



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86896** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G01N 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2013 09818	(72) Винахідник(и):	Івченко Олександр Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки:	07.08.2013	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	10.01.2014		АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.01.2014, Бюл.№ 1		пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ-5, 49600 (UA)

(54) СПОСІБ ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХОЛОДНОДЕФОРМОВАНОГО АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ КЛАСУ B500C

(57) Реферат:

Спосіб експрес-контролю механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу B500C включає відбір, підготовку, розмітку та випробування натурального зразка періодичного профілю на розтяг, реєстрацію значень навантаження і деформації і подальше обчислення значень характеристик. Розтягнення зразка здійснюють до максимального навантаження і переривають випробування, фіксують значення максимального навантаження, далі зразок розвантажують і фіксують значення його залишкового подовження, після чого обчислюють тимчасовий опір при розтягу (σ_b) і відносне рівномірне подовження (δ_p), а відповідність прокату необхідному класу міцності встановлюють за величиною добутку характеристик $\sigma_b \times \delta_p$, який повинен дорівнювати не менше 1200, при обов'язкових значеннях σ_b і δ_p не менше 550 Н/мм² і 2,0 % відповідно.

UA 86896 U

Корисна модель належить до випробовування металів, а саме до методів визначення механічних властивостей. Переважна галузь застосування - механічні випробування довгомірних зразків холоднодеформованого арматурного прокату на розтяг, і встановлення відповідності їх механічних властивостей вимогам нормативної документації.

5 Контроль механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу B500C по ДСТУ ENV 10080:2005, ГОСТ Р 52544-2006 та інших стандартах передбачає визначення наступних характеристик, значення яких повинні відповідати певному рівню:

межі текучості ($\sigma_{0,2} \geq 500 \text{ Н/мм}^2$);

тимчасового опору при розтягу ($\sigma_B \geq 550 \text{ Н/мм}^2$);

10 повного відносного подовження при максимальному навантаженні ($\delta_{\max} \geq 2,5 \%$) або відносного рівномірного подовження ($\delta_p \geq 2,0 \%$).

Дані характеристики визначаються при проведенні випробувань на розтяг натурних зразків арматурного прокату періодичного профілю згідно з ГОСТ 12004-81 "Сталь арматурна. Методи випробування на розтяг".

15 Відомо, що холоднодеформований арматурний прокат класу B500C має певну відмінність, яка полягає у відсутності вираженої площинки текучості на діаграмі розтягу, що свідчить про наявність умовної межі текучості ($\sigma_{0,2}$). Визначення даної характеристики властивості можливо графічним шляхом при проведенні випробування зразків прокату на розтяг із застосуванням тензометрів, що достатньо трудомістко, або на випробувальних машинах з автоматичним записом діаграми розтягування в координатах "навантаження-деформація". Також по цій
20 діаграмі можливо визначити і величину повного відносного подовження при максимальному навантаженні ($\delta_{\max}$). Однак, технологічні лабораторії вхідного контролю матеріалів для виготовлення залізобетонних виробів багатьох заводів будівельної індустрії укомплектовані застарілими типами розривних машин, на яких діаграмні апарати недосконалі і в більшості
25 випадків не працюють, внаслідок чого здійснити контроль показників механічних властивостей арматурного прокату класу B500C таких, як умовна межа текучості ($\sigma_{0,2}$) і повне відносне подовження при максимальному навантаженні ($\delta_{\max}$) на них, не представляється можливим.

У даній ситуації заводи з виготовлення ЗБК, закуповуючи арматурний прокат класу B500C, повинні застосовувати його без проведення вхідного контролю, довірившись сертифікату
30 підприємства-виробника, порушуючи тим самим, встановлений регламент або вдаватися до послуг сторонніх випробувальних центрів, що дорого і не практично.

Ця обставина є додатковою перешкодою для широкого застосування холоднодеформованого арматурного прокату класу B500C в будівництві. Найчастіше багато виробників ЗБК просто відмовляються від використання нового перспективного виду
35 арматурного прокату класу B500C, нехтуючи всіма його вигодами - економія металу, автоматизація процесу виготовлення зварної сітки та дужкозгинальних виробів, та інше.

Для усунення наявних протиріч ведеться пошук рішень, які дозволять нівелювати наявні труднощі і спростити визначення механічних властивостей металу для даного виду продукції.

