

ღუნვაზე მომუშავე შედგენილი კვეთის კონსტრუქციების
ხანგრძლივ დეფორმაციებზე ბაზანბარიშება

მ. ჭანტურია, გ. ნოზაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ძაბვათა უშუალო გამოთვლის მეთოდი ცოცვადობის დეფორმაციების განვითარების გათვალისწინებით. მსოფლიოში მიმდინარე ეკონომიკურ პროცესებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ სამშენებლო ბიზნესი ყველაზე სწრაფად განიცდის წინსვლას. განსაკუთრებით განვითარდა მაღლივი შენობების მშენებლობა, რომლებშიც მსუბუქი კონსტრუქციები დომინირებენ. ასეთი ტიპის ნაგებობებში ხშირად იყენებენ შედგენილი კვეთის კონსტრუქციებს, რომლებშიც ერთობლივად მუშაობენ რკინაბეტონი და ფოლადი, განსხვავებული მახასიათებლების რკინაბეტონი და ა. შ. შედგენილი კვეთის კონსტრუქციებში ბეტონის ცოცვადობის ზღვრული მახასიათებლის შესაძლო გადახრებს -30% -დან -45% -მდე, შეესაბამება k_x კოეფიციენტის შესაძლო გადახრები -45% -დან $+45\%$ -მდე, ხოლო k_x -ის ამ შესაძლო გადახრებს შეესაბამება ძაბვათა შესაძლო გადახრები -18% -დან $+18\%$ -მდე.

საკვანძო სიტყვები: მღუნავი მომენტი, განივი ძალა, ცოცვადობის მახასიათებელი, სტანდარტი, ჰისტოგრამა, გაუსის მრუდი.

1. შუსავალი

მსოფლიოში მიმდინარე ეკონომიკურ პროცესებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ სამშენებლო ბიზნესი ყველაზე სწრაფად განიცდის წინსვლას. განსაკუთრებით განვითარდა მაღლივი შენობების მშენებლობა, რომლებშიც მსუბუქი კონსტრუქციები დომინირებენ. ასეთი ტიპის ნაგებობებში ხშირად იყენებენ შედგენილი კვეთის კონსტრუქციებს, რომლებშიც ერთობლივად მუშაობენ რკინაბეტონი და ფოლადი, განსხვავებული მახასიათებლების რკინაბეტონი და ა.შ [1,2].

