საქართველოს საერთაშორისო ენერგეტიკული კორპორაცია

"გარდაბანი ჰესი"

გარდაბნის თბოელექტროსადგურის წყალუზრუნველყოფის ტრაქტზე

წინასაპროექტო კვლევის ანგარიში

თბილისი 2016

შესავალი

წინამდებარე დოკუმენტის ამოცანაა, დაასაბუთოს გარდაბნის (თბილისის) თბოელექტროსადგურის წყალუზრუნველყოფის ტრაქტზე, მცირე სიმძლავრის ჰიდროელექტროსადგურის მოწყობის ტექნიკური შესაძლებლობა და ეკონომიკური მიზანშეწონილობა.

გარაბნის თბოელექტროსადგური საქართველოს ერთერთი უმნიშვნელოვანესი ენერგეტიკული ობიექტია. თბოელექტროსადგურის მშენებლობა დაიწყო 1961 წელს. პირველი თბოეენერგობლოკი ექსპლუატაციაში შევიდა 1963 წელს. სრული სიმძლავრით, თბოელექტროსადგური ექსპლუატაციაშია 1972 წლიდან.. თბოელექტროსადგურის სრული დადგმული სიმძლავრე შეადგენს 1240 მგვტ-ს (4x150+4x160=1240). ელექტროენერგიის წლიურმა გამომუშავებამ, თბოელექტროსადგურის სრული დატვირთვით მუშაოების პირობებში შეიძლება მიაღწიოს 7000-8000 გგვტ საათას, თუმცა მთელ რიგ წლებში, არასრული სიმძლავრით მუშაობის გამო თბოელექტროსადგურის მიერ ელექტროენერგიის გამომუშავება გაცილებით ნაკლებია. თბოელექტროსადგური მუშაობს მაზუთსა და გაზზე.

თბოელექტროსადგურის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია მისი ტექნიკური წყლით უზრუნველყოფის სისტემა, რომელიც შესდგება შემდეგი ნაგებობებისა და კვანძებისაგან:

• რუსთავის სამრეწველო კვანძის სათავე წყალმიმღები ნაგებობა: ეწყობა მდინარე მტკვარზე. წარმოადგენს ე.წ. დასაშლელი ტიპის კაშხალს, ექვსი წყალგამტარი მალით. თითოეული მალის სიგანეა 20,0 მ. წყალგამტარ მალებში დამონტაჟებულია ცილინდრული შემტბორავი ფარები. გამრეცხი მალის ფლუტბეტის ნიშნულია 326,0 მ. კაშხალზე გადადის საავტომობილო ხიდი.

• რუსთავის სამრეწველო კვანძის წყალმიმღები ნაგებობა: აქვს ორი წყალმიმღები ხვრეტი, თითოეული სიგანით 7,0 მ., 1,5 მ. სიგანის შუალედური ბურჯით. წყალმიმღებიდან წყალი გადაედინება რკინაბერტონის გალერეებში. წყალმიმღების ზღურბლის ნიშნულია 329,0 მ.;

• რუსთავის სამრეწველო კვანძის დახურული და ღია მაგისტრალური წყალსატარები: წყალსატარი სათავეს იღებს წყალმიმღები კვანძის შემდეგ. შედგება 3,4 ×2,2 მ. განივი კვეთის მქონე რკინაბეტონის გალერეების ორი ძაფისაგან, რომელიც პკ 57-ზე გადადის ღია არხში. წყალსატარის სრული სიგრძეა 7,9 კმ. წყალსატარის ფსკერის ნიშნული დასაწყისში (წყალმიმღებიდან გამოსვლის კვანძი) შეადგენს 327,94 მ.-ს, ბოლოში - 314,77 მ. წყალსატარის საპროექტო წყალგამტარობაა – 25 მ3/წმ.

