



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88917

(13) C2

(51) МПК (2009)

E04C 5/01

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) АРМАТУРНИЙ ЕЛЕМЕНТ ДЛЯ ДИСПЕРСНОГО АРМУВАННЯ БЕТОНУ

1

2

(21) а200702541

(22) 12.03.2007

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл. № 23, 2009 р.

(72) КРИЧЕВСЬКИЙ СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
КРИЧЕВСЬКА ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) КРИЧЕВСЬКА ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА

(56) US 2677955 A, 1954

GB 1446855 A, 1976

US 4585487 A, 1986

US 5443918 A, 1995

WO 97/11239 A1, 1997

SU 1707157 A1, 1992

(57) 1. Арматурний елемент для дисперсного армування бетону, що являє собою відрізок дроту з кінцевими анкерними ділянками, який **відрізняється** тим, що відрізок дроту в середній частині має хвилясту форму, по суті, синусоїдального типу з амплітудою хвилі від 2,0 до 2,7 діаметрів дроту, анкерні властивості кожної окремої ділянки якої, переважно напівперіоду, нижчі за анкерні властивості кінцевих анкерних ділянок, кінці яких зміщені щодо точок максимуму хвиль на 1,0-3,5 діаметрів дроту таким чином, що сила зчеплення з бетоном кінцевої анкерної ділянки більше сили зчеплення

згаданої окремої ділянки середньої частини, яка в свою чергу вища за силу, необхідну для випрямлення цієї ділянки, що при виникненні тріщини призводить спочатку до порушення зчеплення з бетоном і випрямлення окремої ділянки середньої частини, потім при зростанні тріщини - послідовного відривання і випрямлення інших окремих ділянок цієї частини від бетону, після чого відбувається відрив від бетону кінцевої анкерної ділянки.

2. Арматурний елемент за п. 1, який **відрізняється** тим, що по суті синусоїдальна форма має довжину хвилі, яка складає від 5,0 до 7,0 діаметрів дроту.

3. Арматурний елемент за п. 1, який **відрізняється** тим, що кінцеві анкерні ділянки мають довжину від 5,0 до 9,0 діаметрів дроту і виконані у вигляді відгинів з розплющеними кінцевими елементами.

4. Арматурний елемент за п. 1, який **відрізняється** тим, що розплющені кінцеві елементи розташовані під кутом 30°-60° до подовжньої осі арматурного елемента.

5. Арматурний елемент за п. 4, який **відрізняється** тим, що розплющені кінцеві елементи мають довжину, що становить від 4,0 до 7,0 діаметрів дроту, і ширину - від 1,5 до 2,0 діаметрів дроту.

Винахід належить до галузі будівництва, а саме до арматурних елементів, призначених для дисперсного армування будівельних виробів з бетонної суміші.

Бетон має високу міцність на стиснення, але він крихкий і має низьку міцність на розтягування. Виникнення розтягуючих зусиль призводить до утворення в бетоні макротріщин. Одним з перспективних напрямів сучасної будівельної індустрії є застосування фібробетону. Фібробетон є композиційним матеріалом, що складається з бетонної матриці і армований по всьому об'єму сталевими волокнами (фіброю). Дисперсне фіброве армування дозволяє компенсувати головні недоліки бетону - низьку міцність на розтягування і крихкість. Сталеві фібри армують структуру бетону і стримують розвиток тріщин (шириною 0,01-5мм). При утворенні тріщини в бетоні розриваються внутрішні

зв'язки між компонентами матеріалу (між цементним каменем і заповнювачем (щебінь, пісок і т.п.). Процес розвитку тріщин в бетоні без арматури є неконтрольованим, що обумовлює крихкість цього матеріалу. Сталеві фібри (волокна) завдяки своїй геометрії (співвідношення довжини до діаметру) і міцнісним властивостям (міцність більше, ніж у бетону) перетинають тріщину і переносять зусилля з одного берега тріщини на інший. Таким чином, вони як би «зшивають» тріщину, не даючи їй можливість збільшуватися в розмірах. Існує дві можливості впливати на ефективність таких арматурних елементів - змінити форму або змінити фізичні властивості. Всі сучасні ефективні форми арматурних елементів у вигляді сталевих фібри були сконструйовані так, щоб забезпечити їх хороше зчеплення з бетоном при мінімальному зчепленні їх один з одним (технологічна умова, спри-

