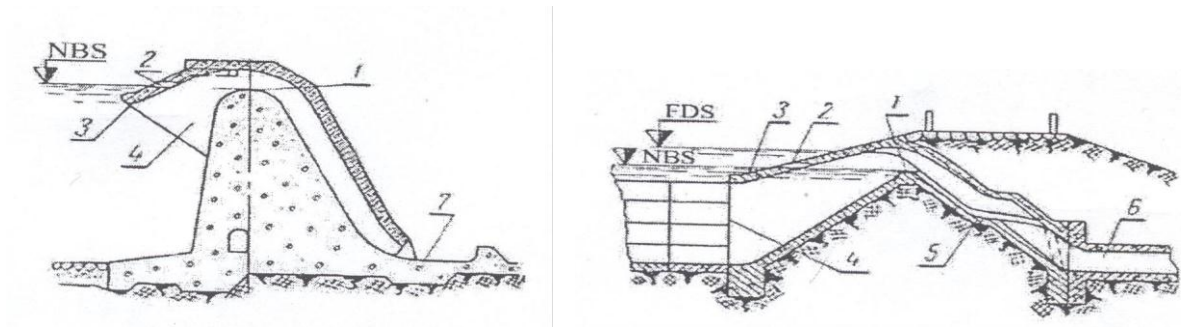
sərflərin buraxılması üçün şaxtavari sutullayıcı qurğulardan da istifadə etmək olar. (şəkil 21). Şaxtavari səthi sutullayıcıların girişi halqavari suaşırın kimi

konstruksiya edilir. Burada daşqın axını aşağı byefdə şaxta və tunel vasitəsilə örtülür. Şaxtanın suaşiran girişi dairəvi şəkildə olub, onun astanası normal su səviyyəsində yerləşdirilir. Belə halda şaxtavari səthi sutullayan avtomatik olaraq su anbarında suyun səviyyəsi normal su səviyyəsindən yüksək olduqda daşqın sərfini aşağı byefdə ötürür. Şaxtavari səthi sutullayan qurğunun suaşiran girişi planda elə yerləşdirilir ki, şaxta daxilində su səlilə daxil olsun. Axın suaşirandan şaxtaya səlilə daxil olmadıqda şaxtada vintvari hərəkət yaranır və bunun nəticəsində də tikintinin dayanıqlığı və suburaxma qabiliyyəti azalır.

Konstruksiyasına görə şaxtavari sutullayıcı qurğular natamam dairəvi, çiçəkvari, tam dairə formasında olur. Onların hər biri özünə məxsus hidravliki iş rejimlərilə fərqlənirlər. Bundan başqa maili şaxtavari səthi sutullayıcı qurğularda tikilir. Burada sutullayanın şaxtası, maili konstruksiya edilir. Maili şaxtavari səthi sutullayıcının girişinə axın frontal və yandan daxil ola bilər. Şaxtanın mailliyi $45...55^{\circ}$ -ə qəbul olunur (şəkil 20).

Su anbarlarından nisbətən kiçik daşqın axınlarını atmaq üçün çanaxvari səthi sutullayıcılardan da istifadə edilir. Belə sutullayanların su sərfi $20 \text{ m}^3/\text{san-yə}$ çatır. Çanaxvari səthi sutullayanların girişi qabırğalı suaşiran kimi layihələndirilir. Suaşiranın arxa hissəsində çanax yerləşdirilir və su anbarından su çanağa üç tərəfdən tökülür. Daşqın sərfi çanaxdan basqılı boru və ya cəldaxıdanla aşağı byefə ötürülür (şəkil 21).

Su anbarlarının bəndlərinin yanından böyük sərfli daşqın axınlarını tullamaq üçün sifonlu sutullayıcılardan geniş istifadə edilir. Sifonlu sutullayıcı qurğular əsasən beton və dəmir beton bəndlərin gövədsində, bir çox hallarda isə torpaq bəndlərin yamacında düzəldilir (şəkil 22). Sifonun suaşiran girişinin astanası yüksəkliyi normal su səviyyəsində yerləşdirilir. Su anbarında normal səviyyə $0.1...0.2 \text{ m}$ qalxarkən sifon işləyir və daşqın axınını yuxarı byefdən atır. Böyük sərfli daşqın sularını buraxmaq üçün işlədilən tək borulu sifon sutullayıcının ölçüləri artır və bu məqsədə uyğun sayılmır. Ona görə də, böyük daşqın axınlarını buraxmaq üçün bir neçə sifonlardan ibarət batereyalardan istifadə olunmasına üstünlük verilir.