• გარაბნის მაგისტრალური სარწყავი არხი – გარდაბნის მაგისტრალური არხის სიგრძე შეადგენს 6,77 კმ. საპროექტო წყალგამტარობა თბოელექტროსადგურის მიერ წყლის აღების წერტილამდე შეადგენს 42 მ3/წმ-ს.

• წყალგამყოფი რაბი #1 და რაბი რეგულატორი #2; რაბ-რეგულატორი #1 წარმოადგენს ბეტონის ორმალიან ფართოზღურბლიან წყალსაშვს, სიგანით – 9,5 მ. წყალგამტარი მალებში ჩამონტაჟებულია 4,0×2,3 მ. ზომის ბრტყელი ფარები. წყალმიმღები ხვრეტების ფსკერის ნიშნული შეადგენს 314,5 მ.-ს. წყალგამყოფი რაბი #2 ასევე წარმოადგენს ორმალიან, ფართოზღურბლიან ბეტონის წყალსაშვს. თითოეული მალის სიგანეა 4,0 მ. მთლიანიობაში, #2 რაბ-რეგულატორის კონსტრუქცია, #1 რეაბ-რეგულატორის კონსტრუქციის ანალოგიურია, იმ განსხვავებით რომ #2 რაბ-რეგულატორს არა აქვს ამწე-მექანიზმების ბაქანი. ფარების ზომებია 4,0×2,8 მ.. რაბის ფლუტბეტის ნიშნულია 313,47 მ.;

• მიმყვნი არხი #2, #1 წყალგამყოფი რაბიდან გისოსების კამერამდე: რაბ-რეგულატორიდან იწყება მიმყვანი არხები, რომლითაც წყალი მიეწოდება გისოსების კამერას: #1 რაბ-რეგულატორიდან გამომავალი მიმყვანი არხი წარმოადგენს ტრაპეციული კვეთის ღია არხს, სიგრძით 3360 მ. არხის განივი კვეთის ზომები იცვლება არხის სიგრძეზე, არხის ქანობის შესაბამისად. #2 რაბ-რეგულატორიდან გამომავალი მიმყვანი არხის სიგრძეა 1,75 კმ. (სალექარის სიგრძის ჩათვლით)

• ექვსკამერიანი სალექარი #2 მიმყვან არხზე: მდებარეობსა 450 მ.-ში წყალგამყოფი რაბიდან. სალექარი კამერების შესასვლელ კვეთებში მოწყობილია ფარები. სალექარის კამერების სიგანეა 7,0 მ. სალექარი კამერის სიგრძეა 45 მ. წყლის სიღრმე კამერის დასაწყისში შეადგენს 2,35 მ-ს, ხოლო ბოლოში 4,0 მ.-ს. სალქარის გამოსასვლელ სათავისში მოწყობილია გამრეცხი გალერეა. სალექარის შესასვლელი სათავისის ზღურბლის ნიშნულია 313,95 მ. სალექარის კედლების ქიმის ნიშნული 316,4 მ.

• წყალმიმღები და გისოსების კამერა: წყალმიმღების საანგარიშო წყალგამტარობა შეადგენს 36,0 მ3/წმ-ს. შესდგება ორი ნაწილისაგან. ჳ რიგის წყალმიმღები, ოთხი წყალმიმღები კამერით და ჳჳ რიგის წყალმიმღები – ორი კამერით. ამგვარად სულ გვაქვს 6 წყალმიმღები კამერა. თითოეულ კამერაში დამონტაჟებულია წყალში შეტივნარებული ნაგავის დამჭერი მბრუნავი გისოსები. თითოეული კამერის საანგარიშო ხარჯია – 6,0 მ3/წმ.

