

ნაგებობათა აეროდინამიკისათვის

თამაზ ობგაძე, ლაშა იაშვილი, ნინო მჭედლიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ნაგებობათა აეროდინამიკის საკითხები. დასაბუთებულია ქარის დატვირთვების შესწავლის აუცილებლობა, საქართველოში მაღლივი შენობებისა და ნაგებობების პროექტირებისას. აგებულია შესაბამისი მათემატიკური მოდელი და ამოხსნის ალგორითმი.

საკვანძო სიტყვები: ქარის დატვირთვა. ნაგებობა. განტოლება.

1. შესავალი

მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლებისა და კომპლექსების პროექტირებისას, აუცილებელია, მოსალოდნელი ქარის დატვირთვების წინასწარი გათვალისწინება. თუმცა, ეს საკითხი არაა ბოლომდე გათავისებული, რამაც გამოიწვია თბილისის ვაკე-საბურთალოს რაიონში, ნუცუბიძის პლატოზე დაპროექტებული ბინების არაკომფორტული ხასიათი. ქარის დატვირთვების სწორ ანგარიშზეცაა დამოკიდებული, არამარტო საცხოვრებელი სახლების კომფორტულობა, არამედ, მათი მშენებლობის ფასიც. სამშენებლო კონსტრუქციების გეომეტრიული კონფიგურაცია, საკმაოდ მრავალფეროვანია და რთული; არის როგორც მართკუთხა პარალელებიპედის, ასევე, სხვა ფორმის მაღლივი შენობები, ვანტური ხიდები და მაღლივი ანძები.

ტრადიციულად, ცივილიზებულ ქვეყნებში, ამოცანები ქარის დატვირთვების განსაზღვრის შესახებ, იხსნება სამშენებლო ნორმებისა და წესების ბაზაზე [1-3], ან შესაბამისი შენობების მაკეტის აეროდინამიკურ მილში დაბერვით და დატვირთვების გადათვლით ნატურული ნაგებობისათვის. თუმცა, არსებული ნორმებით გათვლილი დატვირთვები, ხშირად, მეტად უხეშია სიზუსტის თვალსაზრისით. ასევე, აეროდინამიკურ მილში დაბერვა საკმაოდ ძვირია და გადათვლის მსაძლებლობაც არაა სათანადო სიზუსტის.

ქარის დატვირთვების შესაბამისი ამოცანების ზუსტი ანალიზური ამოხსნა ჯერ-ჯერობით არაა ცნობილი, ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პროცესის კომპიუტერულ მოდელირებასა და გათვლებს. სწორედ ამ ამოცანას ისახავს ჩვენი ნაშრომი.

2. მათემატიკური მოდელირება და ქარის დატვირთვების ანგარიში

ნაგებობებზე ქარის დატვირთვების საპოვნელად, გამოვიყენოთ საქართველოს „ქარის ვარდის“ ცნობილი რუკები. სადაც, მეტეოროლოგიური დაკვირვების შედეგების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად, შედგენილია, საქართველოს მოცემულ რაიონებში, ქარის ყველაზე ალბათური მნიშვნელობები და მიმართულებები; რაც საშუალებას გვაძლევს, ამოცანის დასმისას, შენობასთან შემხვედრი ნაკადი აღვწეროთ ფუნქციონალურად კინემატიკური პირობების საშუალებით.

ქარს განვიხილავთ, როგორც ბლანტ, უკუმ სითხეს. ამიტომ მის აღსაწერად გამოვიყენებთ დინამიკის განტოლებას კოშის ფორმით:

$$\rho \dot{V}_i = \sigma_{ji,j} + \rho b_i; \quad (1)$$

უწყვეტობის განტოლებას

$$\dot{\rho} + (\rho V_i)_{,i} = 0; \quad (2)$$

და რეოლოგიურ თანადობას

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + 2\mu D_{ij}; \quad D_{ij} = \frac{1}{2}(V_{i,j} + V_{j,i}). \quad (3)$$

