

4-21-2019

STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS STRENGTHENED WITH CARBON FIBER EXTERNAL REINFORCEMENT

B. Sagatov
Jizzakh Polytechnic Institute

N. Rakhmanov
Jizzakh Polytechnic Institute

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai>

 Part of the [Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Sagatov, B. and Rakhmanov, N. (2019) "STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS STRENGTHENED WITH CARBON FIBER EXTERNAL REINFORCEMENT," *Problems of Architecture and Construction* ": Vol. 2 : Iss. 1 , Article 15.
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai/vol2/iss1/15>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in "Problems of Architecture and Construction " by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS STRENGTHENED WITH CARBON FIBER EXTERNAL REINFORCEMENT

Cover Page Footnote

The journal is published under the sponsorship of Samarkand State Architecture and Civil engineering Institute

УДК 624.041.6

STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS STRENGTHENED WITH CARBON FIBER EXTERNAL REINFORCEMENT

Sagatov B.U. Senior lecturer, **Rakhmanov N.E.** assistant.
Jizzakh Polytechnic Institute, Uzbekistan

The article presents the results of experimental studies of the mechanism of force transmission through cracks in reinforced concrete elements strengthened with external reinforcement from carbon-fiber materials. New results to assess the ultimate shear resistance and stiffness of sections of reinforced concrete elements with cracks are described.

Keywords: cracks, reinforced concrete, beams, composite materials, carbon-fiber.

ТЕМИРБЕТОН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР БИЛАН КУЧАЙТИРИЛГАНДАГИ МУСТАҲКАМЛИГИ

Сагатов Б. Ў. катта ўқитувчи, **Рахмонов Н. Э.** ассистент
Жиззах политехника институти, Ўзбекистон

В статье изложены результаты экспериментальных исследований механизма передачи усилий через трещины в железобетонных элементах, усиленных внешним армированием из углеволокнистых материалов. Отражены новые результаты для оценки предельного сдвигового сопротивления и жесткости сечений железобетонных элементов с трещинами.

Ключевые слова: трещины, железобетон, балки, композитные материалы.

Темирбетон элементларни кучайтириш ва қайта тиклаш муаммолари кейинги йилларда сезиларли муддатда фойдаланилаётган бино ва иншоотларнинг кўп сонлигига боғлиқ равишда катта долзарблик ва амалий аҳамият касб этмоқда. Олиб борилган кўп йиллик техник кўриқлар натижалари юк кўтарувчи конструкцияларда турли дефектларнинг кузатилаётганлиги ҳақида гувоҳлик бераёпти, мазкур дефектлар вақт ўтиши билан ривожланиб жиддий оқибатларга олиб келиши мумкин. Улардан энг жиддийлари – бу кўндаланг кучлар таъсири зонасида жойлашган макроёриқлардир. Бундай дефектларнинг хавfli характерини инobatга олиб, мазкур элементлардаги зўриқишларни ҳисоблаётганда ёриқларга эга бўлган кесимлардаги кучланишлар ва силжишларни ҳисобга олган ҳолда уларнинг қаршилиқ кўрсатиш механизмларини аниқ тушуна билиш тоқазо этилади. Ёриқларнинг четки қисмларида юзага келадиган тишлашиш уринма кучлар билан боғлиқ бўлган кучланишлар ва силжишларни инobatга олишнинг амалий аҳамияти микроёриқларга эга бўлган темирбетон конструкцияларнинг ишлаш вақтидаги бир қатор муҳим ўзига хос жиҳатларини очиб беради [1,2,5].

Иншоотлардан фойдаланиш амалиётида темирбетон элементларни пўлат листлар ва профиллардан тайёрланган элементларни қўллаш орқали таъмирлаш ва

кучайтиришнинг ҳар хил методлари ишлаб чиқилган.