• უქმი და გამოყენებული წყლის წყალსაგდები გისოსების კამერიდან, სათავე კვანძი: აღნიშნული უქმი წყალსაგდების ამოცანაა არ დაუშვას #2 წყალმიმყვანი არხის გადავსება და წყლის არხის ბერმებზე გადადინება. წყალსაგდები სათავისის შემადგენლობაში შედის ორი წყალსაშვი. ფართოზღურბლიანი წყალსაშვი, სიგრძით 15,3 მ. და სიგანით 3,6 მ., რომელიც გადაკეტილია ფარით. აღნიშნული ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის გაგრძელებაზე მოწყობილია პრაქტიკული პროფილის წყალგადასადინებელი წყალსაშვი, ზღურბლის სიგრძით 20,0 მ. ფართოზღურბლიანი წყალსაშვის ზღურბლის ნიშნულია -305,30 მ. პრაქტიკული პროფილის წყალგადასადინებელი წყალსაშვის ქიმის ნიშნული – 306,10 მ.

• დაწნევიანი წყალსატარი გისოსების კამერიდან სამრეწველო მოედნამდე: აღნიშნული დაწნევიანი წყალსატარის დანიშნულებაა ტექნიკური წყლის გატარება მბრუნავ გისოსებიანი კამერებიდან შახტურ წყალსაგდებამდე, რომელიც მდებარეობს უშუალოდ თბოელექტროსადგურის ტერიტორიაზე. წყალსატარი შესდგება დ=2,8 მ. შიდა დიამეტრის რკინაბეტონის მილების ორი ძაფისაგან. მილების ღერძებს შორის მანძილი შეადგენს 4,8 მ.-ს. წყალსატარის ფსკერის ნიშნული ბოლოში შეადგენს 291,56 მ.-ს

• ნაგავსაგდები არხი – ღია ტრაპეციული კვეთის არხი, საანგარიშო წყალგამტარობით 2,2 მ3/წმ. არხის საერთო სიგრძეა 3680 მ.

• შახტური წყალსაგდები: წარმოადგენს ორსექციან ნაგებობას. ნაგებობის ძირითადი ზომებია: სიგრძე 11,15 მ. სიგანე -5,5 მ. მიწისზედა ნაწილის სიმაღლე -11,5 მ. მიწისქვეშა ნაწილის ქიმის ნიშნული 305,20 მ. ნაგებობა ფაქტიურად წარმოადგენს რეზერვუარს, რომლის დანიშნულებაა მბრუნავ გისოსებიანი კამერებიდან გამომავალი რკინაბეტონის წყალსატარებით თბოელექტროსადგურის ტერიტორიაზე შემოდინებული ზედმეტი წყლის ხარჯის გადაგდება. რადგან შახტური წყალსაგდები დაწნევიანი წყალსატარითჱ არის დაკავშირებული მბრუნავ გისოსებიან კამერებთან, ზიარჭურჭლის კანონის თანახმად, წყლის დონე შახტურ წყალსაგდებში შეესაბამება წყლის დონეს კამერებში. როგორც კი წყლის დონე გისოსებიან კამერაში გადააჭარბებს 304,20 მ.-ს, დაიწყება წყლის გადადინება შახტურ წყალსაგდებზე. წყლის გაყვანა შახტური წყალსაგდებიდან გამყვან არხში ხდება 1400 მმ. დიამეტრის მილით.

• #1 და #2 ბლოკური სატუმბი სადგურები – აღნიშნული სატუმბი სადგურების კონსტრუქცია ერთმანეთის ანალოგიურია. თითოეულ სატუმბ სადგურში მონტაჟდება 4 ცალი ვერტიკალურღერძიანი სატუმბი აგრეგატი, წარმადობით 9000-13680 მ3/საათი, მუშა დაწნევა 15-22,4 მ.-ის ფარგლებში

• ღია გამყვანი არხი რაბ-რეგულატორიდან მდინარე მტკვრმდე: საანგარიშო წყალგამტარობა შეადგენს 26,0 მ3/წმ-ს. არხის სიგრძეა 4950 მ. არხის ფსკარის სიგანეა 4,0 მ., დაფერდება 1:1,5 მ. არხის სიმაღლე იცვლება უბნების მიხედვით არხის ქანობის შესაბამისად;