(13) C2

(11) 88917

(19) UA

яюча рівномірному розподілу фібр в бетоні) і тому вони добре працюють (переносять зусилля через береги тріщини) навіть при невеликому вмісті в бетоні до 25кг/м^3 і при ширині розкриття тріщин до 1,0-2,0мм. Для цього арматурні елементи виконують у вигляді відрізка дроту з кінцевими анкерними ділянками для забезпечення великого опору висмикуванню арматурного елемента з бетону.

Так є відомий арматурний елемент для дисперсного армування бетону у вигляді відрізка дроту з середньою прямолінійною ділянкою і кінцевими анкерними ділянками, виконаними у вигляді головок закругленої форми (авторське свідоцтво СРСР №715747, МПК Е 04 С 5/03, 1980р.), і арматурний елемент з кінцевими анкерними ділянками у вигляді головок конічної форми (пат. США №4883713, МПК В 32 В 15/00, Е 04 С 5/01, 1989р.).

Такі арматурні елементи перешкоджають переважно виникненню і розвитку макротріщин. Працездатність таких елементів може бути порушена тільки в результаті розриву середньої прямолінійної ділянки або висмикуванню з бетону з порушенням цілісності останнього в місці розташування анкерної ділянки. Тому працездатність такого арматурного елемента обмежена величиною розкриття тріщини, що не дозволяє йому ефективно працювати при зростанні тріщини більш 1,0-1,5мм.

Відомий арматурний елемент для дисперсного армування бетону включає відрізок дроту з середньою прямолінійною ділянкою і кінцевими анкерними ділянками, виконаними розплющеними (пат. США №5451471, МПК Е 04 С 5/03, 1995р., пат. США №6235108, МПК Е 04 С 5/01, 2001р.).

Такі арматурні елементи також перешкоджають виникненню і зростанню макротріщин. Працездатність таких елементів має триваліший час і не порушується при зростанні тріщини в результаті деформації і тертя анкерних ділянок. Працездатність такого арматурного елемента порушується при зростанні тріщини більшої величини, рівної приблизно 2мм, через висмикування анкерної ділянки з бетону.

Є відомі арматурні елементи для дисперсного армування бетону, виконані у вигляді відрізка дроту з середньою прямолінійною ділянкою і декількома анкерними ділянками, що мають різні анкерні властивості. При цьому, анкерні властивості анкерних ділянок, прилеглих до середньої прямолінійної ділянки, нижчі за анкерні властивості кінцевих анкерних ділянок (пат. Японії №2004168585, МПК Е 04 В 14/48, 2004р., пат. США №5965277, МПК Е 04 С 5/03, 1999р., пат. США №5443918, МПК Е 04 С 5/03, 1995р., прототип).

Такі арматурні елементи також перешкоджають виникненню і розвитку макротріщин. Працездатність таких елементів має триваліший час і не порушується при зростанні тріщини до 2мм в результаті деформації і тертя анкерних ділянок. Працездатність такого арматурного елемента порушується при зростанні тріщини до 2-2,5мм.

Задачею винаходу є удосконалення відомого арматурного елемента шляхом зміни його форми, щоб при виникненні і зростанні тріщини більше 2,5мм зберегти його арматурні властивості за рахунок використання його здатності деформу-

ватися без розриву і висмикування з бетону, наприклад, випрямлятися і тим самим підвищити міцність бетону у стадії руйнування.

Поставлена задача вирішується таким чином. У відомому арматурному елементі для дисперсного армування бетону, що являє собою відрізок дроту з кінцевими анкерними ділянками, відповідно до винаходу, відрізок дроту в середній частині має хвилясту форму, по суті, синусоїдального типу, анкерні властивості кожної окремої ділянки якої, переважно напівперіоду, нижчі за анкерні властивості кінцевих анкерних ділянок так, що сила зчеплення з бетоном кінцевої анкерної ділянки більше сили зчеплення згаданої окремої ділянки середньої частини, яка в свою чергу вища за силу, необхідну для випрямлення цієї ділянки, що при виникненні тріщини призводить спочатку до порушення зчеплення з бетоном і випрямлення окремої ділянки середньої частини, потім при зростанні тріщини - послідовного відриву і випрямлення інших окремих ділянок цієї частини від бетону, після чого відбувається відрив від бетону кінцевої анкерної ділянки.