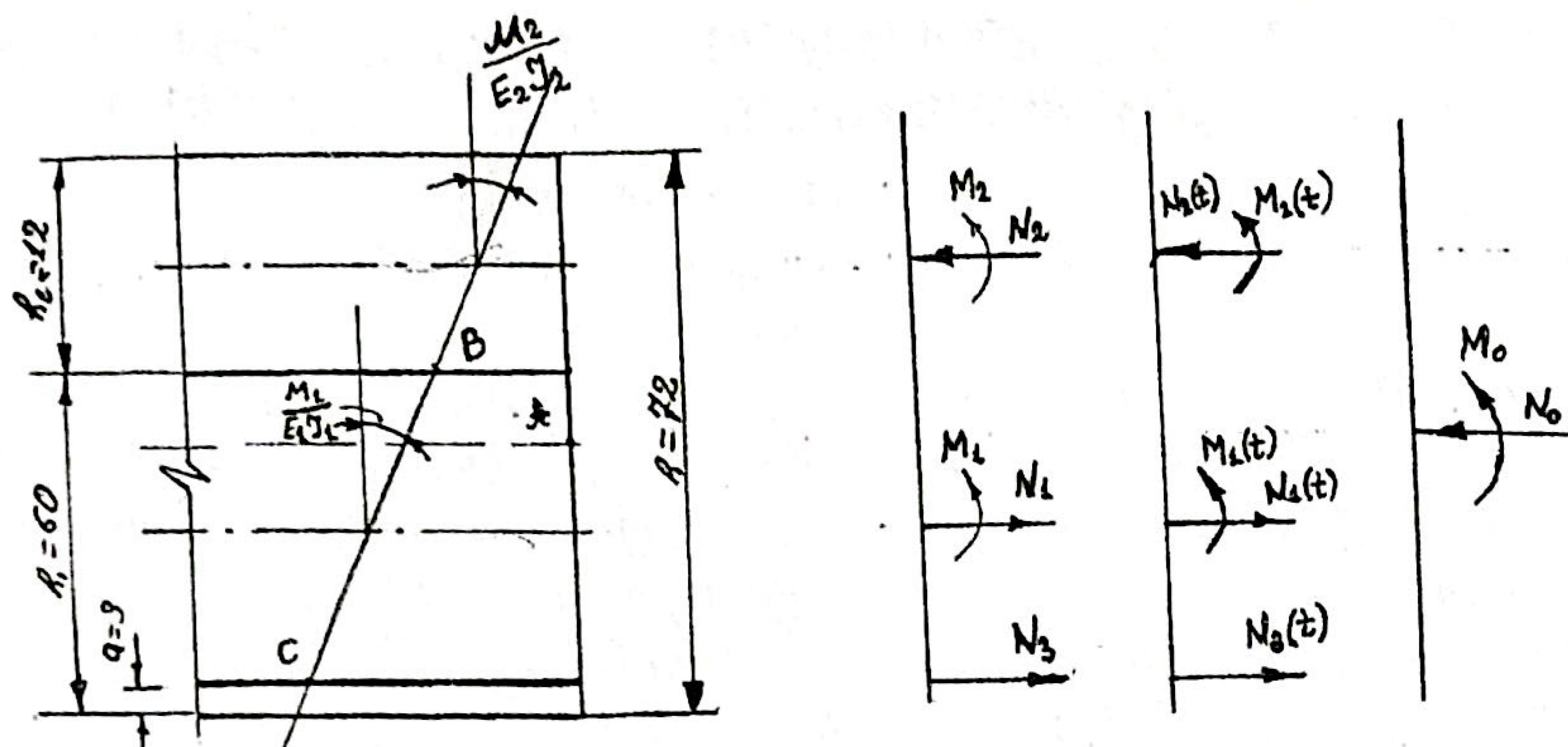
2. ძირითადი ნაწილი

ბზარების გაჩენის გარეშე დრეკად სტადიაში მომუშავე ბეტონის კვეთებში ნორმალური ძაბვები განისაზღვრება შიდა ძაღვებზე დამოკიდებულებით:

$$\sigma = N/A \pm M_y/I$$

კვეთების გეომეტრიულ მახასიათებლებს იღებენ იმაზე დამოკიდებულებით, თუ როგორი კვეთი განიცდის N – ნორმალური ძალის და M_y – მღუნავი მომენტის ზემოქმედებას. თუ ნორმალური ძალა და მღუნავი მომენტი მოდებულია უარმატურო ბეტონის კვეთზე, მაშინ $A = A_b$ და $I = I_b$, სადაც A_b და I_b - ბეტონის განივკვეთის ფართობი და ინერციის მომენტია. თუ ამ კვეთში გვაქვს სხვადასხვა დრეკადობის მახასიათებლის მქონე ბეტონის კვეთები, გაერთიანებულნი ერთობლივი მუშაობისათვის, მაშინ $A = A_{\kappa}$ და $I = I_{\kappa}$, სადაც A_{κ} და I_{κ} - დაყვანილი (რედუცირებული) კვეთის ფართობი და ინერციის მომენტია. შედგენილ კვეთებში ძაბვათა განსაზღვრისას, ცოცვადობის გათვალისწინებით, უნდა გავიანგარიშოთ ეს სიდიდე კვეთის ყველა მდგენელი ერთგვაროვანი ელემენტისათვის დროის ნებისმიერ მომენტში.

ამ ნაშრომში ჩვენ განვიხილავთ ძაბვათა უშუალო გამოთვლის მეთოდს ცოცვადობის დეფორმაციების განვითარების გათვალისწინებით. მოცემული გვაქვს რკინაბეტონის კოჭი, რომელიც ერთობლივად მუშაობს რკინაბეტონის ფილასთან.



ნახ. 1. შედგენილი კვითი

ამ შემთხვევისთვის ცოცვადობის მახასიათებელი: კოჭისთვის- $\varphi_1 = 2$, ფილისთვის- $\varphi_2 = 1$; ინერციის მომენტები: $I_1 = 216000 \text{ სმ}^4$ და $I_2 = 8640 \text{ სმ}^4$; $A_1 = A_2 = 720 \text{ სმ}^2$. კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ცოცვადობის დეფორმაციების განვითარებას დაძველების თეორიაში, გამოითვლება ფორმულით:

$$k_x = \varphi_m / (1 - e^{\varphi_m}), k_1 = 2.313 \text{ და } k_2 = 1.582$$

წონასწორობის პირობები:

1. $\sum X = 0 \quad N_1(t) + N_3(t) = N_2(t)$ (1)
2. $\sum M_A = 0 \quad M_1(t) + M_2(t) + N_2(t)(h_2/2|h_1 - h_{red}) + N_1(t)(h_{red} - N_3(t)(h_{red} - a) = 0$
3. პირობა, რომ კოჭისა და ფილის მობრუნების კუთხეები ტოლია:
 $(M_1(t)/EI_1)k_1 = (M_2(t)/EI_2)k_2$