Відомий спосіб (Патент РФ № 2393454, МПК G03N3/28 "СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ МЕТАЛЛА", опублікований в 2010 р.), згідно з яким зразок піддають розтягуванню до розриву, з фіксуванням до проведення випробування початкової довжини і вихідної площі поперечного перерізу, в процесі випробування реєструють діаграму розтягування і максимальне навантаження, після випробування реєструють кінцеву довжину зразка, при цьому в процесі
45 випробування додатково реєструють абсолютне пружне і абсолютне пластичне подовження, а після випробування визначають в'язкість металу (характеристику пластичності) за певною математичною формулою. Даний спосіб є трудомістким, вимагає складного обладнання для запису діаграми випробування, що за вказаними раніше причинами, не придатний для вхідного контролю механічних властивостей арматурного прокату.

Також відомий спосіб оцінки механічних властивостей арматурної сталі (Патент РФ № 2075744, МПК G03N 3/00 "СПОСОБ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ", опублікований в 1997 р.), який полягає в тому, що використовуючи заготовку з випробувальної арматурної сталі, вирізують з неї зразок, піддають його розтягненню до руйнування і визначають параметр, за яким оцінюють механічні властивості арматурної сталі, при цьому використовують заготовку у вигляді арматурного стрижня, яку піддають відпалу в
55 газовому середовищі, визначають товщину анізотропного шару, як зразки використовують дві частини стрижня, з поверхні однієї частини знімають шар сталі товщиною не менше товщини анізотропного шару, розтягу піддають два зразки; параметри, за якими оцінюють механічні властивості арматурної сталі, визначають для кожного зразка, а відносно цих параметрів додатково судять про зміну механічних властивостей арматурної сталі. Дана методика не
60 передбачає випробувань натурних зразків арматурного прокату періодичного профілю, а

додатковий відпал зразків змінює їх механічні властивості, що не відповідає поняттю вхідного контролю для даного виду продукції.

Найближчим аналогом є спосіб визначення міцнісних і пластичних характеристик арматурного прокату (ГОСТ 12004-81 "Сталь арматурна. Методи випробування на розтяг"), згідно з яким натурні зразки заздалегідь готують шляхом виправлення, визначення площі поперечного перерізу (через масу і довжину) і розмітки за допомогою міток, що наносяться ділильною машинкою, скобами або керном. Далі проводять випробування зразка на розтяг до руйнування, реєстрацію значень навантаження і деформації, і подальше обчислення значень характеристик межі текучості (σ_r), тимчасового опору при розтягу (σ_b) і відносних подовжень (δ_p , δ_5). При цьому випробування зразків, у яких відсутня фізична межа текучості, проводять з використанням різних датчиків деформації (тензометрів), на підставі показань яких будують діаграму "навантаження-деформація", або на сучасних машинах з автоматичним записом таких діаграм. По діаграмі обчислюють значення умовної границі текучості ($\sigma_{0,2}$), а також повне відносне подовження при максимальному навантаженні (δ_{max}).

Недоліки аналога проявляються в трудомісткості процесу випробування, пов'язаного з необхідністю побудови (або запису) діаграм випробування та їх подальшої розшифровки, а також в необхідності використання дорогого випробувального обладнання та кваліфікованого персоналу для обслуговування та проведення випробувань.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки способу експрес-контролю механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу В500С, спрощення методики випробування зразків арматурного прокату для встановлення відповідності (ідентифікації) його властивостей з вимогами стандарту.

Поставлена задача вирішується тим, що запропонований спосіб експрес-контролю механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу В500С, включає відбір, підготовку, розмітку та випробування натурального зразка періодичного профілю на розтяг, реєстрацію значень навантаження і деформації, і подальше обчислення значень характеристик. При цьому розтягнення зразка здійснюють до максимального навантаження і переривають випробування, фіксують значення максимального навантаження, далі зразок розвантажують і фіксують значення його залишкового подовження, після чого обчислюють тимчасовий опір при розтягу (σ_b) і відносне рівномірне подовження (δ_p), а відповідність прокату необхідному класу міцності встановлюють за величиною добутку характеристик $\sigma_b \times \delta_p$, який повинен дорівнювати не менше 1200, при обов'язкових значеннях σ_b і δ_p не менше 550 Н/мм² і 2,0 % відповідно.

Технічним результатом запропонованої корисної моделі є можливість проведення механічних іспитів холоднодеформованого арматурного прокату класу В500С на випробувальних машинах будь-якої конструкції, так як фіксується тільки один показник - значення максимального навантаження, спрощення методики випробування зразків арматурного прокату за рахунок спрощення розмітки зразка та визначення меншої кількості характеристик, та швидке встановлення відповідності (ідентифікації) його властивостей вимогам стандарту.