ბოლო ხანებში, მთელი რიგი მიზეზების გამო, რომელთა ანალიზიც სცილდება წინამდებარე დოკუმენტის ფარგლებს, გარდაბნის თბოელექტროსადგური არ მუშაობს მთელი წლის განმავლობაში სრული დატვირთვით. შესაბამისად იქმნება აღნიშნული თბოელექტროსადგურის წყალუზრუნველყოფის ტრაქტის გამოყენებით, მცირე სიმძლავრის ჰესის მოწყობის შესაძლებლობა. ზემოდ მოყვანილი მონაცემებიდან გამომდინარე, ჰესის საანგარიშო ხარჯი განისაზღვრა 23,8 მ3/წმ-ით.

აღნიშნული ჰესის სქემა და ელექტროენერგიის შესაძლო გამომუშავების საორიენტაციო მნიშვნელობების გაანგარიშება მოყვანილია ქვემოთ, წინამდებარე დოკუმენტის შესაბამისი პარაგრაფის სახით.

საპროექტო ღონისძიებები. “გარდაბანი ჰესი”-ს საორიენტაციო სქემა

დღეის მდგომარეობით, თანახმად მითითებულ საარქივო მასალებში მოყვანილი ინფორმაციისა, თბოელექტროსადგურის გაციების სისტემის წყალუზრუნველყოფა და ამ მიზნით ზოგადად, თბოელეტროსადგურის არსებული ტექნიკური წყლით უზრუნველყოფის სქემა შემდეგია:

ტექნიკური წყალი თბოელექტროსადგურს მიეწოდება მდინარე მტკვრიდან ორი მიმყვანი არხის მეშვეობით: გარდაბნის სარწყავი სისტემის მაგისტრალური არხი და რუსთავის სამრეწველო კვანძის წყალუზრუნველყოფის სადერივაციო არხი. რაბთან ორივე ეს არხი ერთიანდება. გაერთიანებული არხიდან გამოდის მიიმყვანი არხი #2, რომლითაც წყალი მიეწოდება უშუალოდ თბოელექტროსადგურს, კერძოდ ჯერ ექვსკამერიან სალექარს, ხოლო შემდეგ კი გისოსებიან წყალმიმღებს.

წყალმიმღებიდან, რკინაბეტონის წყალსატარი ორი ძაფით წყალი მიეწოდება შახტურ წყალსაგდებს, საიდანაც ფოლადის წყაალსატარი მილებით მიეწოდება 1-4 ბლოკების გციების კონდენსატორებს და გამოიყენება ამავე ბლოკების სხვა ტექნიკური საჭიროებისათვის. გამოყენებული წყლის გაყვანა კონდენსატორებიდან ხდება ჯერ ორ მაგისტრალურ წყალსატარში, და შემდეგ უერთდება ორ წყალგამყვან რკინაბეტონის არხს, რომლებიც თბოელექტროსადგურის ფარგლებს გარეთ გადადის ღია წყალგამყვან არხში.

#5-8 ბლოკების ტექნიკური წყლით უზრუნველყოფის სქემა განსხვავდება #1-4 ბლოკების წყალუზრუუნველყოფის სქემისაგან. კეროდ, აღნიშნული ბლოკების წყალუზრუნველყოფა ხორციელდება დახურული ციკლის სახით. ტურბინების კონდენსატორებიდნ გამომუშავებული წყალი ხვდება დაწნევიან მაგისტრალურ წყალსატარში, საიდანაც მიეწოდება #1 და #2 ბლოკურ სატუმბ სადგურებს, და ტუმბოების მეშვეობით, ფოლადის დაწნევიანი მილსადნეების მეშვეობით ისევ უბრუნდება ტურბინების კონდენსატორებს.

