

що підтвердило їх високу зносостійкість. Таким чином, використання плакованого сплаву ПКХН-15 як наповнювача для ароматичного ПА фенілон є ефективним рішенням для підвищення зносостійкості матеріалів, що працюють у вузлах тертя.

Перелік використаних джерел

1. Полімерні композити нановуглець-метал: структура і електричні властивості/ Лазаренко О.А., Вовченко Л.Л., Овсієнко І.В., Мацуї Л.Ю. Київ Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 200 с.

2. Полімерні композиційні матеріали спеціального призначення / Л. Зозуля, В. Трачевський, Н. Столярова. *Актуальні проблеми хімії та хімічної технології*: всеукраїнська науково-практична конференція, 20–21 листопада 2014 р. К.: НУХТ, 2014. С. 173-174.

3. The effect of various metallic filling materials on the wear resistance of aromatic-polyamide-based composite materials // Burya, A.I., Yeriomina, Y.A. *Journal of Friction and Wear*, 2016, 37(2), pp. 151–154.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-54>

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF COLD-DEFORMED REINFORCING REBARS IN COILS

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДНОДЕФОРМОВАННОГО АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ В МОТКАХ

Ivchenko A.O.,

PhD student, State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine

Івченко А.О.,

аспірант, Державний університет науки та технологій, Дніпро, Україна

Perchun G.I.,

PhD (Engineering), Associate Professor, State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine

Перчун Г.І.,

к.т.н., доцент, Державний університет науки та технологій, Дніпро, Україна

Сучасне світове будівництво орієнтоване на масове використання арматурного прокату (АП) класу міцності 500 Н/мм², що виготовляється та поставляється споживачам у мотках. Переваги виробництва та

використання АП у мотках полягає в тому, що, використовуючи сучасне обладнання для заготовки та переробки АП у вигляді правильно-відрізних верстатів, ліній автоматизованого розкрою та виготовлення арматурних елементів, а також ліній з виготовлення зварної сітки з АП діаметром від 4,0 до 16,0 мм у мотках, на підприємствах будівельної індустрії виробляють широкий спектр елементів для армування конструкцій. При цьому АП може застосовуватися у вигляді стрижнів розрахункової арматури, а також у вигляді скобо-згинальних виробів будь-якої форми, з яких далі виготовлятимуть різноманітні каркаси за формою конструкцій, у тому числі і довгомірні. Останнє підвищує продуктивність та значно скорочує чисельність робітників, які задіяні у виробничому процесі. Тому головною проблемою для успішної реалізації передових будівельних технологій стає наявність якісного АП в мотках, який характеризується підвищеними властивостями (міцності та пластичності).

Для підвищення властивостей АП для залізобетону використовується три найпоширеніших способи зміцнення продукції: легування сталі, термічну обробку і холодну деформацію. Легування сталі, яке масово використовувалося з 60-х років минулого століття при виробництві гарячекатаного АП, стає менш ефективним методом через суттєве подорожчання продукції через значну вартість феросплавів. Цим методом виготовляється АП по ДСТУ 9130:2021 класів міцності А400, А600, А800 та А1000. Термічна обробка – це найпоширеніший сучасний метод, який застосовується у процесі виготовлення АП по ДСТУ 3760:2019 класів міцності А500С, А600С, А800 та А1000. Але цей метод не дозволяє виготовляти якісний АП класу міцності А500С в мотках через велику неоднорідність механічних властивостей по довжині стрижня, що формується в моток на прокатному стані у процесі гарячої деформації та примусового прискореного охолодження. Метод зміцнення АП по ДСТУ EN 10080:2009 шляхом холодної деформації (ХД) в Україні має менше поширення, хоча застосовується вже понад 60 років. Цим методом отримували арматуру класу А-IIIв, яку виготовляли з арматури А400 (А-III згідно з ГОСТ 5781) шляхом деформації витягуванням на ступінь 3,5 – 4,5% окремих стрижнів мірної довжини. Така арматура мала нормовану межу плинності ≥ 540 Н/мм², що відповідає класу А500 згідно сучасного ДСТУ 3760:2019 та використовувалась для плит перекриття житлових споруд і прогонових будов мостів. Холодна деформація арматури здійснювалась безпосередньо на заводах залізобетонних виробів, а виготовлення з неї попередньо напружених залізобетонних виробів дозволяло отримувати

економію сталі. Метод зміцнення АП шляхом ХД набув значного розвитку та поширення в багатьох європейських країнах, однак з ряду причин не був втілений в Україні. Тому розробка технології та сучасного обладнання (технологічної лінії) для виробництва АП класу міцності 500 Н/мм² в мотках залишається актуальним питанням сьогодення.