ცხადია, რომ (1),(2),(3) ნავიე-სტოქსის განტოლებათა სისტემას, უნდა მივუერთოთ კელლებთან მიკერის პირობები (4)

$$V_i / \varepsilon \Omega = 0; \quad (4)$$

და საწყისი პირობები (5)

$$V_i /_{t=0} = 0, \quad (5)$$

პირობა (5) სრულდება, თუ, $x \neq x_0$. ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა $x = x_0$ გვექნება კინემატიკური პირობები ქარისათვის, რომელსაც ვიღებთ ქარის ვარდის ცნობილი მონაცემების ბაზაზე (6),(7):

$$V_1(x_0, y, t) = V_{10}(y, t); \quad (6)$$

$$V_2(x_0, y, t) = V_{20}(y, t). \quad (7)$$

ამრიგად, გვაქვს (1)-(7) ამოცანის დასმა ქარის პარამეტრების გასათვლელად. აქ შეიძლება გამოიყენოთ სხვადასხვა რიცხვითი მეთოდები და პაკეტები [4-10].

ქარის დატვირთვების საპოვნელად ვისარგებლოთ ფორმულით

$$F_i = \oint \sigma_{ij} n_j, \quad (8)$$

სადაც F_i - ნაგებობაზე მოქმედი სრული ძალაა, ინტეგრება ხდება მთელი ნაგებობის $\partial\Omega$ ზედაპირის გასწვრივ, n_j - ნაგებობის გარე ნორმალა.

დავშალოთ ძაბვის ტენზორი სფერულ და დევიატორულ ნაწილებად

$$\sigma_{ij} = \sigma_s \delta_{ij} + \tau_{ij}. \quad (9)$$

მაშინ ნაგებობაზე მოქმედი სრული ძალა, წარმოდგება ორ მდგენელად, ესენია: წნევის ძალა და ხახუნის ძალა

$$F_i = \oint \sigma_s n_i ds + \oint n_j \tau_{ij} ds, \quad (10)$$

სადაც, ინტეგრება ვრცელდება შესასწავლი ნაგებობის ზედაპირის გასწვრივ.

3. დასკვნა

ამრიგად, მივიღეთ მათემატიკური მოდელი, ქარის დატვირთვების თეორიული გაანგარიშებისათვის, რაც საშუალებას მოგვცემს დავაზუსტოთ მაღლივი შენობებისა და ანძების დატვირთვების საანგარიშო ნახევრადემპირიული ფორმულები.

ლიტერატურა:

1. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия, Москва, 1986
2. Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения, Стройиздат, Москва, 1972
3. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения, пер. с англ., Стройиздат, Москва, 1978
4. Kupradze V. D. Potential Methods in the Theory of elasticity. Daniel Davey & Co., New York, 1965
5. Brebbia C.A. The boundary element method for engineers. Pentech Press, London, Holstead press, New York, 1978
6. Temam R. Navier-Stokes equations, theory and numerical analysis. St. in Math. And its Applic., v.2, 1979
7. Обгадзе Т. А. Элементы математического моделирования. Учебное пособие. Грузинский политехнический институт, Тбилиси, 1989
8. Обгадзе Т.А., Прокошев В.Г. Вычислительная физика. Учебное пособие, Владимирский Государственный Университет, Владимир, 1999
9. ობგაძე თ. მათემატიკური მოდელირების კურსი, ტ.1, სტუ, თბილისი, 2006
10. ობგაძე თ. მათემატიკური მოდელირების კურსი, ტ.3, სტუ, თბილისი, 2008
11. ობგაძე თ. მათემატიკური მოდელირების კურსი, ტ.4, სტუ, თბილისი, 2010

AERODYNAMICS STRUCTURES

Obgadze Tamaz, Iashvili Lasha, Mchedlishvili Nino
Georgian Technical University

Summary

In the represented article questions of constructions' aerodynamics are considered. There is proved the necessity of wind loading studies at designing of high-rise constructions in Georgia. The mathematical model and corresponding algorithm of the decision is under construction.

К АЭРОДИНАМИКЕ СООРУЖЕНИЙ

Обгадзе Т., Иашвили Л., Мchedlishvili Н.
Грузинский технический университет

Резюме

Рассматриваются вопросы аэродинамики сооружений. Обосновывается необходимость изучения ветровой нагрузки при проектировании высотных сооружений в Грузии. Строится математическая модель и соответствующий алгоритм решения.