

სტატიკურად ცვლადი საანბარიშო სქემის კონსტრუქციების
საიმედოობაზე გაანგარიშების საფუძვლები

მ. ჰანტურია, ლ. ბალანჩივაძე, ბ. ნოზაძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ცვლადი სტატიკური სქემის კონსტრუქციების საიმედოობაზე გაანგარიშება. ამ ტიპის კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის ორმალიანი ხიდი, რომელიც მონტაჟის მომენტში მუშაობს როგორც ორ საყრდენზე მდებარე სტატიკურად რკვევადი კოჭი, ხოლო ექსპლუატაციის მომენტში – როგორც ორმალიანი უჭრი კოჭი. შეერთების ადგილზე ხანგრძლივ მოქმედი დატვირთვისგან ვითარდება ცოცვადობის დეფორმაცია, რომელიც იწვევს მღუნავი მომენტის ცვლილებას. თუ ეს სიდიდე გადააჭარბებს დასაშვებს, შესაძლოა კონსტრუქცია ექსპლუატაციისთვის უვარგისი გახდეს. ამიტომაც მნიშვნელოვანია ამ სიდიდის შესაძლო გადახრების განსაზღვრა, რის მცდელობასაც მოცემულ სტატიაში წარმოადგენილი ნაშრომი წარმოადგენს.

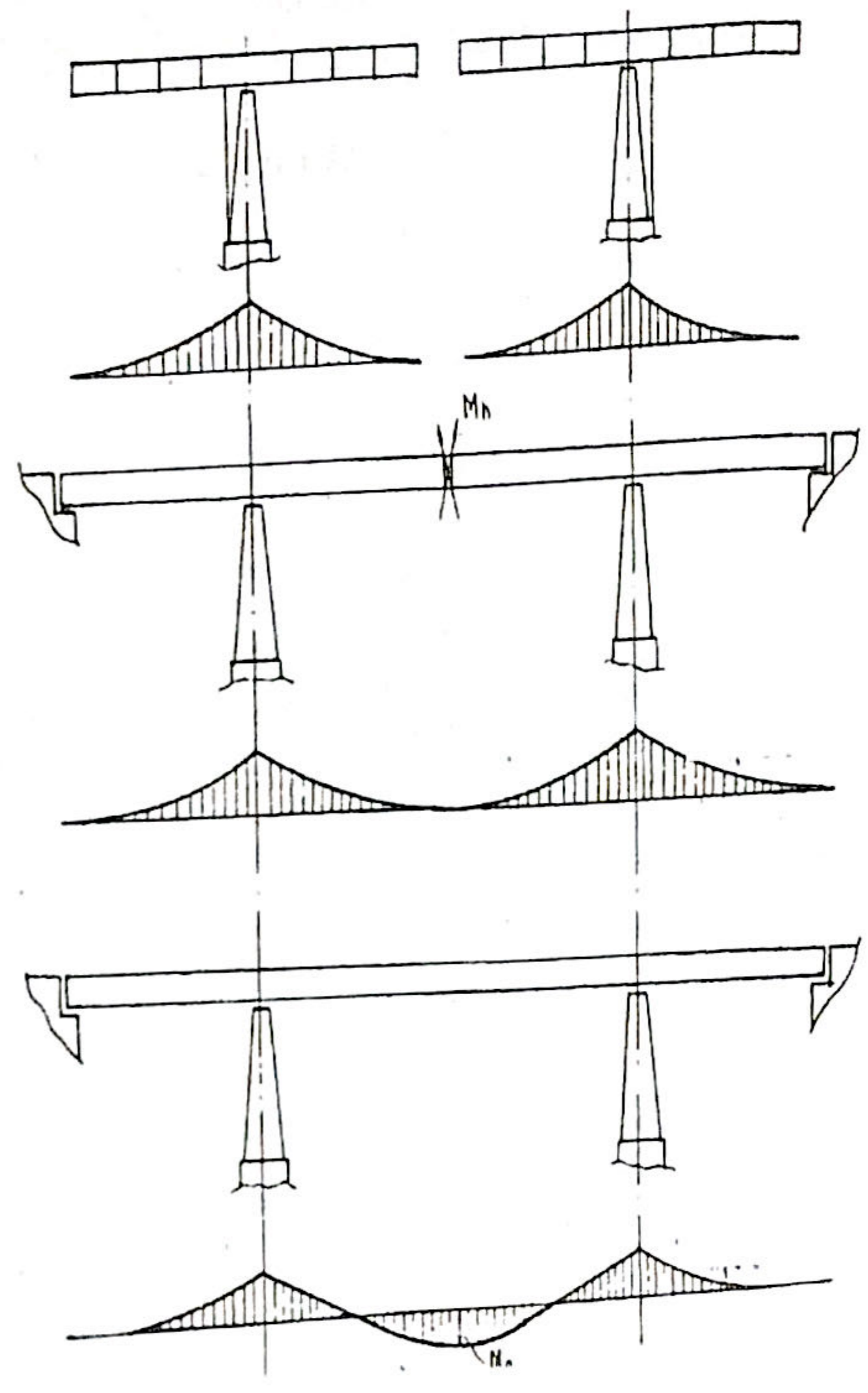
საკვანძო სიტყვები: მღუნავი მომენტი, ცოცვადობის მახასიათებელი, დისპერსია, სტანდარტი, ალბათობა, ჰისტოგრამა.