როგორც არსებული მონაცემების ანალიზიდან ჩანს, თბოელქტროსადგურის გაჩერების შემთხვევაში, ჰესის საჭიროებისათვის შესაძლებელია 20-25 მ3/წმ წყლის ხარჯის აღება (ჰესის საანგარიშო წყალაღების სიდიდე უნდა გაირკვეს დეტალური პროექტის დამუშავების ეტაპზე). ამ ეტაპზე, ჰესის საანგარიშო ხარჯის მნიშვნელობად მივიღოთ 23,8 მ3/წმ. ჰესი უნდა მოეწყოს შახტური წყალსაგდების წინ (მე-9 ბლოკის ტერიტორიაზე), სადაც არსებობს სააგრეგატო შენობის მოსაწყობად საჭირო ფართობის მქონე თავისუფალი ადგილი.

რაც შეეხება ჰესის საანგარიშო დაწნევას. წყლის ზედაპირის ნიშნული დაწნევიანი წყალსატარის შესასვლელ კვეთთან, შეიძლება მიღებული იქნეს 305,0 მ. დონეზე (ფართოზღურბლიანი წყალსაგდების ზღურბლის ნიშნულზე – 305,30 მ. 0,3 მ.-ით ნაკლები). წყლის დონის ნიშნული ჰესის მიერ გამომუშავებული წყლის გამყვანი ტრაქტის დასაწყისში, არსებული წყალგამყვანი ტრაქტის კონსტრუქციის გამოყენების პირობიდან გამომდინარე შეიძლება შეადგენს 293,0 მ.-ს შესაბამისად, გეომეტრიული დაწნევა, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს ჰესის მიერ ელექტროენერგიის გამოსამუშავებლად, შეადგენს 305,0-293,0=12,0 მ.-ს

23,8 მ3/წმ წყლის ხარჯის ორი, თითო 2,8 მ. დიამეტრის მილით გატარებისას, რომლებიც მიუერთდებიან ახალ სადაწნეო 2 მ. დიამეტრის მილსადენს (400 მეტრი), დაწნევის ჰიდრავლიკური დანაკარგები 100 მ. სიგრძეზე, თანახმად შესაბამის ტექნიკურ ლიტერატურაში მოყვანილი ცხრილებისა შეადგენს 0,11 მ.-ს. დაწნევიანი წყალსატარის სიგრძე 1750 მეტრია. შესაბამისად სიგრძეზე დანაკარგები იქნება 1,32 მ. ადგილობრივი დანაკარგების სიდიდის გათვალისწინებით, რომლის სიდიდეც წინამდებარე საორიენტაციო გაანგარიშებებისათვის მიღებულია ადგილობრივი დანაკარგების 50%-ის ტოლი., შეადგენს 2,0 მ.-ს. ამგვარად, ჰესის საანგარიშო დაწნევა შეიძლება მივიღოთ 12,0-2,0=10,0 მ.-ის ტოლი.

წყლის დიდი ხარჯის და დაბალი დაწნევის გამო, სააგრეგატე შენობაში გათვალისწინებულია მოეწყოს კაპლანის ტიპის ტურბინები, ხოლო გამომუშავებული ელექტროენერგიის გადაცემა სსე-ს არსებულ ქვესადგურამდე მოხდება 100-მ სიგრძის ელ. გადამცემი ხაზით.

23,8 მ3/წმ საანგარიშო ხარჯისა და 10,0 მ. საანგარიშო დაწნევის პირობებში ჰესის დადგმული სიმძლავრე შეადგენს

N=23,8×10×0,97×0,88×9,81 ≈ 1993 კვტ

ჰესის საანგარიშო ხარჯი და შესაბამისად ჰესის საანგარიშო დაწნევაც, წლის განმავლობაში მუდმივია. შესაბამისად, თუ საპროექტო ჰესი იმუშავებს უწყვეტად, მთელი წლის განმავლობაში, ჰესის მიერ ელექტროენერგიის წლიური გამომუშავების საორიენტაციო მნიშვნელობა შეადგენს:

FF=365×24×1993=17 458 680 კვტ.