У кращому варіанті здійснення винаходу по суті синусоїдальна форма середньої частини дроту має довжину хвилі, яка складає від 5 до 7 діаметрів дроту.

Крім того, по суті синусоїдальна форма середньої частини дроту має амплітуду хвилі, яка складає від 2,0 до 2,7 діаметрів дроту.

Кінцеві анкерні ділянки виконані у вигляді відгинів з розплющеними кінцевими елементами.

Переважно, розплющені кінцеві елементи розташовані під кутом 30° - 60° до подовжньої осі арматурного елемента, при цьому кінці розплющених кінцевих елементів зміщені щодо точок максимуму хвиль на 1-4 діаметри дроту.

Крім того, розплющені кінцеві елементи мають довжину, що становить від 4,0 до 7,0 діаметрів дроту і ширину - від 1,5 до 2,5 діаметрів дроту.

Розплющені кінцеві елементи відігнуті в сторони один від одного, розташовані паралельно подовжній осі арматурного елемента, і зміщені щодо точок максимуму хвиль на 2-3 діаметри дроту.

Крім того, розплющені кінцеві елементи мають довжину, що становить від 5 до 9 діаметрів дроту і ширину - від 1,5 до 2,5 діаметрів дроту.

Детальніше суть винаходу пояснюється кресленням, на Фіг.1 якого зображений арматурний елемент з розплющеними кінцевими елементами, розташованими паралельно подовжній осі арматурного елемента, вигляд збоку; на Фіг.2 - те ж саме, що і на Фіг.1, вигляд зверху; на Фіг.3 - арматурний елемент з розплющеними кінцевими елементами, розташованими під кутом 30° - 60° до подовжньої осі арматурного елемента, вигляд збоку; на Фіг.4 - те ж саме, що і на Фіг.3, вигляд зверху; на Фіг.5 - графіки залежності навантаження на сталеві фібробетонні балки від ширини розкриття тріщини w, армовані арматурними елементами, виготовленими відповідно до запропонованого винаходу, і графіки залежності навантаження на сталеві фібробетонні балки, армовані відомими арматурними елементами. По осі Y приведені відно-

сні значення навантаження ($P/\text{макс}P$), де P - абсолютні значення навантаження, кН, а $\text{макс}P$ - максимальне значення навантаження на випробовувану балку, при якому відбувається утворення тріщини, кН.

У приведеному далі докладному описі зроблені посилання на прикладні фігури, які демонструють певні ілюстративні приклади виконання арматурного елемента, у вигляді яких винахід може бути здійснений на практиці. Ці варіанти описані достатньо детально, щоб фахівці в цій галузі могли використати винахід, причому зрозуміло, що можуть бути використані і інші приклади і, що без відхилення від суті і об'єму винаходу, можуть бути виконані логічні і механічні зміни. Тому приведений далі докладний опис не слід розглядати як такий, що обмежує об'єм винаходу.

Арматурний елемент згідно з Фіг.1-4 являє собою відрізок дроту завдовжки L 30-60мм круглого поперечного перерізу з діаметром d від 0,4 до 1,2мм, виготовленим із сталі з міцністю на розрив R 1000-1500МПа.

У таблиці 1 представлені розміри і характеристики декількох прикладів виконання арматурних елементів згідно з запропонованим винаходом, і характеристики відомого арматурного елемента з прямолінійною середньою частиною і кінцевими анкерними ділянками у вигляді відгинів з розплющеними кінцевими елементами.