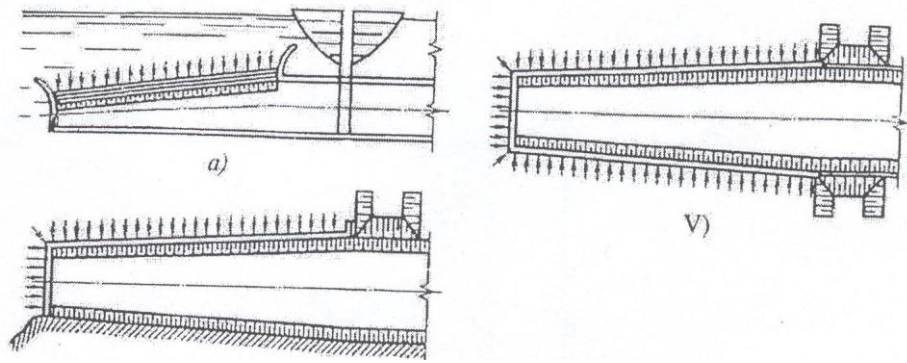


Şəkil 22. Sifonlu sutullayan: 1-sifonun suaşiran tipi; 2-hava dəlikləri; 3-günlük; 4-giriş dəliyi; 5-əksetdirici; 6-sutullayıcı boru; 7-sudöyən quyruğu

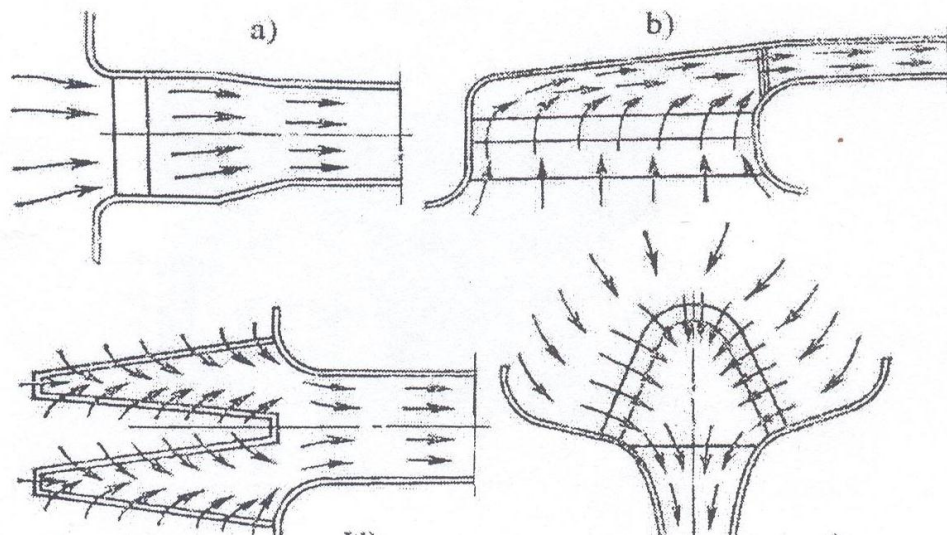
Sərt yamaclı su anbarından böyük daşqın axınını aşağı byefə ötürmək üçün frontal tipli avtomatik sutullayan qurğuların layihələndirilməsi çətinləşir, bu da suaşiranın astanası frontunun genişləndirilməsi və sugətirən kanalın eninin artması ilə bağlıdır. Bu hal iqtisadi cəhətdən sərfəli olmadığı üçün xəndəkvari səthi sutullayan qurğulardan istifadə edilir.

Xəndəkvari sutullayıcı qurğuları adətən bənddən kənarında və ya su qovşağının əsas qurğularını yandan keçməklə sahilə yaxın yerləşdirirlər. Belə sutullayıcılar əsasən tağlı və qabırğalı, bəzi hallarda isə qravitasiya tipli bəndli su qovşaqlarının kompanovkası həllində istifadə olunur. Onların yan suaşiranları sipərlərlə nizamlanan və yaxud avtomatik rejimlərdə işləyirlər.

Xəndəkvari sutullayıcılarda daşqın axını yan suaşiranlardan aşaraq onun arxasında yerləşdirilmiş xəndəyə tökülür. Yan suaşiranların qaşı səviyyəsi su anbarındakı normal su səviyyəsində layihələndirilir. Fəlakət daşqın sərfi xəndəyə bir, iki və ya üç tərəfdən daxil ola bilər (şəkil 24). Yerin topoqrafik və geoloji şəraitindən asılı olaraq, müxtəlif konstruksiyalı xəndəkvari sutullayanlar tikilir. Belə konstruksiyalardan düzxətli giriş astanalı (şəkil 24 a), yan sugötürən girişli (şəkil 25.b), planda əyrixətli giriş astanalı (şəkil 24.q) sutullayıcıları göstərmək olar.



