

ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი ო. ლანჩავა

მადნეულის მამდიდრებელი ფაბრიკის წყალმომარაგების სისტემის თბოფიზიკური გაანგარიშება

გაანგარიშების ძირითადი ამოცანაა მიღების დასაფარი თბოსაიზოლაციო შრის სისქის განსაზღვრა, რომელიც ზამთრის სეზონში აგვაცილებს წყალსადენის გაყინვას როცა წინასწარაა ცნობილი წყლის დინების შეწყვეტის ხანგრძლივობა მილსადენში, ხოლო ზაფხულში - კონდენსატის წარმოქმნას გაანალიზებულია მილსადენების თბოფიზიკური გაანგარიშების ცნობილი მეთოდიკა და აღმოფხვრილია მასში არსებული ხარვეზი მოცემულია გამარტივებული საანგარიშო ფორმულები, რომლებიც გამოსაყენებელია პრაქტიკული გაანგარიშებების შესასრულებლად ანალოგიურ პირობებში.

ნაჩვენებია, რომ ანგარიშით მიღებული თბოსაიზოლაციო შრის სისქე უნდა დამრგვალდეს საქართველოში გამოშვებული თბოსაიზოლაციო მასალის ნომენკლატურის შესაბამისად. სისქე უნდა იყოს 8, 10 მმ ან მათი ჯერადი. გაანგარიშების შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკებისა და ცხრილების სახით.

თბოსაიზოლაციო შრის სისქე განისაზღვრება ფორმულით [1]

$$\ln \frac{d_3}{d_2} = 2\pi\lambda_2 \left[\frac{3,6Lk}{Gc \ln \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}} - \left(\frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi\lambda_1} - \frac{1}{\alpha\pi d_3} \right) \right], \quad (1)$$

სადაც d_1, d_2, d_3 შესაბამისად არის მილსადენის შიგა და გარე დიამეტრები იზოლაციის სისქის გაუთვალისწინებლად და მისი მხედველობაში მიღებით (d_3), მ; λ_1, λ_2 - შესაბამისად მილსადენისა და საიზოლაციო მასალის თბოგამტარობის კოეფიციენტები, ვტ/(მ.გრად); L - მილსადენის სიგრძე, მ, k - უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დამატებითი თბური ნაკადის აღძვრას არმატურის, მილტუჩების, საყრდენების და სხვათა გავლენით ($k=1,7$ - მილსადენის განლაგებისას საყრდენებზე ან საკიდრებზე; $k=1,2$ - მილსადენის ნაწილობრივი განლაგებისას ფუნდამენტზე; $k=2,0$ - მილსადენის განლაგებისას. ფუნდამენტზე); G - წყლის საათური მასური ხარჯი მილსადენში, კგ/სთ; C - წყლის კუთრი თბოტევადობა, კჯ/(კგ.გრად); t_1, t_2 - წყლის ტემპერატურა მილსადენში საანგარიშო უბნის დასაწყისსა და ბოლოში, °C; t_0 - გარემოს საშუალო ტემპერატურა (აიღება უახლოესი მეტეოსადგურის მონაცემების მიხედვით), °C; α - მილსადენის იზოლაციის ზედაპირიდან თბოგაცემის კოეფიციენტი, ვტ/(მ².გრად)

საკუთრივ თბოსაიზოლაციო შრის სისქე δ_3 , იანგარიშება ფორმულით

$$\delta_3 = \frac{d_3 - d_2}{2}. \quad (2)$$

როცა წინასწარ მოცემულია წყლის ნაკადის დინების შეჩერების ხანგრძლივობა მილსადენში, მისი გაყინვის ასაცილებლად, თბოსაიზოლაციო შრე იანგარიშება მილსადენში

აღებული წყლის საერთო მასის მეოთხედის გაყინვის პირობიდან (2) და ქვემოთ წარმოდგენილი (3) ფორმულების მიხედვით.

$$\ln \frac{d_1}{d_2} = 2\pi\lambda_2 \times \left[\frac{3,6zk}{(vpc + v_1\rho_1c_1)\ln \frac{t_1-t_0}{t'-t_0} + \frac{0,25vpr}{t'-t_0}} - \frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi\lambda_1} + \frac{1}{\alpha d_3\pi} \right], \quad (3)$$

სადაც ρ, ρ_1 შესაბამისად არის წყლისა და მილსადენის მასალის სიმკვრივე, კგ/მ³; c_1 - მილსადენის მასალის კუთრი თბოტევადობა, კჯ/(კგ.გრად); t' - წყლის გაყინვის ტემპერატურა, °C; z - წყლის შეწყვეტის პერიოდის ხანგრძლივობა, სთ; 3,6 - გადამყვანი კოეფიციენტი ერთეულთა საერთაშორისო სისტემისათვის (ერთეულთა ტექნიკური სისტემისათვის აღნიშნული კოეფიციენტი მხედველობაში არ უნდა იქნეს მიღებული); r - წყლის გაყინვის ფარული სითბო, კჯ/კგ.