**ელექტროენერგიის გამომუშავების გაანგარიშება წლის ყველა პერიოდის დატვირთვით**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | wl. |
| ჰესის მიერ ასაღები წყლის ხარჯი | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23 |
| ჰესის დაწნევა მოც. ხარჯისას | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |  |
| სიმძლავრე მგვტმოც. ხარჯისას | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 |  |
| გამომუშავება მლნ კვტ.სთ | 1,482.7 | 1,339.2 | 1,482.7 | 1,434.9 | 1,482.7 | 1,434.9 | 1,482.7 | 1,482.7 | 1,434.9 | 1,482.7 | 1,434.9 | 1,482.7 | **17,458** |
| დადგმული სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტიk=17,458:(365×24×1,993)=**1** |

იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ თბოელექტროსადგურის მუშაობის პერიოდებში, ჰესი ვერ იმუშავებს, საპროექტო ჰესის მიერ ელექტროენერგიის წლიური გამომუშავების მნიშვნელობა, საორიენტაციოდ აპრილის, სექტემბრის და დეკემბრის თვეების გამოკლებით შეადგენს 13,106 მილიონ კილოვატ საათს.

**ელექტროენერგიის გამომუშავების გაანგარიშება 3 თვის გამოკლებით**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | wl. |
| ჰესის მიერ ასაღები წყლის ხარჯი | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23 |
| ჰესის დაწნევა მოც. ხარჯისას | 10 | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 | 0 |  |
| სიმძლავრე მგვტმოც. ხარჯისას | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 0 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 1,993 | 0 | 1,993 | 1,993 | 0 |  |
| გამომუშავება მლნ კვტ.სთ | 1,482.7 | 1,339.2 | 1,482.7 | 0 | 1,482.7 | 1,434.9 | 1,482.7 | 1,482.7 | 0 | 1,482.7 | 1,434.9 | 0 | **13,106** |
| დადგმული სიმძლავრის გამოყენების კოეფიციენტი k=13,106:(365×24×1,993)=**0,75** |

ამგვარად, არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით, გარკვეული მიახლოებით შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ არსებობს გარდაბნის თბოელექტროსადგურის წყალგამყვან ტრაქტზე საორიენტაციოდ 1,9 მგვტ დადგმული სიმძლავრისა და 13-17 მილიონი კილოვატ საათის წლიური გამომუშავების ჰესის მოწყობის შესაძლებლობა.

იმ ფაქტის გათვალისწინებით, რომ საპროექტო ჰესი ძირითადად იყენებს არსებულ ნაგებობებს, და ამგვარად ჰესის ღირებულების ძირითადი ნაწილი მოდის მხოლოდ სააგრეგატე შენობის მოწყობასა, ჰიდრომექანიკური მოწყობილობის შეძენაზე და 300 მ სიგრძის 10კვ ელ.გადამცემი ხაზის მოწყობაზე, შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ დადგმული სიმძლავრის კილოვატის თვითღირებულება არ გადააჭარბებს 1000 აშშ დოლარს, რაც დღევანდელ პირობებში, ხელსაყრელ ვარიანტად უნდა მივიჩნიოთ.

საორიენტაციო ღირებულების გაანგარიშება

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| # | კვანძის დასახელება | ღირებულება1000 აშშ დოლარი |
| 1 | ჰესის სააგრეგატე შენობა მიმდებარე ტერიტორიის კეთილმოწყობა  | 150  |
| 2 | ჰესის ჰიდრომექანიკური და ელექტრომოწყობილობა | 1500 |
| 3 | ჰესის სადაწნეო მილსადენი და წყალგამყვანი ტრაქტი | 150 |
| 4 | 10 კვ ელ.გადამცემი ხაზი | 50 |
|  | **სულ** | **1850** |
| 5 | გაუთვალისწინებელი ხარჯი 10 % | 185 |
|  | სულ (დღგ-ს გარეშე) | **2035** |