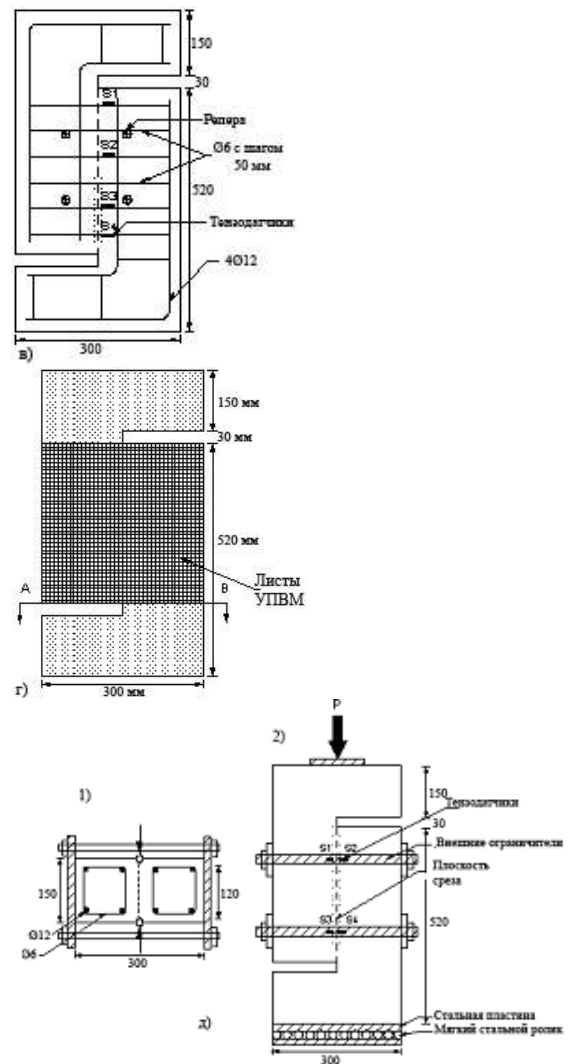
Конструкцияларни кучайтиришнинг анъанавий методларида учрайдиган бир қанча ноқулайликларни ҳисобга олган ҳолда кейинги йилларда конструкцияларни юқори мустаҳкам композицион полимерли тўқима материаллар билан кучайтириш бўйича янги технологиялар кенг тарқалмоқда, улар анъанавий технологиялардан юқори мустаҳкамликка эга эканлиги ва енгилиги, коррозия (занглаш)га чидамлиги ҳамда уларни қўллашдаги кам меҳнат сарфлилиги билан фарқ қилади [3]. Қурилиш конструкцияларини кучайтиришда бундай толаларни қўллашнинг тақрибан 40 йиллик тарихи минглаб объектларда ўз ифодасини топган.

Биз томонимиздан юқорида зикр этилган фикр-мулоҳазаларга боғлиқ равишда махсус тайёрланган темирбетон намуналари ёриқлари четки қисмларининг ўзаро бирикиш механизмини тадқиқ қилиш бўйича изланишлар олиб борилди, бу намуналар углепластик толали полимер материаллар билан ташқи томондан арматуралаш йўли билан кучайтирилган ва қирқувчи куч таъсирида уларнинг ёриқларга эга бўлган кесимларининг юк кўтарувчи қобилиятларини ва бикрликларини баҳолаш келтирилган. Синов махсус намуналар устида олиб борилди, уларда олдиндан зарба

бериш орқали ёриқлар ҳосил қилинди. Ишлаб чиқилган методика [1,2] бўйича бу кучланишлар орасидаги боғлиқликнинг характери ва намуналар ёриқларида юкланишнинг дастлабки поғоналаридан бошлаб, то улар бузилгунга қадар ҳосил бўлган силжишлар ҳамда нормал кўчишлар, шунингдек, бу боғланишга намуналарни пўлат хомутлар ва углепластик толали полимер матолардан тайёрланган (тўқимали) материаллар билан ички ва ташқи томондан арматуралашнинг таъсири ўрганилди.

