

ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობის კომპლექსური შეფასების ანალიზი

პ.ჭიჭაღუა

განხილულია ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები, მოყვანილი მის ტექნიკურ და მუშა პროექტებში, ბეტონისა და ცემენტის ტექნიკურ პირობებში, ობიექტზე ბეტონის სამუშაოთა წარმოების ტექნიკურ პირობებში, ტექნიკური პროექტის „კაშხლის ტემპერატურული რეჟიმის რეგულირების ღონისძიებათა კომპლექსი“, განსაზღვრული ექსპერიმენტული გზით საქართველოს ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ჰიდრონაგებობათა კვლევის განყოფილებაში ლაბორატორიულ პირობებში და ნატურული დაკვირვების განყოფილებაში ნატურულ პირობებში, მოყვანილი საერთო საბჭოთა კავშირისა და საქართველოს ნორმატიულ დოკუმენტებში, ცნობილ წიგნებში.

შედარებითა ანალიზებმა აჩვენა, რომ ყველა აღნიშნული მონაცემი დამაკმაყოფილებლად ემთხვევა ერთმანეთს. დასკვნაში მოცემულია რეკომენდაცია იმის შესახებ, თუ რა საზღვრებში შეიძლება მივიღოთ ამ ნაგებობის აღნიშნული თბოტექნიკური მახასიათებლის მნიშვნელობა.

საკვანძო სიტყვები: ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტი, ნატურული გამოკვლევები, ტემპერატურული რეჟიმი, თბოტექნიკური მახასიათებლები, კალორიმეტრიული მეთოდი

ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტი ახასიათებს ნაგებობებში, კონსტრუქციებში სითბოს გავრცელებას, მათი გათბობის ან გაცივების სიჩქარეს, ხარისხს. იგი მასალის ძირითად ფიზიკურ (თბოტექნიკურ) მახასიათებლად ითვლება. მისი განსაზღვრის სიზუსტესა და საიმედოობაზე დიდად არის დამოკიდებული ნაგებობებისა და კონსტრუქციების ტემპერატურული რეჟიმის თეორიული, ან ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგები.

ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის შედგენილობისა და საანგარიშო სიდიდეების 1966 წ. ტექნიკური პირობების მიხედვით მისი ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მიღებული იყო $0.004 \text{ მ}^2/\text{სთ}\cdot\text{ნ}$ -ის ტოლად [1] სამამულო გამოცდილების საფუძველზე. ამ ბეტონის აღნიშნული თბოტექნიკური მახასიათებლის იგივე მნიშვნელობა იყო მიღებული 1966 წ. მეორე ტექნიკური პირობების მიხედვითაც, კორექტირებულის ენგურჰესის კაშხლის ტექნიკური პროექტისათვის ცემენტისა და ბეტონის საკითხებზე 1966 წ. 17-20 ნომბერს ჩატარებული სპეციალური თათბირის შენიშვნების გათვალისწინებით [2], აგრეთვე ენგურჰესის კაშხლის ცემენტისა და ბეტონის 1970 წ. ტექნიკური პირობების [3], ობიექტის ტექნიკური პროექტის 1 წიგნის „ძირითადი ნაგებობები, თაღვანი კაშხალი“ [4] ტექნიკური პროექტის 7^ე დანართის „თაღვანი კაშხლის ტემპერატურული რეჟიმის რეგულირების ღონისძიებები“ [5], თაღვან კაშხალზე 1971-1972 წლებში ბეტონის სამუშაოთა წარმოების ტექნიკური პირობების [6] და თაღვანი კაშხლის მუშა პროექტის ნაწილის „თერმორეჟიმის რეგულირების ღონისძიებების კომპლექსის“ მიხედვითაც [7].

შემდგომი წლების ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ანალოგიური ტექნიკური პირობების მოძებნა, სამწუხაროდ, ვერ მოხერხდა.

საბჭოთა კავშირის ენერგეტიკისა და ელექტრიფიკაციის სამინისტროს ნორმატიული დოკუმენტის BCH-02-64-ის მიხედვით, ჰიდროტექნიკური ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მიიღებოდა $0.003 \text{ მ}^2/\text{სთ}$ -ის ტოლად.

სსრკ-ის 1979 წ. მშენებლობის ნორმებსა და წესებში „სამშენებლო თბოტექნიკა“ [8], აგრეთვე 1985 წ. ნორმებსა და წესებში „მდინარის ჰიდროტექნიკური ნაგებობები“ [9] ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა არ იყო მოყვანილი, ხოლო 1977 წ. ნორმებისა და წესების: „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ [10], 1987 წ. ნორმებისა და წესების „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ მიხედვით, ბეტონის აღნიშნული თბოტექნიკური მახასიათებლების მნიშვნელობა მიიღებოდა $0.004 \text{ მ}^2/\text{სთ}$ ($11 \cdot 10^{-7} \text{ მ}^2/\text{წმ}$)-ის ტოლად [11].