**Şəkil 23. Xəndəkvari sutullayan: a) birtərəfli axın; b) ikitərəfli axın;
c) üçtərəfli axın**

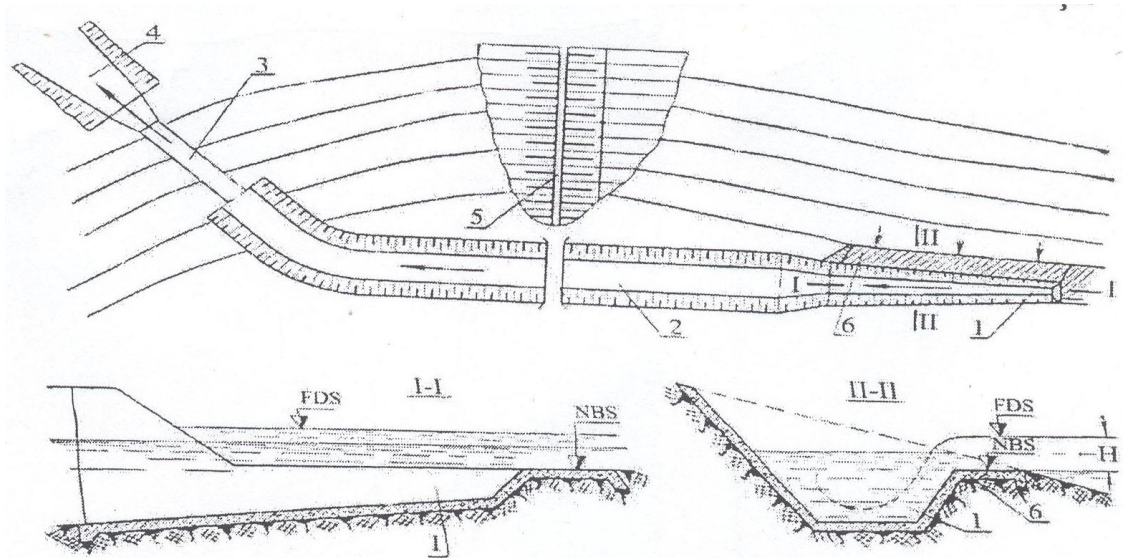


Şəkil 24. Xəndəkvari sutullayanların müxtəlif konstruksiyaları: a) düzxətli giriş astanalı; b) yan suötürən girişli; c) yelpikvari; d) giriş astanalı ayrixətli

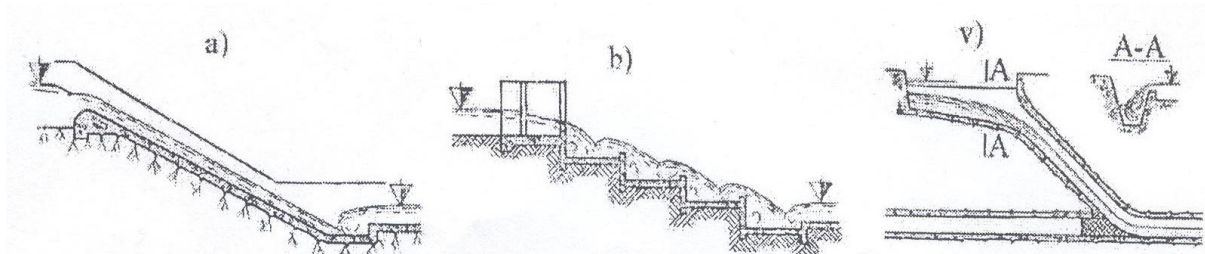
Bir çox hallarda yelpikvari suqəbuledici başlıqlı sutullayanlardan da istifadə edilir. Burada sutullayanın suqəbuledici başlığına axın su anbarından yelpiklərin iki və yaxud üç tərəfindən daxil olaraq toplanır və ümumi suaparan məcra ilə aşağı byefə örtürülür (şəkil 24.c). Onlar ədəbiyyatlarda çox vaxt xəndəkli sutullayan da adlanır.

Xəndəkvari səthi sutullayıcının əsas elementləri suqəbuledici xəndək, suaparan trakt, sudöyən quyu və başqalarından ibarətdir (şəkil 25). Suqəbuledici

baş qurğu sipərli və sipərsiz suaşiran kimi düzəldilər. Burada suaşiranın arxasında suyığan xəndək yaradılır və atılan axının aşağı byefə daha əlverişli hidravliki



Şəkil 25. Xəndəkvari sutullayan: 1-xəndək; 2-sutullayan kanal; 3-səviyyə əlaqələndirici qurğu; 4-aparıcı kanal; 5-bənd; 6-suaşiran astana