Натижалар кучайтирилган намуналарнинг силжишдаги кўчиши ташқи томондан арматураланмаган намуналарга қараганда юкланишнинг бошланғич босқичларида сезиларли даражада кам бўлганлигини кўрсатди. Бузилишдан олдин чегаравий босқичда кучайтирилган намуналарда силжишли кўчишларнинг кескин ошганлиги кузатилди, бундай ошиш толаларни бузилишининг пластик характери билан тушунтирилади. Қирқувчи кучга синаш пўлат стерженлар – хомутлар билан ички арматуралаш фоизи ошиши билан силжишда ҳосил бўладиган кучланиш ошишини кўрсатди. Бироқ ички арматуралаш фоизи ошиши билан кучайтирилган намуналарда толаларнинг намуна юк кўтариш қобилиятига кўрсатадиган ҳисса улуши камайдди. Барча кучайтирилган намуналарнинг бикрлиги ҳамма кучайтирилмаган намуналарнинг бикрлигидан катта эканлиги аниқланди.

Ёриқлар эни кенгайишининг бошланғич кўрсаткичи катта бўлган темирбетон намуналарнинг бикрлиги ёриқлари эни кенгайишининг бошланғич кўрсаткичи кичик бўлган намуналардан паст эканлиги кузатилди. Ички арматуралаш фоизини ошириш чегаравий босқичда Р1 и Р3 намуналарда ҳосил бўладиган нормал ва ўринма силжишларга сезиларли бўлмаган даражада таъсир кўрсатди.



1 расм. Намуналарни арматуралаш ва синаш схемалари: (а - в) - Р1/РF1, Р2/РF2 ва Р3/РF3 намуналарни хомутлар билан арматуралаш; г) РF1, РF2 ва РF3 намуналарни УТПМ матоси (тўқимаси) билан ташқи томондан арматуралаш; д) – намуналарда ёриқлар ҳосил қилиш (1) ва уларни қирқувчи куч таъсирига синовдан ўтказиш (2)

Пўлат хомутлар ёрдамида ёриқлар текислигини кесиб ўтувчи ички арматуралаш фоизи ўсиши билан намуналарда ташқи кучланишнинг силжишга кўрсатадиган умумий қаршилигининг ҳисса улуши камайиши кузатилди. Юкланишнинг бошланғич босқичларида углепластик толали полимер матолар билан кучайтирилган намуналарда уринма силжиш кўчишлари ва ёриқлар энининг кенгайиши ташқи томондан арматураланмаган намуналарникидан кам эканлигини кузатиш мумкин эди. Бироқ бузувчи куч (юк) таъсир қилганда, кучайтирилган намуналарда силжишлар ёки ёриқлар энининг кенгайиш қийматлари углепластик толали полимер матоларсиз намуналарникига қараганда кескин ўсади.

Ташки томондан арматураланмаган намуналарда куч (юкланиш)нинг ўсиши ёриқларда силжишлар ва нормал кўчишларга тўғриси кўринишда ҳосил бўлишига олиб келади. Углепластик толали полимер матолар билан кучайтирилган намуналарда бундай ошиш то бузувчи куч таъсир қилгунга қадар ўзгармас яъни доимий бўлиб қолади.

Р серия намуналари хомутларининг деформацияси $(2447-3052) \times 10^{-5}$ чегарада ўзгаради, бу вақтда РҒ сериядаги намуналарнинг деформацияси $(2805-7770) \times 10^{-5}$ чегарада ошади. Юкланишнинг ошиши углепластик толали полимер матолар билан кучайтирилган намуналарда деформация қийматларининг ошишига олиб келади. Пўлат хомутлардаги ҳақиқий деформация чегаравий деформациядан кам бўлганлиги кузатилди. Кучайтирилган намуналарда дарз кетган сирт-юзалар ажралиш аломатларига эга бўлган, ундан сўнг қирқувчи куч текислиги бўйлаб углепластик толали полимер матолар листларининг узилиши ёки уларнинг бетон сиртидан қатламланиб ажралиши рўй берган. Ташки арматуралар ёки ташки томондан арматуралаш силжувчи кўчишларни ушлаб қолганидек, ёриқларнинг кенгайиб очилишининг ҳам олдини олган. Синаш вақтида УПВМ листларининг узилиши билан РҒ1 и РҒ2 намуналари бузилган, РҒ1 и РҒ2, РҒ3 намуналар эса бу листларнинг қирқувчи куч текислиги бўйлаб бетон сиртидан қатламланиши натижасида бузилган.