1. შესავალი

კონსტრუქციის საიმედოობაზე გაანგარიშების ძირითად ამოცანას წარმოადგენს იმის ალბათობის განსაზღვრა, რომ მოცემული საექსპლუატაციო დროის განმავლობაში შენობის ან ნაგებობის ელემენტები არ აღმოჩნდნენ ზღვრულ მდგომარეობაში. ცვლადი სტატიკური სქემის რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის განსაზღვრისას ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ბეტონის ცოცვადობის ზღვარი - φ_x და დრეკადობის მოდული - E_b , რომლებიც წარმოადგენენ ექსპერიმენტის შედეგად მიღებულ სიდიდეებს თავისი შესაძლო გადახრებით საშუალოდან. ამ სიდიდეების განაწილების კანონის დადგენა წარმოადგენს კონსტრუქციის საიმედო მუშაობის ერთ-ერთ გარანტს.

2. ძირითადი ნაწილი

ცვლადი სტატიკური სქემის რკინაბეტონის კონსტრუქციებში ცოცვადობის დეფორმაციისგან აღძრული ძალები იმდენად მნიშვნელოვანია საინჟინრო გაანგარიშებებში, რომ შესაძლო გადახრების საზღვრების დადგენა წარმოადგენს კონსტრუქციის საიმედოობაზე გაანგარიშების ერთერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს. საანგარიშო სქემა წარმოადგენს ორმალიან კოჭს (ნახ.1).



ნახ. 1.

ასეთი საანგარიშო სქემა აქვს ორმალიან ხიდს. მონტაჟის მომენტში კონსტრუქცია მუშაობს როგორც ორ საყრდენზე მდებარე კოჭი (ნახ.1,ა), ხოლო ექსპლუატაციის მომენტში – როგორც ორმალიანი უჭრი კოჭი (ნახ.1,ბ). უჭრი კონსტრუქცია იგება შემდეგი თანმიმდევრობით: წინასწარ დამზადებული კოჭები იდება (საფუძველზე) საყრდენზე, რის შემდეგაც პირაპირებს შორის არე მონოლითდება ბეტონით. კონსტრუქციის განსაკუთრებულობა მდგომარეობს იმაში, რომ მუდმივი დატვირთვა – კოჭის საკუთარი წონა – მოდებულია სხვა სტატიკურ სქემაზე – ჭრად სქემაზე, ხოლო ცოცვადობის დეფორმაციები ვითარდებიან სხვა უჭრ სქემაზე. ასეთ შემთხვევაში ცოცვადობის დეფორმაციის განვითარების შედეგად აღძრული მღუნავი მომენტი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$M_{\text{ც}} = M_{\text{დრ}} (1 - e^{-\mu x}) \tag{1}$$

სადაც $M_{\text{ც}}$ ცოცვადობის დეფორმაციისგან განვითარებული მღუნავი მომენტია საყრდენზე. $M_{\text{დრ}}$ უჭრ კონსტრუქციაში აღძრული მღუნავი მომენტი, ანუ მღუნავი მომენტი, რომელიც აღიძვრებოდა მაშინ, თუ ხანგრძლივ დატვირთვას მოვლდებით უჭრ კონსტრუქციაზე, ე.ი. იმ სისტემაზე რომელშიც აღიძვრება ცოცვადობის