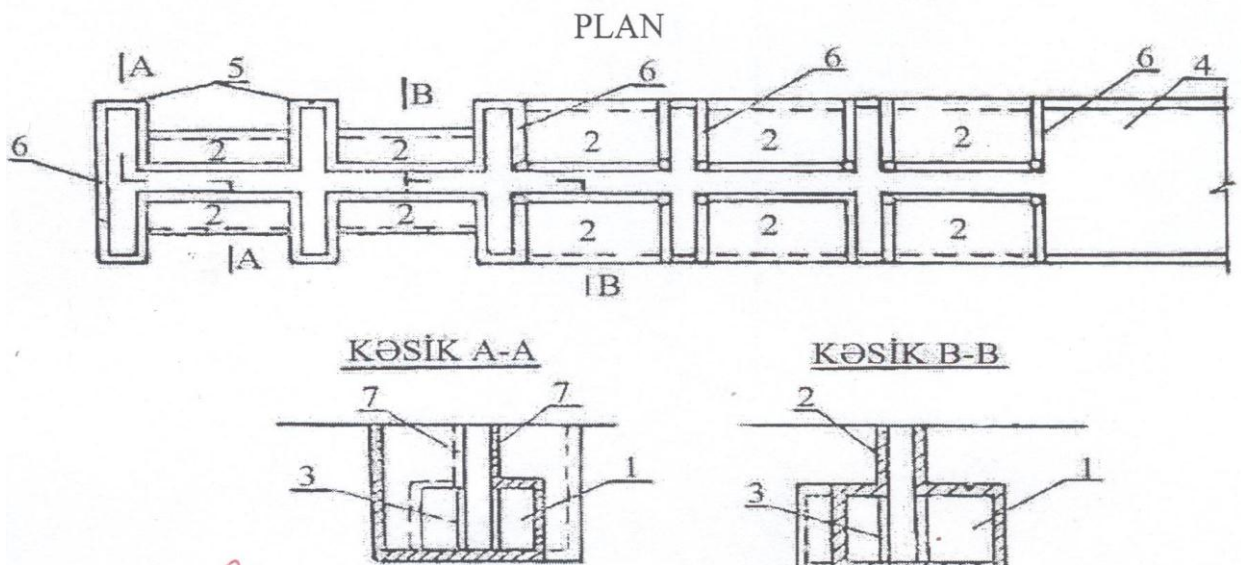


Şəkil 26. Xəndəkvari sutullayanın suaparan traktının müxtəlif konstruksiyaları: a) cəldaxıdan; b) sudüşürən; c) tunel

rejimdə ötürülməsi təmin olunur. Suyığan xəndəkdən axın suaparan trakta verilir və aşağı byefə axıdılır. Onların suaparan traktı cəldaxıdan, tunel, sudüşürən və yaxud şaxta kimi layihələndirilir (şək 26). Aşağı byefdə axının izafi enerjisni söndürmək üçün müxtəlif konstruksiyalı qurğulardan, o cümlədən hamar dib səthli, söndürücüləri olan sudöyən divarlı və kombinasiya olunmuş quyulardan istifadə olunur. Xəndəkvari səthi sutullayan qurğunun xəndəyinin eni, uzununu boyu sabit və

yaxud dəyişən olur. Onlar digər sutullayıcı qurğulardan xəndək daxilində axının vintvari və dövri burulğanlı hərəkəti ilə fərqlənirlər.

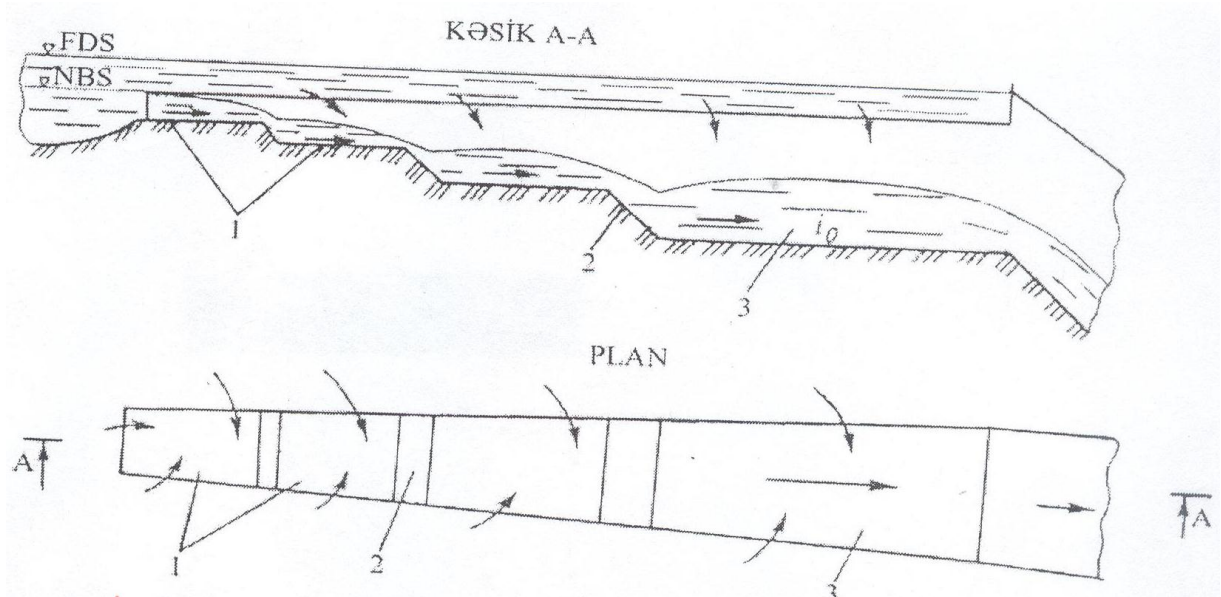
Xəndəkvari sutullayan qurğuları təkmilləşdirmək məqsədi ilə onların müxtəlif konstruksiyaları işlənilib hazırlanmışdır. Belə konstruksiyalardan suqəbuledici başlığı uzununa və enin novlardan təşkil olunmuş sutullayıcı qurğunu göstərmək olar. Burada sutullayıcı qurğu başlıqdan, suaparan və çıxış hissələrdən ibarətdir. Qurğunun başlığını əsas köməkçi novlar və dirəklər təşkil edir (şək 27). Əsas novun yan divarlarına və digər tərəfdən isə divarlarından aşan su axını əsas novdakı axının eni istiqamətində daxil olduğundan burada suyun vintvari hərəkətini pozur. Bunun nəticəsində sutullayanın hidravlikası yaxşılaşır və onun suburaxma qabiliyyəti artır. Lakin qurğunun konstruksiyası çox mürəkkəbləşir və daşqın axınında çayların gətirdiyi üzən cisimlərin burada ilişib qalmasına şərait yaranır.