[1,4] ишларда ёриқларга эга бўлган намуналарнинг силжишида юзага келадиган ишқаланиш назариясига ўхшаш кўриниш бўйича чегаравий қаршилиқ учун ифода тақлиф этилган. Бу назария темирбетон элемент ёриқлари орқали узатиладиган чегаравий силжиш кучланишларини баҳолаш учун ўта муҳим назария деб ҳисобланади. Ёриқларнинг бетонли сиртлари кўпол кўринишга эга ва тартибсиз бўлади, силжиш текислиги бўйлаб бўйлаб кўчиш рўй берганда, унинг четки қирғоқлари (қисмлари) кенгайди, бу эса ўз навбатида ички пўлат арматурада ёриқларни кесиб ўтувчи ёки бетондаги кучланишларни сиқувчи қўшимча чўзувчи кучланишларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Ёриқлар кўндаланг томонидаги сиқувчи кучланишлар ёриқларнинг ғадир-будур сиртлари орасидаги ишқаланиш оқибатида юзага келадиган силжишда рўй берадиган кўчишга қаршилиқ кўрсатилишини таъминлайди. Ёриқларнинг очилиши ёриқларни кесиб ўтувчи

стерженларнинг оқувчан бўлиб қолишига олиб келиши мумкинлигини таъкидлаш жоиздир. [4]-адабиёт бўйича «арматураланган» ёриқларга эга бўлган кесимлар учун силжишнинг чегаравий қаршилигини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q_u = A_{sw} R_{sw} t g \alpha, \quad (1)$$

бу ерда $t g \alpha$ ёриқлар сиртлари орасидаги ишқаланиш коэффициентини сифатида тушунилади. Бу тенгламани қирқувчи куч текислиги юзасига бўлиб, уни кучланишларда кўз олдимишга келтиришимиз мумкин:

$$\tau_u = \rho R_{sw} t g \alpha \quad (2)$$

Кучайтирилган намуналарда углепластик толали полимер матолар листлари намунанинг горизонтал йўналишда ажралишига (нормал кўчишга ёки ёриқларнинг очилишига) ва кўндаланг кесувчи кучлар текислиги бўйлаб силжишда юзага келадиган кўчишларга қаршилиқ кўрсатади. Ёриққа перпендикуляр жойлашган тола пўлат хомутга ўхшаш тарзда ишлайди. Вертикал толалар (яъни ёриққа параллел йўналтирилган) бошқа йўналишдаги толалар учун деформацияни чекловчи сифатида таъсир қилади, ҳамда листларнинг бетон сиртидан қатламланишининг олдини олади. Экспериментал маълумотларни регрессион таҳлил қилиш натижалари бўйича олинган эмпирик ифодалар қуйидаги кўринишда тақлиф этилган, бунда углепластик толали полимер матолардан тайёрланган ташқи арматуралашнинг кучайтирилган намуналар силжишига қаршлиқ кўрсатадиган ҳиссаси инобатга олинган:

$$\tau_R = 0,88544 \left[\rho R_s \tan \alpha + \left(\frac{2t_f}{b} \right) + R_{fu} \right] - 2,9802, \quad (3)$$

бу ерда: $\rho = A_{sw} / A_{cr}$; $t g \alpha = 1,4$; A_{sw} – пўлат хомутлар кўндаланг кесимларининг юзас; R_s – пўлатнинг чўзилишга кўрсатадиган мустаҳкамлиги; t_f – листнинг қалинлиги; b – қирқувчи куч текислигининг эни; R_{fu} – листни чўзишда мустаҳкамлик чегараси.

(3) ифоданинг қўлланилиши бетон кубик мустаҳкамлигининг 30 – 40 МПа оралигида чегараланган. Жадвалда синовдан ўтказилган намуналарга оид назарий ва экспериментал маълумотларнинг таққосланиши келтирилган. Кўриниб турибдики, тақлиф этилган тенглама экспериментал қийматларни яхши аппроксимирлайди ва углепластик толали полимер матолар билан

кучайтирилган намуналарнинг юк кўтариш қобилиятини етарли даражада аниқ ифодалаш имконини беради.