На Фіг.1 і 2 зображений арматурний елемент, виконаний з кінцевими анкерними ділянками 1 завдовжки L_1 і середньою частиною 2 завдовжки L_2 , що має хвилясту форму, по суті, синусоїдального типу. Довжина хвилі L_v складає від 5 до 7 діаметрів d дроту. Амплітуда хвилі h складає від 2,0 до 2,7 діаметрів d дроту. Кінцеві анкерні ділянки 1 виконані у вигляді відгинів з розплющеними кінцевими елементами 3, розташованими паралельно подовжній осі арматурного елементу зміщені щодо лінії точок максимуму хвилі на висоту N , рівну 2-3 діаметрам d дроту. Розплющені кінцеві елементи 3 мають довжину L_s , яка складає від 5 до 9 діаметрів d дроту, ширину M - від 1,5 до 2,5 діаметрів d дроту.

Таблиця 1

Приклади	d , мм	L , мм	L_1 , мм	L_2 , мм	F , Н/мм ²	L_v , мм	h , мм	α , град.	L_s , мм	M , мм	N , мм
1	0,4	30	3,5	23	1150	3,3	1,02	35	1,5	0,6	1,2
2	0,8	50	4,5	41	1450	6,7	1,40	35	1,9	1,5	1,4
3	1,0	50	5,0	40	1150	6,7	1,40	40	2,0	2,0	1,4
4	1,2	60	6,0	48	1450	6,9	1,44	40	2,3	2,2	1,7
5	0,4	30	5,2	19,6	1150	3,3	1,02	-	1,5	0,6	1,4
6	0,8	50	7,8	34,4	1450	6,7	1,40	-	1,9	1,5	2,2
7	1,0	50	8,3	33,4	1150	6,7	1,40	-	2,0	2,0	2,2
8	1,2	60	9,4	41,2	1450	6,9	1,44	-	2,3	2,2	2,4
Відомий арматурний елемент	1,0	50	7,0	36	1150	-	-	-	7,0	2,5	2,0

Таблиця 2

Приклади	Навантаження на балку [кН] при ширині розкриття тріщин				
	Виникнення тріщини	0,5мм	1,5мм	2,5мм	3,5мм
1	18,0	15,8	12,5	12,4	10,5
2	17,5	15,4	12,0	13,2	11,3
Відомий арматурний елемент	18,5	15,2	10,8	7,8	5,2

Арматурний елемент згідно з Фіг.3 і 4 відрізняється від арматурного елемента згідно з Фіг.1 і 2 формою кінцевих анкерних ділянок 1. Кінцеві анкерні ділянки 1 виконані у вигляді відгинів з розплющеними кінцевими елементами 3, розташованими під кутом α , рівним 30-60° до подовжньої осі арматурного елемента. Розплющені кінцеві елементи 3 мають довжину L_s , що складає від 4,0 до 7,0 діаметрів d дроту і ширину M - від 1,5 до 2,2 діаметрів d дроту. Кінці розплющених кінцевих елементів 3 зміщені щодо лінії точок максимуму хвилі на висоту N , рівну 1-4 діаметрам d дроту.

Анкерні властивості кожної окремої ділянки середньої частини 2 арматурного елемента, переважно напівперіоду синусоїди, нижчі за анкерні властивості кінцевих анкерних ділянок 1 так, що сила зчеплення з бетоном кінцевої анкерної ділянки

ки 1 більше сили зчеплення згаданої окремої ділянки середньої частини 2, яка, в свою чергу вища за силу, необхідну для випрямлення цієї ділянки. В результаті при виникненні тріщини спочатку відбувається порушення зчеплення з бетоном і випрямлення окремої ділянки середньої частини 2, потім при зростанні тріщини - послідовний відрив і випрямлення інших окремих ділянок цієї частини від бетону, після чого відбувається відрив від бетону кінцевої анкерної ділянки 1.