Şəkil 27. Novlu sutullayan qurğu: 1-başlığın əsas novu; 2-ön divarlı köməkçi novlar; 3-saxlayıcı dirəklər; 4-qurğunun suaparan hissəsi; 5-əsas novun divarlarından suaşıran hissələr; 6 və 7-köməkçi novların yan və ön divarları

Su anbarından fəlakət daşqın axını zamanı xəndəkvari sutullayıcı qurğunun suburaxma qabiliyyətinin yüksəldilməsi, onun suaparan traktının işinin yaxşılaşdırılması məqsədilə sutullayanın xəndəkli suqəbuledici başlığı uzununu boyu

düşmələrlə düzəldilir (şək.29). Düşmələr xəndəyin daxilində axının dövrü fırlanma hərəkətinin pozulmasına, eləcə də onun uzununu boyu suyun sürətinin azalmasına səbəb olur. Belə düşmələr qurğunun suqəbuledici başlığının ölçülərini azaldır.



Şəkil 28. Düşmələri olan xəndəkvəri sutullayan: 1-düşmələr; 2-maili düşmə divarları; 3- xəndək

Bəzi hallarda sutullayan qurğunun suburaxma qabiliyyətini artırmaq üçün xəndəyin daxilində əlavə nov yerləşdirilir. Bu nov xəndəyin yan divarlarına üçbucaq formalı içi boş tirlər vasitəsilə birləşdirilir. Tirlərin içərisi boş olduğundan onun vasitəsilə də su anbarlarından xəndəyə axın daxil olur, bu da suqəbuledici başlığın hündürlüyünün 2...3 m azalmasına imkan verir. Burada, sutullayanın plan ölçüləri təxminən 2 dəfə azalır. Belə konstruksiyalı sutullayan qurğunun iri ölçülü üzən cisimlər gətirən çaylardakı su anbarlarında layihələndirilməsi məqsədə uyğun sayılır.

Su anbarlarının layihələndirilməsində daşqın axımlarının təhlükəsiz ötürülməsini təmin edən sutullayan qurğunun konstruksiyasının seçilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Burada sutullayan qurğunun və onun konstruktiv elementlərinin, eləcə də hidravliki iş rejimlərinin xüsusiyyətləri nəzərə alınmalıdır.

3.2. Sutullayan qurğunun tipinin seçilməsi

Hidroqovşağın əsas hidrotexniki qurğularından sayılan sutullayan qurğunun tipi aşağıdakıları nəzərə almaqla seçilir:

- a) bəndin tipinə görə;
- b) daşqın və tikinti sərfinə görə;
- c) işlərin təşkilinin ümumi sxeminə və tikinti sərfələrinin buraxılmasına görə;
- d) hidroqovşağın yerləşdiyi ərazinin topoqrafik, geoloji və hidrogoloji şəraitə görə;
- e) istismar xüsusiyyətlərinə görə;
- ə) texniki-iqtisadi müqayisəsinə görə.

Başqa bərabər şərtlər olduqda hidrodüyündə torpaq və ya Daş tökmə bəndlər olduqda, əgər tikinti sərfini buraxmağa ehtiyac olmazsa, məcra tipli sutullayıcıya üstünlük verilir.

Hər qurğuya atılacaq sərf $5000 \text{ m}^3/\text{san}$ olmazsa sahil sutullayıcının tətbiqi əlverişlidir. Ancaq atılacaq sərf 10-12 min m^3/san -ə çatır. Xəndəkvari və şaxtalı sutullayıcıların tətbiqi qaya qruntlarda və sərt yamaclarda məqsədəuyğundur.