Синовларнинг натижалари шуни кўрсатадики, ташқи арматуралашнинг намуна юк кўтариш қобилиятига қўшадиган ҳиссаси пўлат стерженлар (хомутлар) билан ички арматуралашнинг фоизини ошириш билан камайишини кўрсатади.

1 жадав. Махсус намуналарни тадқиқ қилишнинг назарий ва экспериментал натижаларини таққослаш

Намуналар	хомутлар сони ва диаметри, мм	ρ (%)	Бузувчи куч, кН	Усиле в ПВМ, кН	Напряжение сдвига τ , МПа		τ (наз) τ (экс)
					назарий	Экспериментал	
P1	2Ø6	0,14	85,50	---	1,28	2,09	1,63
PF1			131,82	46,32	3,20	3,23	1,04
P2	4Ø6	0,28	135,38	---	2,56	3,30	1,28
PF2			167,45	32,07	4,34	4,10	0,95
P3	6Ø6	0,42	213,87	---	3,84	5,24	1,36
PF3			228,02	14,15	5,48	5,58	1,02

Юклашнинг бошланғич босқичларида ташқи арматуралаш ёриқли кесимнинг тангенциал силжишини ва унинг очилиб кетмаслигини яхши ушлаб туради; улар (силжиш ва ёриқларнинг очилиши) бир хил юклар таъсир қилган вақтда ташқи кучайтирилмаган намуналардаги худди шундай силжиш ва ёриқларнинг очилишига нисбатан кам бўлган. Бироқ чегаравий босқичда ташқи кучайтирилмаган намуналарниқига қараганда ташқи арматуралаб кучайтирилган намуналардаги нормал ва уринма силжишларнинг тўсатдан ошиб кетиши кузатилди. Ташқи кучайтирилмаган намуналар билан таққослаганда кучайтирилган намуналарда силжиш кучланишининг ошиши 7% - 56% чегарада ўзгаради (1 жадвал). Умуман олганда, кучайтирилган намуналарнинг

бикрлиги кучайтирилмаган намуналарниқига нисбатан юқори эканлиги аниқланди, буни бир хил юклар таъсири қилганда пўлат хомутларнинг кам деформацияланиши билан тушунтириш мумкин.

Айнан бир хил юк таъсир қилганда кучайтирилган намуналардаги деформация кучайтирилмаган намуналарда юзага келадиган деформациядан кам бўлади. Бироқ бузилиш босқичида, кучайтирилган намуналар кучайтирилмаган намуналарларга нисбатан деформацияланишнинг юқори қийматларини кўрсатди. Кучайтирилган ва кучайтирилмаган махсус намуналарнинг « $\tau - \delta$ » боғлиқлик характери тахминан бир хил. Ташқи кучайтирилган намуналарнинг силжишдаги кучланишини ҳисоблаш учун таклиф этилган назарий ифода (тенглама)дан етарли корреляция шароитларида фойдаланиш мумкин. Таклиф этилаётган тенгламани янада кенг қўллаш учун қуйидаги тадқиқотларни олиб бориш зарур.

References:

1. Ashrakov A.A. On the study of contact interactions in cracks of reinforced concrete elements., Moscow, 2009, 89-94 p.
2. Ashrakov A. A. Simulation of properties and processes of concrete and reinforced concrete destruction. Tashkent, "Fan", 1988, 147 p.
3. Ashrakov A. A., Ishankhajayev A.A., Raupov Ch.S. About transfer of stresses in cracks of the reinforced concrete elements strengthened by polymeric fibrous materials. Journal of Architectural Sciences of Uzbekistan "Issues of Mechanics", Tashkent, №5, "Fan", 2007, p. 7-11.
4. Ashrakov A. A., Jayaprakash J.. Rehabilitation of Precracked RC Push-off Specimens with CFRP Fabrics. First International Conference on Advances in Bridge Engineering, Brunel University, 26th - 28th June 2008, West London, UK, pp. 309 – 312.
5. Millard S. G., Johnson R. P. Shear Transfer Across Cracks in Reinforced Concrete due to Aggregate Interlock and Dowel Action. Mag. Conc. Res. 36, No. 126, Mar., 1984, pp. 9 – 21.