Завданням роботи є розробка комбінованої технології [1] та лінії [2] для виготовлення АП в мотках з підвищеними характеристиками міцності ($\sigma_{0,2} \geq 500$ Н/мм²; $\sigma_b \geq 600$ Н/мм²) при одночасному збереженні високої пластичності ($\delta_{max} \geq 7,5\%$) згідно сучасних вимог національного (ДСТУ) та міжнародних (EN, DIN) стандартів.

В роботі запропоновано технологію комбінованого виробництва АП періодичного профілю в мотках, яка включає деформацію сталевий заготовки на металургійному переділі (перший етап), коли в процесі гарячої деформації на поверхні стрижня формують періодичний профіль, який прискорено охолоджують до середньомасової температури 740...800 °С. Після чого здійснюють змотування арматури в моток та охолодження на повітрі до температури навколишнього середовища. Це дозволяє отримати АП з межею плинності (σ_T) на рівні 350...450 Н/мм². Далі на метизному переділі (другому етапі), отриманий раніше АП піддають холодній деформації шляхом розтягу стрижня на 2...12% в процесі перемотки його з мотка в моток. При цьому перед формуванням нового мотка стрижень додатково піддають примусовій механоциклічній обробці багаторазовим знакозмінним вигином у стані натягіння навколо 3 ... 8 обвідних роликів, діаметром рівним 12...24 діаметрам прокату при куті 60 ...120⁰ огинання прокатом робочої поверхні кожного з них. Це дозволяє отримати АП з межею плинності ($\sigma_{0,2}$) не менше 500 Н/мм², що відповідає продукції класу міцності А500С за ДСТУ 3760:2019.

Для реалізації другого етапу комбінованої технології (холодної деформації розтягом) запропонована лінія (рис.1), що містить встановлені в технологічній послідовності розмотувальний пристрій (1), окалиноломатель (2), пристрій для холодного деформування прокату (3), приводний намотувальний механізм (4) та пристрій, що формує моток (5). Пристрій для холодного деформування прокату виконано у вигляді двох обвідних барабанів, першого і другого по ходу руху прокату, які кінематично пов'язані між собою за допомогою електропривідної зубчастої передачі. Цей пристрій розміщено на ділянці між окалиноломателем і приводним намотувальним пристроєм, а за рахунок різниці лінійної швидкості зовнішньої поверхні першого та другого

обвідних барабанів забезпечується розтяг прокату на 2...12%, що і призводить до підвищення його класу міцності.

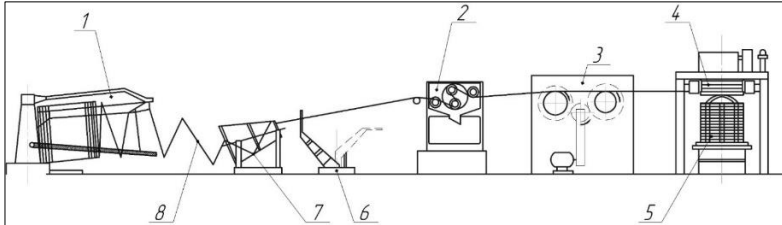


Рис. 1. Лінія для виготовлення холоднодеформованого арматурного прокату в мотках: 1 – розмотувальний пристрій; 2 – окалиномател; 3 – пристрій для холодного деформування прокату; 4 – приводний намотувальний механізм; 5 – пристрій, що формує моток; 6 – датчик аварійної зупинки лінії; 7 – блок для вирівнювання арматурного стрижня; 8 – арматурний стрижень

Відмінною рисою запропонованої лінії є наявність пристрою 3 для деформації розтягом арматурного стрижня періодичного профілю 8. Сама лінія дозволить при перемотуванні з мотка в моток АП металургійного виробництва з готовим періодичним профілем класу міцності А300С та А400С шляхом додаткової холодної деформації розтягом отримувати новий моток, але вже класу міцності А500С. Реалізація додаткового розтягу здійснюватиметься у пристрої 3 за рахунок його конструктивних особливостей.

Таким чином, шляхом комбінованого виробництва, яке відбувається у два етапи (шляхом гарячої та холодної деформації), можливо виготовляти АП періодичного профілю діаметром від 6,0 до 22,0 мм в мотках класу міцності 500 Н/мм² з рівнем механічних властивостей готової продукції у відповідності до вимог національного та міжнародних стандартів.

Перелік використаних джерел

1. Спосіб комбінованого виробництва арматурного прокату періодичного профілю в мотках / Івченко А.О., Перчун Г.І., Івченко О.В. Заявка UA № a2024 03411 від 01.07.2024 р.
2. Лінія для виготовлення холоднодеформованого арматурного прокату в мотках / Івченко О.В., Івченко А.О., Перчун Г.І., Поворотній В.В. Заявка UA № a2024 04313 від 03.09.2024 р.