Sifon sutullayıcılar tez yaranan daşqınlarda və su anbarının nisbətən az akkumulyasiyası zamanı tətbiqi məqsədəuyğundur. Sifon sutullayıcıların üstünlüyü onların yuxarı byefdə səviyyənin az qalxması zamanı tez işə düşməsidir. Onun əsas çatışmayan cəhəti üzən cisimləri aşağı byefə atması imkanı yoxdur. Ona görə adətən sifonla yanaşı bağlayıcı ilə təchiz olunmuş suaşırın deşik (aşırım) olmalıdır. Tunel və şaxta şəkilli aparıcı hissəsi olan şaxtalı, xəndəkvari və sifon sutullayıcıların tətbiqi atılacaq sərf $5000 \text{ m}^3/\text{san}$ qədər olduqda məqsədəuyğundur.

Qapalı tunel sutullayıcılar o hallarda məqsədəuyğundur ki, tuneldən həm də tikinti sərfinin buraxılması üçün istifadə olunur (nəzərdə tutulur).

3.3. Sutullayan qurğunun hidravliki hesabı

Su anbarı hidroqovşaqlarının sutullayanlarının və onların suqəbuledici baş qurğusunun çox müxtəlif konstruksiyaları işlənilib hazırlanmışdır. Bunların içərisində ən çox yayılmış şaxtavari sutullayanlar xəndəktiqli sutullayanlardır.

Qeyd etmək lazımdır ki, Araz çayı üzərində Xudafərin su anbarı hidroqovşağının tikilməsilə bağlı onun səthi sutullayanının geniş miqyasda eksperimental tədqiqatları aparılmışdır. Bu tədqiqatların nəticəsində həmin obyektin sutullayanını su anbarından birtərəfli qidalanan mövcud konstruksiyalı xəndəkli baş suqəbuledicinə əvəzinə prinsipcə yeni konstruksiyalı oxşar suqəbuledici baş qurğu işlənilib hazırlanmışdır. Sutullayanın xəndək və onun daxilində əlavə yerləşdirilmiş şaxtadan ibarət təklif edilmiş yeni konstruksiyalı baş qurğusu yüksək suburaxma qabiliyyətinə malik olub, sadə konstruksiyası və olduqca yığcam komponentləri ilə səciyyəvidir, onun uzunluğu mövcud xəndəkdən bir neçə dəfə qısadır. Daxilində əlavə şaxta yerləşdirilmiş xəndəkli baş qurğunun çoxsaylı hidravliki tədqiqatları aparılmış və Xudafərin su anbarının səthi sutullayanı üçün qəbul olunub, onun laboratoriya tədqiqatları aparılmışdır. Lakin təklif olunmuş daxli şaxtalı xəndəyin hidravliki hesabını mövcud şaxtalar üçün verilmiş çox saylı metodlar və düsturlarla aparılmasında qənaətbəxş nəticələr alınmır. Ona görə sutullayan qurğunun baş hissəsini şaxtavari götürməklə onun hesabını aparmışam.

Bu konstruksiyalardan fərqli olaraq sutullayan qurğunun baş suqəbuledici hissəsini dairəvi şaxtavari konstruksiya tətbiq etmişəm. Konstruksiyanın başlıq hissəsinin ölçüləri aşağıdakı kimi alınmışdır:

Şaxtavari sutullayıcı qurğu suaşırın varonka (dairəvi suaşırın), keçid hissəsi, şaquli şaxta, aparıcı tunel, sudöyən quyru, aparıcı kanaldan ibarətdir

Hidravliki hesabat apararaq şaxtavari sutullayıcının ölçülərini və axımın parametrlərini tapmaq üçün bizə aşağıdakılar məlumdur:

Sutullayıcı sərf $Q_{st} = 1500 \text{ m}^3/\text{san.}$ konus hissənin səthinin üfüqlə yaratdığı bucaq: $\alpha = 8^\circ$; astana üzərindəki basqı:

$$H = \nabla NBS - \nabla Dib_s = 307,5 - 305,0 = 2,5 \text{ m sərf əmsalı : } m = 0,36.$$

Varonkanın radiusu aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$R = \frac{Q_{st}}{m \cdot 2\pi \sqrt{2g} H^{\frac{2}{3}}} = \frac{1500}{0,36 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 2,5^{\frac{2}{3}}} = 37,8 \text{ m}$$

Konik hissənin sonunda axının dərinliyi dar:

$$h_0 = 0,65H = 0,65 \cdot 2,5 = 1,625 \text{ m}$$

Konik hissənin uzunluğu aşağıdakı kimi tapılır:

$$h = (0,4 \div 0,5)R = (0,4 \div 0,5) \cdot 37,8 = (15,12 \div 18,9) = 17 \text{ m}$$