Результати випробувань сталевібробетонних балок, армованих заявленими арматурними елементами і відомими в об'ємі бетону 25кг/м³, представлені в таблиці 2 і на Фіг.5. У таблиці 2 представлені навантаження в кілоньютонах, які відповідають вказаній ширині розкриття тріщин в балках. Балки завдовжки 600мм, вширшки і зав-

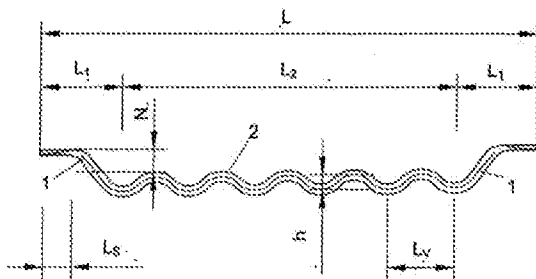
товшки 150мм випробовувалися по методу трьохточкового вигину відповідно до методики RILEM TC 162-TDF і англійського стандарту BS EN 14651-2005. На розтягнутій в процесі випробування грані балки заздалегідь був зроблений надріз завглибшки 25мм шириною до 5мм. Таким чином, був створений в балці концентратор напруг забезпечуючий появу тріщини в місці надрізу. Біля надрізу був встановлений прилад для вимірювання ширини тріщини.

Експериментально-розрахункові дослідження показали, що технічний результат в найбільшій мірі досягається при виконанні форми і розмірів арматурного елемента представлених у формулі винаходу.

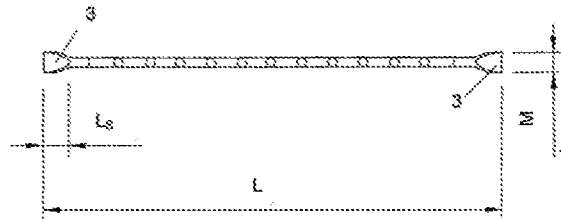
Приведені на Фіг.5 і в таблиці 2 результати випробувань свідчать про те, що запропонований вид арматурного елемента, для дисперсного армування, навіть при невеликому вмісті в об'ємі бетону (25кг/м^3) дозволяють при ширині розкриття тріщин більше 2,5мм зберігати близько 70% несучої здатності балки, в той час, як балки, армовані відомими типами арматурних елементів при тій же ширині розкриття тріщин мають залишкову несучу спроможність, що становить лише 30-40% міцності

балки. Цей ефект дозволяє при розрахунках конструкцій, армованих запропонованими арматурними елементами і стрижневою арматурою, враховувати ефективну роботу не тільки у стадії виникнення і розкриття тріщин, але і у стадії руйнування конструкцій (при великих деформаціях розтягування і великій ширині розкриття тріщин).

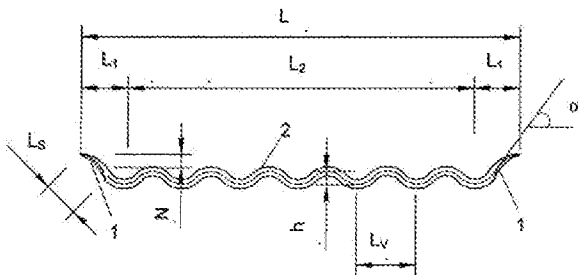
Хоча в цьому описі представлені і охарактеризовані певні приклади арматурного елемента, фахівці в цій галузі зможуть оцінити, що будь-які подібні арматурні елементи з подібними формою і розмірами, які, як передбачається, дозволять досягти тієї ж самої мети, можуть замінити конкретні показані приклади. Передбачається, що така можливість застосування охоплює будь-які удосконалення або приклади згідно з запропонованим винаходом. Так, середня частина відрізка дроту може мати різноманітну хвилясту форму, наприклад зигзагоподібну, у вигляді спіралі, з хвилюю у вигляді трапеції, з довільною амплітудою окремих ділянок або якусь подібну форму. Кінцеві анкерні ділянки, виконані у вигляді відгинів з розплющеними кінцевими елементами, можуть бути направлені назустріч одна до одної.



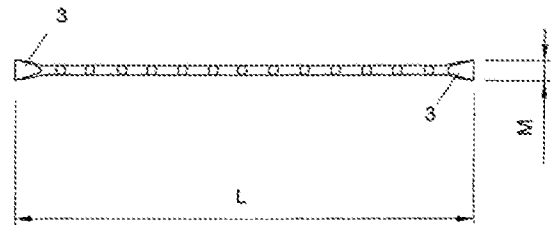
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