ცივი სითხეების ტრანსპორტირებისას საჭიროა მილსადენის თბოიზოლაციის ზედაპირზე კონდენსატის გამოყოფის აცილება, რისთვისაც ანგარიშობენ თბოიზოლაციის სისქეს (2) და ქვემოთ წარმოდგენილი (4) ფორმულების ერთობლივი გადაწყვეტით.

$$\frac{d_3}{d_2} \ln \frac{d_3}{d_2} = \frac{2\lambda_2}{d_2 d_3} \left(\frac{t_0 - t_T}{t_0 - t_{II}} - 1 \right), \quad (4)$$

სადაც t_1 არის მილსადენში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის ტემპერატურა, °C; t_{II} მილსადენის იზოლაციის ზედაპირის ტემპერატურა, °C. გარემოს ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის მიხედვით ($t_0 - t_{II}$) ნაზრდის საანგარიშო მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში I.

თბური დანაკარგების მიხედვით თბოსაიზოლაციო შრის სისქე იანგარიშება იტერაციით (2) და ქვემოთ წარმოდგენილი (5) ფორმულის მიხედვით

$$\ln \frac{d_3}{d_2} = 2\pi\lambda_2 \frac{t_T - t_0}{q} \left(\frac{\ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi\lambda_1} + \frac{1}{\alpha d_3\pi} \right), \quad (5)$$

ტემპერატურის ნაზარდის საანგარიშო მნიშვნელობები

ცხრილი 1

№	გარემოს ტემპერატურა, °C	გარემოს ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %			
		50	60	70	80
1.	20	10,7	8,0	5,6	3,6
2.	25	11,1	8,3	5,8	3,7
3.	30	11,6	8,6	6,1	3,8

სადაც q არის თბური დანაკარგების ნორმა მილსადენის ყოველ გრძივ მეტრზე, რომელიც აიღება მილსადენის განთავსების შესაბამისად [1].

(1), (3) და (5) ფორმულებით სარგებლობისას, d_3 დიამეტრის რიცხვითი მნიშვნელობის წინასწარ დასაშვებად, პირველი მიახლოებით, იზოლაციის სისქე აიღება 30-50 მმის ფარგლებში ცალკე განლაგებული ერთეული მილსადენის უწყვეტ ფუნდამენტთან ერთად იზოლირებისას, d_2 სიდიდის მაგივრად ფორმულებში მიღებული უნდა იქნეს d'_2 სიდიდე, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$d'_2 = \frac{P}{\pi}, \quad (6)$$

სადაც P არის მილსადენისა და ფუნდამენტის გარე პერიმეტრი, მ.

გამოთვლებით მიღებული თბოსაიზოლაციო შრის სისქე უნდა დამრგვალდეს თბოსაიზოლაციო მასალის ნომენკლატურული მნიშვნელობების შესაბამისად. სისქე უნდა იყოს 8, 10 მმ ან მათი ჯერადი, რაც ჩანს მე-2 ცხრილიდან.

ცხრილი 2

საქართველოში გამოშვებული უქსოვადი ბაზალტის ბოჭკოებისგან დამზადებული საიზოლაციო ქერის თბოფიზიკური თვისებები და ტექნიკური მონაცემები

№	მარკა	სისქე, მმ	რულონის ზომები, მ	ექსპლუატაციის ტემპერატურა, °C	სიმკვრივე, კგ/მ ³	თბოგამტარობის კოეფიციენტი λ , ვტ/(მ.გრად); [კკალ/(მ.სთ.გრად)]
1.	ქუბ 8-1000	8	1X10	-260-დან +800-მდე	125,0	0,032–0,038 [0,028–0,035]
2.	ქუბ 10-1500	10	1X10	-260-დან +800-მდე	150,0	0,032–0,038 [0,028–0,035]
3.	ქუბ 8-1000ფ	8	1X10	-20-დან +200-მდე	125,0	0,032–0,038 [0,028–0,035]

დამკვეთის მიერ მოწოდებული საპროექტო მონაცემების მიხედვით, მილსადენში მიწოდებული წყლის ტემპერატურა წლის განმავლობაში უცვლელი უნდა დარჩეს ($t_r = 12^\circ\text{C}$), რაც შეუძლებელს ხდის გაანგარიშების ჩატარებას წარმოდგენილი მეთოდულით.