4. B წერტილის პირობა:

$$(N_2(t)EA_2)k_2 - ((M_2(t)EI_2)h_2/2)k_2 = ((M_1(t)/EI_1)h_1/2)k_1 - (N_1(t)/EA_1)k_1$$

5. C წერტილის პირობა: $N_3(t)E_sA_s = (N_1(t)/EA_1)k_1 + ((M_1(t)/EI_1)(h_1/2 - a)k_1$

საბოლოო გამოთვლები გვაძლევს: $M_1(t) = -374517.76 \text{ კგ.სმ.}$ ($M_2(t) = -21722.03 \text{ კგ.სმ.}$

$$N_1(t) = -1991.9 \text{ კგ } N_2(t) = -36569.8 \text{ კგ } N_3(t) = -16652.9 \text{ კგ.}$$

$$\text{ძაბვები: } \sigma_{max} = (M_0/I_{red})h_{red}\sigma_{min} = (M_0/I_{red})(72 - h_{red}) \quad \sigma_{max} = 7.42 \text{ მპა } \sigma_{min} = -6.5 \text{ მპა}$$

შემოთ მოცემულ ფორმულებში მონაწილეობს k_x კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს ცოცვადობის დეფორმაციის მახასიათებელის- φ_m -ის ფუნქციას [2,4]. φ_m თვითონ წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეს, რომელსაც გააჩნია შესაძლო შემთხვევითი გადახრები, რომლებიც გაუსის განაწილების კანონს ემორჩილებიან. აქედან გამომდინარე, ყველა აქ მოყვანილი სიდიდე წარმოადგენს შემთხვევით სიდიდეს, როგორც φ_m -ზე დამოკიდებულნი. მოცემულ ნაშრომში მივიყვანთ მხოლოდ k_x კოეფიციენტის შესაძლო გადახრებს და დავადგენთ მისი თეორიული განაწილების კანონს. ამ სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე იგება ალბათური (თეორიული) განაწილების კანონი k_x -ის შესაძლო გადახრებისათვის, რომელსაც მოცემული შემთხვევისათვის აქვს ნორმალური განაწილების სახე:

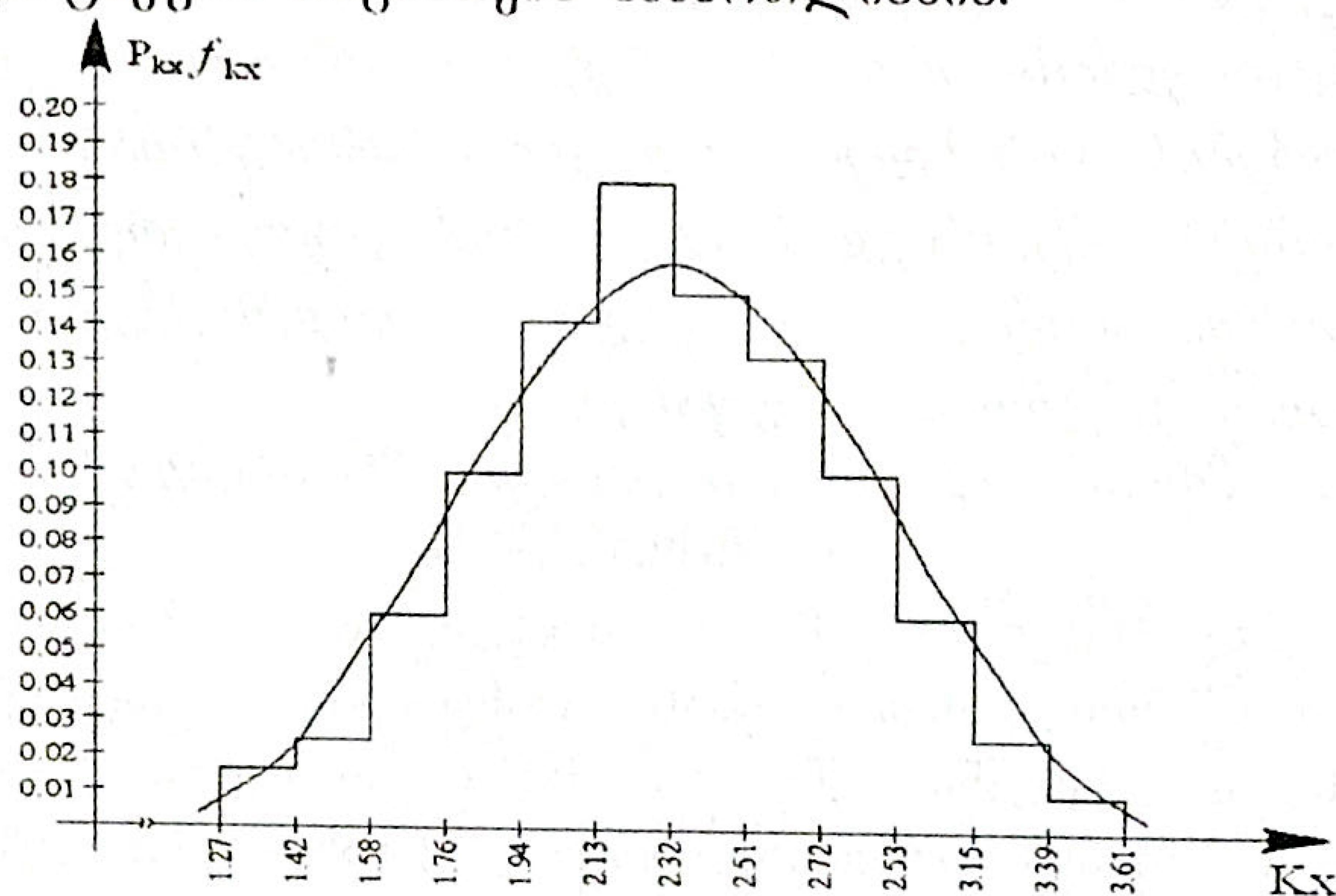
$$f_{kx} = \left(\frac{0.23}{0.55\sqrt{2\pi}} \right) \exp\left(-\frac{(k_x - 2.36)^2}{2 \cdot 0.55^2} \right)$$