Konik hissənin sonundakı radiusu aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$r_0 = R - h - 0,325H \sin \alpha = 37,8 - 17 - 0,325 \cdot 2,5 \cdot 0,14 = 20,68 \text{ m}$$

konik hissənin sonunda axının sürəti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$v_0 = \frac{Q_{st}}{(2\pi r_0 h_0)} = \frac{1500}{(2 \cdot 3,14 \cdot 20,68 \cdot 1,625)} = 7,1 \text{ m/san.}$$

Suaşırın varonkanın əyrixətli hissəsində axının mərkəzi xəttinin koordinatları aşağıdakı parabdik tənliklə hər bir kəsikdə tapılır:

$$y = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)^2 + ktg \alpha \quad (50)$$

Axın şırnağının mərkəzi xətti üzrə ordinat qiymətindən asılı olaraq sürəti aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$v = \varphi \sqrt{2gy + v_0^2} \quad (51)$$

burada: g - axının mərkəzi: xəttinin dəyişən ordinatı; y - sürət əmsalı: $y = 0,95 \div 0,97 = 0,95$

Parabdik hissədə axın şırnağın qalınlığı aşağıdakı düsturla tapılır.

$$h = \frac{Q_{st}}{2\pi(r_0 - x)v} \quad (52)$$

(50) tənliyi ilə axın şırnağının mərkəzi xəttinin koordinatları, (51) düsturu ilə hər bir nöqtədə axının tam orta sürəti və bu nöqtələrə uyğun olaraq şırnağın qalınlığı ilə (52) düsturu ilə tapırıq.

Hesabatı aşağıdakı cədvəl formasında aparırıq:

Cədvəl 9

x, m	0	4,0	8,0	12,0	17,0
y, m	0	3,36	7,51	16,07	31,33
v, m/san	-	10,16	13,3	18,14	24,47
h, m	-	1,4	1,42	1,52	2,65

Şırnağın mərkəzi xəttinin maksimal ordinatını (y_{max}) yerləşən nöqtədə sürət aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$V_y = \varphi \sqrt{2gy_{max}} = 0,95 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 31,33} = 23,46 \text{ m/san}$$

Onda varonkanın diametri aşağıdakı düsturla tapılır:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4Q_{st}}{\pi \cdot v_y}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1500}{3,14 \cdot 23,46}} = 9,0 \text{ m}$$

Tuneli düzbucaqlı-yarımdairə formasında qəbul edərək hesabat aparmadan $b=d_{tun}=d_0=9,0$ m götürürük. Şaxtanın sonu, tunelin əvvəlin axımın dərinliyi $h_n = \frac{Q_{st}}{(bv_n)}$ düsturu ilə tapılır. v_n - axımın həmin yerdə sürətidir;

$$v_n = \varphi \sqrt{v_y^2 + 2gh} = 0,95 \cdot \sqrt{23,46^2 + 2 \cdot 9,81 \cdot 7,0} = 24,9$$

$$h_n = \frac{1500}{9 \cdot 24,9} = 7,0$$

Tunelin dib mailliyi böhran mailliyindən böyük qəbul edildikdə ($i_{tun} > i_{böhr}$), şaxtanın tunelə qovuşan yerində hidravliki sıçrayış baş vermir və tuneldə axın qalxma əyrisi yerləşən zonada qeyri-müntəzəm hərəkətlər müşahidə edilir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

Magistr dissertasiyasında aparılmış tədqiqatlar aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan verir:

1. Araz çayının su ehtiyatlarından istifadə olunması üçün yaradılan Xudafərin su anbarının dayanıqlığı istər torpaq bəndə, istərsə də sutullayan qurğuya görə təhlil edilmişdir.

2. Torpaq bənddən aşağı zonalarda sızan suların təsirindən erroziyanın və ekoloji tarazlığın pozulmasının qarşısının alınması üçün bəndin aşağı byefə tərəf yönəlmiş gövdəsi daxilində ətraf üçqat əks süzgəclə əhatə olunmuş plastmas borulu drenajın tətbiq olunması təklif olunmuşdur.

3. Drenajın yeni konstruksiyasında (plastmas boruda) axının rast gəlinən halında suyun dərinliyindən və borunun diametrindən asılı olaraq canlı kəsik üçün ifadələr alınmışdır.

4. Xudafərin bəndi üçün drenajı daşdan banket prizmalı və üçqat əks süzgəclə əhatə edilmiş plastmas borulu variantında sızmaya hesablanma metodikası verilmişdir.

5. Xudafərin bəndi ilə yanaşı taxta körpü bəndinə plastmas borulu drenaj konstruksiyası tətbiq etməklə sızmaya hesablama aparılmışdır.

6. Aparılmış hesablamalarda bəndlərdən sızma axınının xüsusi sərfləri olduqca bir-birinə yaxın alınmışdır ki, buda yeni konstruksiyalı torpaq bəndlərin istismar dövrü daha etibarlı işlənməsini göstərir.