აღნიშნულის სიცხადისათვის (1) ფორმულა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით

$$\ln \frac{d_3}{d_2} = 2\pi\lambda_2(A - B + C), \quad (7)$$

სადაც

$$A = 3,6Lk / Gc \ln \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}; \quad B = \ln \frac{d_2}{d_1} / 2\pi\lambda;$$

$$C = \frac{1}{\alpha \pi d_3}$$

შესაბამისად თუ დავუშვებთ, რომ $t_1 = t_2$, A სიდიდის მნიშვნელი ნულის ტოლი გახდება, რაც არ გამოორიცხავს შეცდომას გაანგარიშებისას. ამის გამო ტემპერატურის სიდიდეს უნდა მიეცეს ისეთი ნაზარდი, რომელიც ყველაზე უარეს ზამთრის პირობებში არ შეცვლის წყლის ტემპერატურას $0,5-1^\circ\text{C}$ -ზე მეტად.

(7) ფორმულიდან მიიღება

$$\ln d_3 = \ln d_2 + 2\pi\lambda_2(A - B - C) \quad (8)$$

ნატურალური ლოგარითმის ათობითში გადასაყვანი ფორმულის გათვალისწინებით

$$\ln N = \frac{\lg N}{\lg e} \approx \frac{\lg N}{0,43429} \quad (9)$$

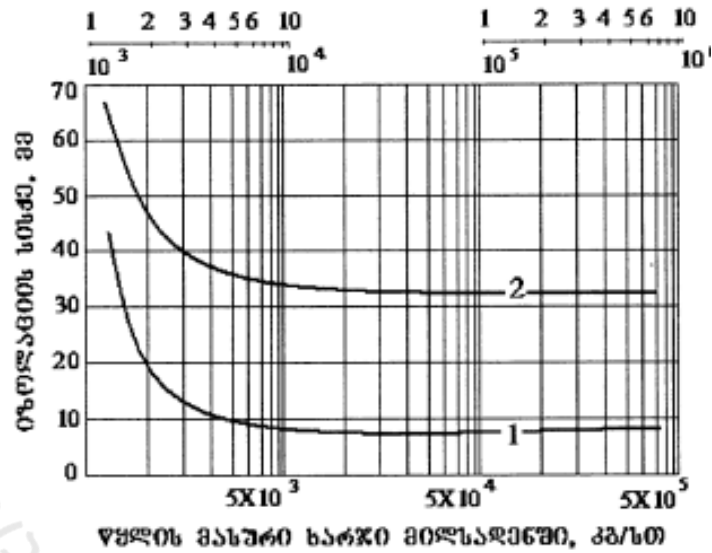
(8) ფორმულა მიიღებს საბოლოო სახეს, რომელიც გამოყენებული იქნა გაანგარიშებისას. ასეთი სახით წარმოდგენილი ფორმულა აგრეთვე ამარტივებს გაანგარიშების პროცესს და მიღებული შედეგების კონტროლს

$$\lg d_3 \approx 0,43429[\ln d_2 + 2\pi\lambda_2(A - B - C)] \quad (10)$$

თუ მილის პირაპირები ერთმანეთთან დადუღებულია ან სხვა გზით შეერთებულია უწყვეტად, მაშინ მილსადენის იზოლაციაც უწყვეტად უნდა განხორციელდეს. იმ შემთხვევაში კი, თუ პირაპირები ერთმანეთს უკავშირდებიან მილტუჩებით ან სხვა მოსახსნელი არმატურით, მაშინ ამ უკანასკნელთა იზოლაციაც იმავე სისქის საიზოლაციო მასალით უნდა მოხდეს განცალკევებულად რითაც შესაძლებელი იქნება რემონტი იზოლაციის ძირითადი შრეების დაუზიანებლად.

მილსადენის დამიწება და მილსადენთან დაკავშირებული ლითონის ყველა დეტალი აგრეთვე თბურად უნდა იქნეს იზოლირებული.