სადაც 0.23 ნორმალური განაწილების მრუდის (ნახ.14.ბ) სტატისტიკური რიგის პისტოგრამასთან (ნახ.14.ა) მიახლოების კოეფიციენტია. f_{kx} -ის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი. k_x -ის შესაძლო გადახრათა ნორმალური განაწილების სიმკვრივები.

k_x	1.27	1.42	1.58	1.76	1.94	2.13	2.32	2.51	2.72	2.93	3.15	3.39	3.61
f_{kx}	0.02	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.17	0.16	0.13	0.09	0.06	0.02	0.01

სტატისტიკური განაწილების რიგისთვის ნორმალური კანონის შესაბამისობა შემოწმდა კოლმოგოროვის შესაბამისობის კრიტერიუმით. $D=0.03$ განსხვავებულობის ზომას თეორიულ და სტატისტიკურ სიხშირეებს შორის, როცა $\lambda = 0.9$, ცხრილი 7.6.1/3/-დან შეესაბამება ჰიპოთეზის სამართლიანობის ალბათობა $P(0.9) - 0.4 > 0.1$, რადგან ეს ალბათობა საკმაოდ დიდია, ნორმალური განაწილების კანონის მისადაგება მოცემული სტატისტიკური რიგისთვის სამართლიანია.



ნახ 2. k_x -ის ჰისტოგრამა და თეორიული განაწილების მრუდი
ცხადია, k_x -ის შესაძლო გადახრები გამოიწვევს კვეთში აღძრულ ძაბვათა სიდიდეების ცვლილებას, რისი გამოკვლევაც მეტად მნიშვნელოვანია საბოლოოდ კონსტრუქციის საიმედო მუშაობისათვის.

3. დასკვნა

შედგენილი კვეთის კონსტრუქციებში ბეტონის ცოცვადობის ზღვრული მახასიათებლის შესაძლო გადახრებს -30%-დან -45%-მდე, შეესაბამება k_x კოეფიციენტის შესაძლო გადახრები - 45%-დან - +45%-მდე, ხოლო k_x -ის ამ შესაძლო გადახრებს შეესაბამება ძაბვათა შესაძლო გადახრები - 18%-დან +18%-მდე.

ლიტერატურა

- 1.მ. ჭანტურია. კომპლექსურ კონსტრუქციებში ცოცვადობის დეფორმაციების განვითარების პროგნოზირება. სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენ. “მშენებლობა და XXI საუკუნე” მოხსენებები თბილისი 2005 წ. გვ. 291-295;
- 2.მ. ჭანტურია, ლ. ბალანჩივაძე. ძალვათა ცვლილების ალბათური ბუნების გამოკვლევა რკინაბეტონის სტატიკურად ურკვევ კონსტრუქციებში ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციის მახასიათებლო მრუდების ალბათური ბუნების გათვალისწინებით. სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენ. “მშენებლობა და XXI საუკუნე” მოხსენებები თბილისი 2005წ. გვ. 295-300.
- 3.Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964, 576С.
- 4.ა. სოხაძე, მ. ჭანტურია, ი. ქვაჭრელიშვილი. ბეტონის მათემატიკური მოდულის მათემატიკური მოდელი. საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ჟურნალი “კერამიკა”, 2010, 1(22) გვ. 25-28.