შემდგომში საქართველოში დამუშავებული ნორმატიული დოკუმენტის „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების“ მიხედვით, ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეიძლება მიღებული იქნას, ასევე $0.004 \text{ მ}^2/\text{სთ}$ ($11 \cdot 10^{-7} \text{ მ}^2/\text{წმ}$)-ის ტოლად [12].

აკადემიკოს მ.მ.გრიშინის ცნობილი სახელმძღვანელოს მიხედვით ჰიდროტექნიკური ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეიძლება მიღებული იქნას $0.002-0.004 \text{ მ}^2/\text{სთ}$ -ის ფარგლებში [13], აკადემიკოს ა.ვ.ლიკოვის ასევე ცნობილი სახელმძღვანელოს მიხედვით $0.00275 \text{ მ}^2/\text{სთ}$ -ის [14], აკადემიკოს მ.ა.მიხევევისა და ი.მ.მიხევევას ცნობილი წიგნის მიხედვით - $0.00178 \text{ მ}^2/\text{სთ}$ -ის ტოლად [15].

ცნობილია, რომ ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}, \text{ მ}^2/\text{სთ}, \quad (1)$$

სადაც λ ბეტონის სითბოს გამტარობის (თბოგამტარობის) კოეფიციენტი, კკალ/(მ.სთ.გრად); c – ბეტონის ხვედრითი თბოტევადობა, კკალ/(კგ.გრად); γ - ბეტონის მოცულობითი მასა, კგ/მ³, ან ტ/მ³.

მაგრამ მისი განსაზღვრა შეიძლება პირდაპირ ექსპერიმენტის გზით, ბეტონის სხვა თბოტექნიკური მახასიათებლების: ხვედრითი თბოტევადობისა და მოცულობითი მასის გამოყენების გარეშე, ე.წ. კალორიმეტრის მეთოდით.

ამ შემთხვევაში, ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა ბეტონის ნიმუშები – კუბები, რომლებიც მანამდე გამოყენებული იყო ამ ბეტონის სითბოს გამოყოფის მახასიათებლების მნიშვნელობათა დასადგენად; ნიმუშის ზომები იყო $49 \times 49 \times 49$ სმ [16].

სულ გამოცდილი იყო სამი ბეტონის ნიმუში, რომელთაც ჰქონდათ სხვადასხვა საწყისი ტემპერატურა. თითოეული ნიმუში გამოიცადა ცალ-ცალკე.

თითოეული ნიმუში თავსდებოდა წყლით სავსე დიდ ლითონის ავზში, რომელშიც ხდებოდა წყლის რეგულარული არევა სპეციალური მოწყობილობების საშუალებით დაახლოებით თანაბარი ტემპერატურის დასამყარებლად მის მთელ მოცულობაში. ტემპერატურა იზომებოდა TCM-XI ტიპის ელექტროთერმომეტრებით, დუბლირებით, ბეტონის ნიმუშებისა და ავზის ბირთვულ ნაწილში. თერმომეტრების ჩვენებები იწერებოდა გამზომი MCP-12-08 ტიპის ავტომატური, თვითჩამწერი ხელსაწყო სპეციალურ ქაღალდის ლენტზე.

თითოეული ბეტონის ნიშში გამოიყენება დაკვირვების ორ ციკლად: წყლით სავსე ავზში მოთავსებამდე ამ ნიშების ცენტრებში ტემპერატურა შეადგენდა, შესაბამისად, 62, 58 და 45⁰C. რეგულარული ტემპერატურული რეჟიმი მყარდებოდა 30-40 წთ-ის შემდეგ და ბეტონის ნიშების ბირთვულ ნაწილებში ტემპერატურა ანათვლების დაწყებამდე შეადგენდა, შესაბამისად, 49,9, 49,0 და 41,5⁰C-ს.

თავდაპირველად განისაზღვრებოდა ნიშის ფორმის კოეფიციენტი, რომელიც კუბისთვის ტოლია:

$$S = \frac{h^2}{3 \cdot \pi^2} = \frac{0.49^2}{3 \cdot 3.14^2} = 0.00812 \text{ მ}^2. \quad (2)$$

შემდეგ ხდებოდა ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრა. სამი ნიშის გამოცდის შედეგების საშუალო არითმეტიკულმა მნიშვნელობამ შეადგინა 0.003 მ²/სთ. ეს გამოკვლევა ჩატარდა საქართველოს ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კვლევის განყოფილებაში [16].

ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტი განისაზღვრა ნატურული გამოკვლევების გზითაც უშუალოდ ნაგებობაში 1977-1978 წწ. ჩატარებული დაკვირვებების საფუძველზე ენგურჰესის კაშხლის 18-2 სვეტის ბლოკში 71.00-71.75 მ ნიშნულებს შორის, რომელიც დაბეტონდა 1975 წ. ცნობილი მეთოდის მიხედვით. საშუალო მნიშვნელობა ენგურჰესის ბეტონის ამ თბოტექნიკური მახასიათებლისა ნატურული გამოკვლევების მიხედვით შეადგენს 0.00298მ²/სთ [17].

ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრის აქ მოყვანილი მნიშვნელობები დამაკმაყოფილებლად ემთხვევა მსგავსი შედეგების ხუდონჰესის კაშხლის ბეტონის შესაბამისი მახასიათებლის მნიშვნელობას 0.003 მ²/სთ [18].

დასკვნა

განხილული გამოკვლევების შედეგების ანალიზის საფუძველზე ენგურჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეიძლება მიღებული იქნას 0.003-0.004 მ²/სთ-ის საზღვრებში. ამასთანავე, ჩვენი აზრით, უმჯობესია მივიღოთ მისი ექსპერიმენტული განსაზღვრის შედეგი 0.003 მ²/სთ.

ლიტერატურა

1. Состав и расчетные величины бетона для технического проекта плотины Ингури ГЭС. МЭиЭ СССР. Главтехпроект. ТНИСГЭИ им. А.В.Винтера. Тбилиси. 1966.
2. Состав и расчетные величины бетона для технического проекта арочной плотины ИнгуриГЭС. МЭиЭ СССР. ГЛАВНИИПРОЕКТ (ТНИСГЭИ). Цулукидзе П.П. и др. Тбилиси. 1966. (скорректированные с учетом замечаний совещания по цементу и бетону для Технического проекта арочной плотины ИнгуриГЭС от 17-20 ноября 1966 г).
3. Технические условия на цемент и бетон арочной плотины Ингури ГЭС. МЭиЭ СССР, Главтехстройпроект. ТНИСГЭИ.Тбилиси. 1970.
4. Ингульская гидроэлектростанция. Технический проект. Т.6. Основные сооружения. Кн. 1. Арочная плотина. МЭиЭ. Главтехстройпроект, "Гидропроект" им. С.Я.Жука

- (Тбилисское отделение)/Лосаберидзе А.А., Ломов И.Е., Рубинштейн Г.В., Мерабишвили Ш., Джакели Л.А. М.-Тбилиси. 1970.
5. Ингурская гидроэлектростанция. Технический проект. Т.14. Организация строительства и производства работ. Кн. 2. Приложение 7а. "Мероприятия, обеспечивающие регулирование температурного режима в арочной плотине". МЭиЭ СССР, Главстройпроект, "Гидропроект" им. С.Я.Жука (Тбилисское отделение)/Моисеев И.С., Лосаберидзе А.А., Ломов И.Е., Рубинштейн Г.В., Бронштейн В.М. 1970.
 6. Технические условия на производство бетонных работ для Ингурской арочной плотины 1971÷1972 годы. МЭиЭ СССР, Главтехпроект, "Гидропроект" им. С.Я.Жука. М.-Тбилиси. 1971. 90 с.
 7. Ингурская гидроэлектростанция. Арочная плотина. Рабочий проект. Комплекс мероприятий по регулированию терморжима. "Гидропроект" им. С.Я.Жука. И.Ломов, Г.Рубинштейн, В.Бронштейн, В.Алексинская. М. 1974.
 8. Строительные нормы и правила. СНиП 2-3-79. Ч.2. Гл.3. Строительная теплотехника. Госстрой СССР. 1979.
 9. Строительные нормы и правила. Гидротехнические сооружения, речные. СНиП. 3.07.01-85. Госстрой СССР. М.1985.
 10. Строительные нормы и правила. СНиП. 2-56-77. Ч.2. Гл. 56 "Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений". Госстрой СССР. М. 1977.
 11. Строительные нормы и правила. "Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений". СНиП. 2.06.08-87. Госстрой СССР. М. 1987.
 12. ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები, სამშენებლო ნორმები და წესები. სნ 2.06.05-98. საქართველოს ურბანიზაციისა და მშენებლობის სამინისტრო. თბილისი. 2000.
 13. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. М.:Госстройиздат. 1962.
 14. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. Минск:изд-во Академии наук БССР. 1961.
 15. Михеев М.А., Михеева М.А. Основы теплопередачи. М.:Энергия. 1973.
 16. Исследование теплофизических характеристик бетона Ингурской арочной плотины (производственного состава). Научно-техн. отчет ГрузНИИЭГС (Институт энергетики) по теме №141 /Чилингаришвили Г.И., Джинчарадзе К.В., Бедукадзе Г.В., Чичагуа П.В. и др. Тбилиси. 1972.
 17. Нониев И.К. Натурные исследования формирования напряженно-деформированного состояния высокой арочной плотины в период ее возведения и временной эксплуатации (на примере Ингурской плотины). ГрузНИИЭГС. Тбилиси. 1983.
 18. ჭიჭაღუა პ. ხუღონჰესის კაშხლის ბეტონის ტემპერატურის გამტარობის კოეფიციენტის განსაზღვრის შედეგები/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები. №1(429). თბილისი. 2000.