დეფორმაციები. φ_k ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციის ზღვრული მახასიათებელია. ცოცვადობის მახასიათებელი წარმოადგენს ორი შემთხვევითი სიდიდისგან ნაწარმოებ სიდიდეს - $\varphi_k = c \cdot E$, სადაც c ცოცვადობის ზომაა, E დრეკადობის მოდულია. ამ სიდიდეების შესაძლო გადახრები და მათი განაწილების კანონები მოცემულია [1] ნაშრომში. ამ მონაცემების საფუძველზე და (1) ფორმულის საშუალებით შევადგინეთ შესაძლო გადახრათა სტატისტიკური განაწილების რიგი (ცხრილი 1).

ცხრილი 1.

$M \cdot 10^6$	14,6	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,6	20,1
	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,6	20,1	20,6
P_j^*	0,01	0,03	0,06	0,1	0,13	0,17	0,17	0,13	0,1	0,06	0,03	0,01
P_j	0,01	0,027	0,057	0,098	0,138	0,171	0,171	0,138	0,098	0,057	0,027	0,01

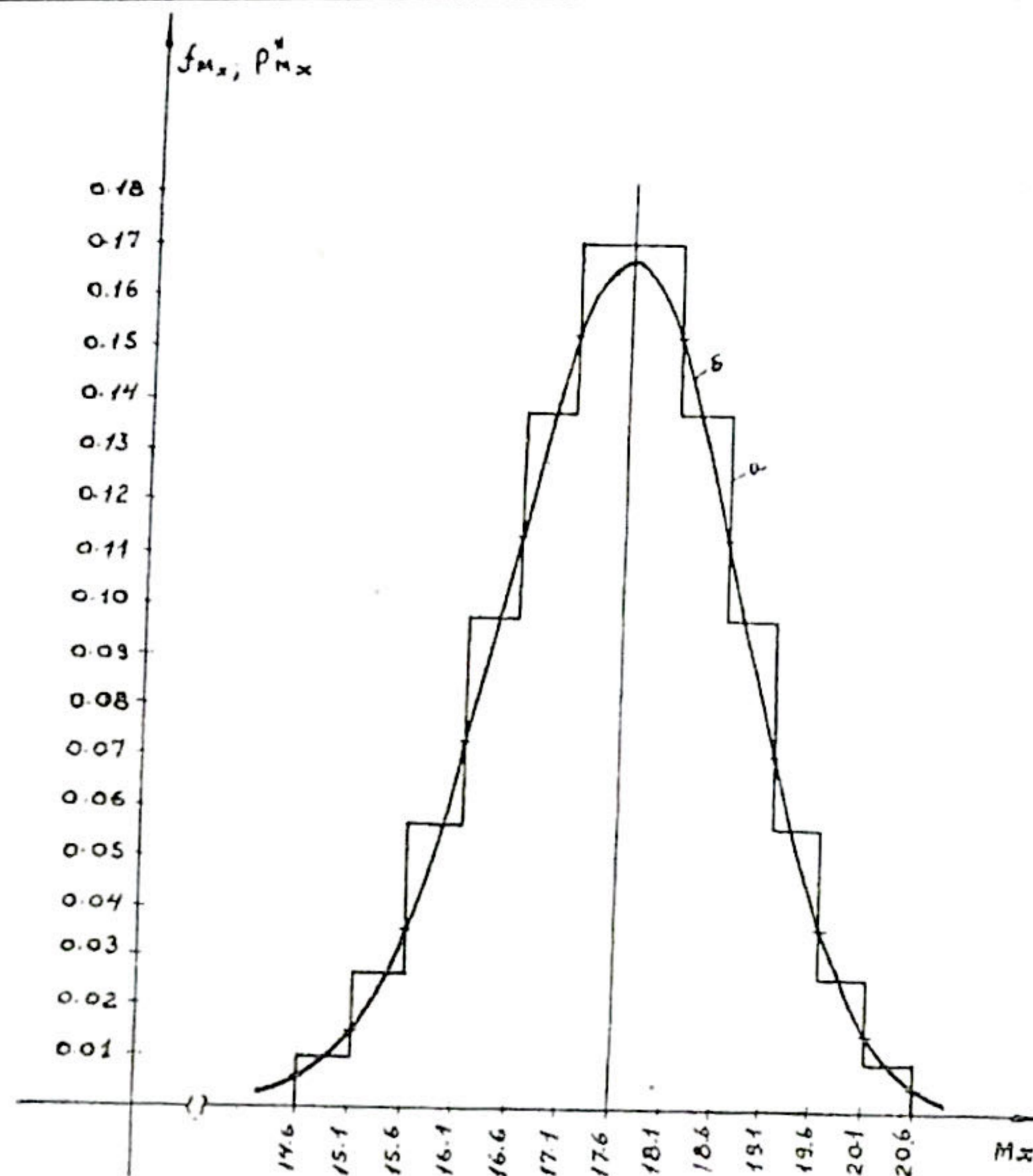
ამ ცხრილის საფუძველზე ვაგებთ სტატისტიკური განაწილების ჰისტოგრამას (ნახ.2,ა). ვუშვებთ ჰიპოთეზას, რომ მოცემულ სტატისტიკურ რიგს მიესადაგება ნორმალური განაწილების კანონი. სტატისტიკური ექსპერიმენტების საშუალებით დავადგინეთ ნორმალური განაწილების ფორმულაში კოეფიციენტების მნიშვნელობას. საბოლოოდ გაუსის განაწილების კანონს აქვს შემდეგი სახე:

$$f_{M_x} = \frac{0.44}{1.11 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(M_x - 17.2)^2}{2 \cdot 1.11^2}\right) \quad (2)$$

დაშვებული ჰიპოთეზა, რომ მოცემული სტატისტიკური განაწილების რიგს მიესადაგება ნორმალური განაწილების კანონი, მოწმდება პირსონის შესაბამისობის კრიტერიუმით. ამ მიზნით გამოთვლილია თეორიული ალბათობები P_1 -ურ მნიშვნელობათა თანხვედრისა სტატისტიკური რიგის სიხშირესთან P_1^* -თან. [2]-ს ცხრილების და ფორმულების საშუალებით გამოთვლილია პირსონის განსხვავებულობა $\chi^2 = 4,50$, თავისუფლების ხარისხის რიცხვი $r=9$, [2]-ს დანართის ცხრილებიდან ალბათობა იმისა, რომ მოცემული სიდიდე, რომელსაც გააჩნია განაწილება $\chi^2 = 4,50$, $P=0,81 > 0,1$; რადგან ეს ალბათობა საკმაოდ დიდია, შეიძლება დაუშვათ, რომ მოცემულ სტატისტიკურ განაწილებას მიესადაგება გაუსის განაწილების კანონი. (2) ფორმულაში 0,44 - ნორმალური განაწილების მრუდის (ბ) ჰისტოგრამასთან (ა) მიახლოების კოეფიციენტია. (2) ფორმულით მიღებული სიდიდეები მოცემულია ცხრილი 2-ის, ხოლო გრაფიკი - ნახ.2-ზე (ბ) მრუდის სახით.

ცხრილი 2.

$M \times 10^4$	14,6	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,6	19,1	19,6	20,1	20,6
f_{m_x}	0,005	0,015	0,036	0,071	0,114	0,153	0,168	0,153	0,114	0,071	0,036	0,015	0,005



ნახაზი 2

3. დასკვნა

1. ცვლადი სტატიკური სქემის კონსტრუქციებში ცოცვადობისგან აღძრული საყრდენი მომენტის მნიშვნელობათა შესაძლო გადახრების საზღვრები შეადგენს – 50-დან – 17%-მდე.

2. საინჟინრო გამოთვლებში მიღებულია დაშვება ბეტონის ცოცვადობის ზღვრული მახასიათებლის შესაძლო გადახრები -30%-დან – 45%-მდე, რასაც შეესაბამება ცოცვადობისგან აღძვრულ ძალვათა შესაძლო გადახრები – 10-დან +10%-მდე, რომელიც არ ახდენს გავლენას ბეტონის საანგარიშო სიმტკიცეზე.

ლიტერატურა

1. М.Л.Чантурия. Изменения усилий в статически неопределимых конструкциях с учетом вероятностной природы деформаций ползучести бетона. Дис. На соискание ученой степ. канд. Технич. Наук. Тбилиси, 1991 г.
2. Е.С.Вентцель. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964 г.