Досягнення зазначеного технічного результату забезпечується набором відмінних ознак, а саме тим, що розтягнення зразка здійснюють до максимального навантаження і переривають випробування, фіксують значення максимального навантаження, далі зразок розвантажують (то б то не здійснюють розрив зразка) і фіксують значення його залишкового подовження, після чого обчислюють тільки тимчасовий опір при розтягу (σ_b) і відносне рівномірне подовження (δ_p), а відповідність прокату необхідному класу міцності встановлюють за величиною добутку характеристик $\sigma_b \times \delta_p$, який повинен дорівнювати не менше 1200, при обов'язкових значеннях σ_b і δ_p не менше 550 Н/мм² і 2,0 % відповідно. При цьому відпадає необхідність у встановленні значень таких характеристик, як умовна межа текучості ($\sigma_{0,2}$) і відносне подовження при максимальному навантаженні (δ_{max}), визначення яких вимагає тривалого часу і додаткового спеціального обладнання.

Всі відмітні ознаки корисної моделі, що заявляється, взаємопов'язані і сприяють досягненню поставленої задачі. Так, якщо для контролю механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу В500С, згідно з аналогом (ГОСТ 12004) випробування натурального зразка періодичного профілю на розтяг слід проводити до руйнування, то в запропонованому способі розтягнення зразка треба здійснювати тільки до максимального навантаження і переривати випробування, далі фіксувати значення максимального навантаження, розвантажувати зразок і фіксувати значення його залишкового подовження. Це спрощує сам іспит і дає можливість проведення експрес-контролю механічних властивостей. Якщо згідно з ГОСТ 12004 вимагається визначення умовної межі текучості ($\sigma_{0,2}$), тимчасового опору при

розтягу (σ_b), повного відносного подовження при максимальному навантаженні ($\delta_{\max}$) або відносного рівномірного подовження (δ_p), то запропонований спосіб передбачає визначення меншого числа показників властивостей, а саме - тимчасового опору при розтягу (σ_b) та відносного рівномірного подовження (δ_p), що приводить до спрощення методики випробування зразків арматурного прокату. При цьому додатково обчислюють добуток значень тимчасового опору розриву і рівномірного відносного подовження ($\sigma_b \times \delta_p$), яке повинно бути не менше 1200, що сприяє встановленню відповідності (ідентифікації) властивостей прокату класу B500C вимогам стандарту. Вибір значення добутку $\sigma_b \times \delta_p$ величиною в 1200 продиктований встановленням 10 % перевищення (запасу) щодо результату, який дає добуток цих контрольованих показників при їх мінімальних значеннях згідно з вимогами стандарту. У стандартах ДСТУ ENV 10080:2005 та ГОСТ Р 52544 для холоднодеформованого арматурного прокату класу B500C значення характеристик σ_b і δ_p нормуються на рівні не менше 550 Н/мм² і 2,0 % відповідно, тому виконання їх обов'язково. Що до того, що не проводиться визначення характеристики умовної межі текучості ($\sigma_{0,2}$), з нормованою величиною не менше 500 Н/мм, то тут немає істотних побоювань за невиконання даного показника при обов'язковому визначенні тимчасового опору при розтягу (σ_b) - іншої характеристики міцності. Відомо, що у холоднодеформованому арматурному прокаті з вуглецевої сталі відмінність величини тимчасового опору при розтягу (σ_b) і умовної границі текучості ($\sigma_{0,2}$) незначні, а відношення цих показників ($\sigma_b/\sigma_{0,2}$) коливається в проміжку 1,03...1,10, при середньому значенні близько 1,075. Тому при виконанні умови за величиною тимчасового опору при розтягу (σ_b) не менше 550 Н/мм², величина умовної межі текучості ($\sigma_{0,2}$) на практиці завжди буде більше 500 Н/мм².

Між сукупністю суттєвих ознак об'єкта, що заявляється, і технічним результатом, що досягається, існує причинно-наслідковий зв'язок, який полягає в тому, що після проведення випробування і реєстрації значення максимального навантаження і значення залишкового подовження, всі наступні обчислення значень характеристик тимчасового опору при розтягу (σ_b) та відносного рівномірного подовження (δ_p), також, як і добутку $\sigma_b \times \delta_p$, є елементарними арифметичними діями. При цьому не потрібно вдаватися до запису діаграми випробування із використанням сучасного обладнання. Досить тільки зафіксувати показання індикатора навантаження на випробувальній машині, а також за допомогою штангенциркуля заміряти відстань між мітками на зразку. Отримані значення σ_b і δ_p повинні становити не менше 550 Н/мм² і 2,0 % відповідно, а величина добутку $\sigma_b \times \delta_p$ становити не менше 1200, що забезпечує технічний результат, який заявляється - експресконтроль механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу B500C, спрощення методики випробування зразків арматурного прокату та встановлення відповідності (ідентифікація) його властивостей вимогам стандарту.