ვინაიდან წყლის ტემპერატურა ნაკლებია 20°C -ზე, მილსადენის თბოიზოლაცია გაანგარიშებულია როგორც ცივი სითხის სატრანსპორტო სისტემა ორი შემთხვევისთვის: ა) როცა საჭიროა მხოლოდ წყლის გაყინვის აცილება ზამთრის პირობებში; ბ) როცა საჭიროა კონდენსატის წარმოშობის აცილება ზაფხულის სეზონისათვის.



ნახ. 1. იზოლაციის შრის სისქის ცვალებადობა მილსადენში წყლის ხარჯის მიხედვით: 1 - მილსადენში წყლის გაყინვის აცილების პირობით; 2 - მილსადენის ზედაპირზე კონდენსატის გამოყოფის აცილების პირობით

ორივე შემთხვევაში საიზოლაციო შრის სისქე თადარიგითაა აღებული და ექსტრემალური ტემპერატურებისას მილსადენში წყლის ტემპერატურის ნაზარდი საანგარიშო 0,5—1 °C-ს არ გადააჭარბებს.

ანგარიშით მიღებული საიზოლაციო შრის სისქის ცვალებადობის ხასიათი მილსადენში წყლის ხარჯის მიხედვით წარმოდგენილია ნახაზზე 1.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, იზოლაციის შრის სისქე, კონდენსატის აცილებისას, გაცილებით აღმატება მის სისქეს იმ შემთხვევასთან შედარებით, როცა დასახულია მხოლოდ წყალსადენის გაყინვის აცილება.

რეკომენდებულია იზოლაციის განხორციელების ორი ვარიანტი: 1. მხოლოდ წყლის ტემპერატურის შესანარჩუნებელი თბოიზოლაციის მოწყობა, დაკვირვება ზაფხულში კონდენსატის გამოყოფის ინტენსიურობაზე და დაკვირვებების შედეგების მიხედვით სათანადო გადაწყვეტილების მიღება; 2. იზოლაციის მოწყობა კონდენსატის გამოყოფის აცილების პირობით, რაც დაახლოებით 3,0-3,5-ჯერ უფრო ძვირი დაჯდება. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში უპრიანია ყველა უბანზე ორიენტაციის აღება ერთდამავე ნომენკლატურის საიზოლაციო მასალაზე - 10 მმ სისქის ქუბზ 10-1500-ზე როდესაც შეიცვლება მხოლოდ საიზოლაციო შრეების რიცხვი უბნების შესაბამისად.

ამგვარად, წარმოდგენილი მეთოდის მიხედვით შესაძლებელია თბოიზოლაციის მოწყობა მადნეულის მამდიდრებელი ფაბრიკის წყალს. აბრაგების სისტემაში და აგრეთვე ანალოგიური ობიექტების თბოფიზიკური გაანგარიშება.

ლიტერატურა

1. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов. Под редакцией А. И. Шестопала и ВС Ромейко. Москва, Стройиздат, 1985. 304 с.



Lanchava O.

THERMAL CALCULATION OF A SYSTEM OF WATERSUPPLY OF CONCENTRATOR OF MADNEULI

The basic problem of the presented thermal protection of system of water-supply is estimation of heat isolations coating-thickness. There is to address an issue to determination of system of water-supply of concentrator of Madneuli that has been deleted frost-back of trunk pipeline in winter season and sweating on the surface of pipeline in summer season. The method of calculation has been analysed and a light formula of thermal calculation has been produced that has been eased control of calculating results.

The coating-thickness has been in conformity with nomenclature of Georgian products of thermal protection materials. The thickness must be multiple 8, 10 mm or of combination of them.

A basic research's result of mentioned object has been illustrated for tables and graphics. The results of calculation are given in the form of tables and graphics.

Ланчава О. А.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МАДНЕУЛСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Основной задачей данного теплофизического расчета является определение толщины теплоизоляции, которая даст возможность в зимнем сезоне избежать обмерзания водопровода, когда промежуток времени прекращения движения воды в водопроводе предварительно заданная величина, а летом - образования конденсата на поверхности трубопровода. Выполнен анализ известной методики теплофизического расчета и устранен ее недостаток. Приведены упрощенные формулы, которые рекомендуются для применения в аналогичных условиях.

Полученная в результате расчета толщина теплоизоляционного слоя необходимо Округлять в соответствии с номенклатурой выпускаемой в Грузии теплоизоляционного материала. Отмеченная толщина должна быть кратной 8, 10 ММ, или их комбинаций. Результаты расчета представлены в виде графиков и таблиц.