7. Yeni drenaj konstruksiyalı Xudafərin bəndinin aşağı yamacının seymiki və statiki dayanıqlığa hesablanması təhlil edilmişdir.

8. Xudafərin su anbarının dayanıqlığını təmin edilməsindən ötrü maksimum sərfləri buraxmağa qadir olan şaxtavari sutullayıcının hidravliki hesabatı aparılmışdır.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Abdilov S.Ə. , Musayev Z.S., Mahmudov T.M. və b. Hidrotexniki qurğular. Bakı: Maarif 1996, 421s.
2. Bağırov S.U., Selmayiski R.Ə., Məmmədov A.Q.. Hidrotexniki qurğular (su anbarı qurğusunun öyrənilməsi və layihələndirilməsi üzrə metodik göstərişlər). Bakı: AzPİ nəşriyyatı, 1978, 85s.
3. Bağırov S.U. Hidrotexniki qurğular (proqram və metodiki göstərişlər I hissə) Bakı: 1980, 97s.
4. Bağırov S.U., Selmayiski R.Ə., Məmmədov A.Q. Su anbarı hidrotexniki qurğuları. Bakı AzPİ nəşriyyatı, 1979, 93s.
5. Bəşirov F.B., Bayramov A.Ə. Xudafərin su anbarının səthi sutullayanı AzSPETİ, Elmi – praktiki konfransının materialları, Bakı: Mars – print, 2001, s. 164-166
6. Məmmədov K.M., Musayev Z.S., Hidrotexniki qurğular. Bakı: Tİ-Media 2006, 405s.
7. Məmmədov M.Ə. Hidromexanikanın əsasları. Bakı Universiteti nəşriyyatı, 1995, 271 s.
8. Məmməd zadə Y.İ.Hidravlika. Bakı: Azərtədrisnəşr, 1963, 295s.
9. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Mahmudov T.M. Hidravlika və hidravliki maşınlar (dərslük), Bakı: Tİ- Media, 2005, 420s.
- 10.Musayev Z.S., Məmmədov K.M., İsmayılov F.M. Hidravlika (dərslük) Bakı: Çəşioğlu, 2001, 209s.
- 11.Musayev Z.S., Cəfərova N.S., Mürsəlov A.Ə., Əliyev A.Ə. Mövcud səthi sutullayan qurğular və onların konstruksiyaları// Su təsərrüfatı və mühəndis kommunikasiya sistemləri fakültəsinin elmi əsərlər toplusu, 2001, №9, s.13-20.
- 12.Баширов Ф.Б., Имамвердиев Р.С. Лабораторные исследование режима работы паводкового водосброса гидроузла на р. Олга. Баку: НТО, БФ ВПИИ «Водное», 1989-267 с.

- 13.Баширов Ф.Б., Мамедов А.Ш. Водосбросное сооружение. М: Патент РФ, 1994
- 14.M.S.Zərbəliyev, Reza Puramantes Rəsul. Səthi sutullayan qurğular və onların konstruksiyası. “Ekologiya və su təsərrüfatı elmi-texniki istehsalat jurnalı”. №5, 2010, səh 67.
- 15.M.S.Zərbəliyev, Reza Puramantes Rəsul. Sutullayan qurğularda yaranan qorxulu kavitasiyanın qarşısının alınması və ya təsirinin azaldılması. “Ekologiya və su təsərrüfatı elmi-texniki istehsalat jurnalı”. №1, 2011, səh 70.
- 16.Агасиева С.И. Боковые водосливы и траншейные водосбросы. М.;1956, 84с.
- 17.Агасиева С.И. Гидравлический расчет траншеи при боковм водосливе // Труды ВНИИГ и М, том XXX, М: 1957, с. 78-87
- 18.Идельчик И.Е. Гидравлические сопротивления. М.: Госэнергоиздат, 1954, 316с.
- 19.Киселев П.Г., Движение жидкости с переменной массой // Сборник трудов МИСИ, 1955, №9, с.5-40
- 20.Руднев С.С. Боковые водосбросы. М.: Госэнергоиздат, 1941, 130с.
- 21.Akademik Jan Smetana. Hidravlika 1. Gsav,1957, 544 p.p.
- 22.Akademik Jan Smetana. Hidrvalika 2. Gsav. 1957, 490 p.p.
- 23.Z.S.Musayev, N.E.Şirinova, Xudafərin su anbarı bəndinin dayanıqlığa hesablanma metodikası. “Ekologiya və Su təsərrüfatı Elmi-texniki istehsalat jurnalı, ” №2, aprel, 2017-ci il.
24. Şirinova N.E., dos. Musayev Z.S., Torpaq bəndin dayanıqlığa hesablanması hidrodinamiki qüvvənin yaradan zonanın sahəsinin və sızma qradiyentinin analitik üsulla təyin edilməsi. AzMIU. Tələbə və magistrlərin XXXIX Elmi konfransının materialı, Bakı.2017.