Застосування описаного вище способу експрес-контролю дозволяє спростити проведення випробувань, а саме - зменшити кількість визначуваних характеристик, скоротити час самого випробування натурних зразків арматурного прокату періодичного профілю, за рахунок спрощення підготовки зразків і виключення необхідності запису діаграм випробування. Крім того, спосіб дає можливість миттєво визначати відповідність випробуваних зразків холоднодеформованого арматурного прокату нормованим вимогам для класу B500C по ДСТУ ENV 10080:2005, ГОСТ Р 52544 та інших стандартах.

Перевірку рішення, що заявляється, здійснювали при випробуванні на розтяг зразків холоднодеформованого арматурного прокату діаметром 6,0 і 12,0 мм за методикою згідно з ГОСТ 12004-81 (за аналогом) із записом діаграми руйнування і за методикою експрес-контролю без запису діаграми. Після виправлення зразків довжиною 360 мм проводили їх розмітку на ділянці робочої довжини ($l_0 = 200$ мм) шляхом нанесенням двох міток керном через 200 мм, а також визначали площу їх поперечного перерізу (F_0). Далі зразки кріпились у захоплювачах випробувальної машини FP-100/1 і піддавалися випробуванню на розтяг. В процесі навантаження зразків, при досягненні максимального навантаження іспит зупиняли, по стрілці силовимірювача випробувальної машини фіксували максимальне навантаження ($P_{\max}$, кН), далі випробувальну машину (зразок) розвантажували, а на зразку вимірювали залишкове подовження (Δl , мм) і проводили обчислювання значень характеристик за формулами: $\sigma_b = P_{\max} / F_0$ (1) та $\delta_p = \Delta l / l_0 \times 100$ % (2). Значення характеристик умовної межі текучості ($\sigma_{0,2}$) і повного відносного подовження при максимальному навантаженні ($\delta_{\max}$) визначали шляхом розшифровки діаграм випробувань. Контролювали час, витрачений на іспит одного зразка. Результати, наведені в таблиці, свідчать, що використання способу експрес-контролю дозволяє з мінімальними витратами на підготовку і проведення випробування (немає необхідності в запису діаграми розтягування) визначати характеристики міцнісних (σ_b) та пластичних (δ_p)

властивостей холоднодеформованого арматурного прокату, а також встановлювати його відповідність вимогам, що пред'являються стандартом. При цьому час випробування одного зразка скорочується у чотири рази, а саме випробування може здійснюватися на машинах будь-якої конструкції.

5

Таблиця

		d_H , мм методика іспитів	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	δ_{max} , %	Добуток, $\sigma_B \times \delta_P$	Клас міцності	Час випробування зразка, хвил.
6,0 прототип	537	578	2,4	2,8		B500C	24
12,0 експрес	-	578	2,4	-	1387	B500C	6
12,0 прототип	544	611	2,7	3,0		B500C	24
12,0 експрес	-	611	2,7	-	1587	B500C	6

Запропонований спосіб може бути рекомендований для вхідного експрес-контролю механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу B500C по ДСТУ EN 10080-2009 (ГОСТ Р 52544-2006), що дозволить гарантовано ідентифікувати його на відповідність вимогам стандарту до продукції даного класу міцності.

10

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

Спосіб експрес-контролю механічних властивостей холоднодеформованого арматурного прокату класу, що включає відбір, підготовку, розмітку та випробування натурального зразка періодичного профілю на розтяг, реєстрацію значень навантаження і деформації, і подальше обчислення значень характеристик, який **відрізняється** тим, що розтягнення зразка здійснюють до максимального навантаження і переривають випробування, фіксують значення максимального навантаження, далі зразок розвантажують і фіксують значення його залишкового подовження, після чого обчислюють тимчасовий опір при розтягу (σ_B) і відносне рівномірне подовження (δ_P), а відповідність прокату необхідному класу міцності встановлюють за величиною добутку характеристик $\sigma_B \times \delta_P$, який повинен дорівнювати не менше 1200, при обов'язкових значеннях σ_B і δ_P не менше 550 Н/мм² і 2,0 % відповідно.

20

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601