

УДК 669.015,621.771.6

Шаповал О. О., к.т.н., доцент кафедри технології машинобудування

Шлик С. В., к.т.н., доцент кафедри технології машинобудування

Сніщенко Т. Р., студентка

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
м. Кременчук, Україна*

Рудич М. Л., викладач

*Світловодський політехнічний коледж Центральноукраїнського
національного технічного університету, м. Світловодськ, Україна*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВИРОБІВ З НАНОСТРУКТУРОВАНИХ НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ

Протягом останніх років все більше складних деталей виготовляють з високоміцних і нержавіючих сталей. Ці деталі успішно проходять процес холодного штампування завдяки удосконаленим формувальним устаткуванням, штампам та матеріалам для заготовок, процесам проектування та обробки. Пошук нових методів холодного або гарячого штампування для виробництва кріплення з нержавіючої сталі та бетонних анкерних болтів є дуже важливим як з екологічної, так і з комерційної точки зору.

Метод зміцнення нержавіючої сталі, який пропонується і може бути використаний у виробництві нових залізобетонних конструкцій та для ремонту і модифікації вже існуючих, є економічно і технічно вигідним. Цей матеріал входить до складу різних сплавів і знаходиться на стадії розробки. На сьогодні він може стати рішенням проблеми боротьби з корозією бетонних конструкцій. Хоча первісна вартість нержавіючої сталі набагато вища, ніж вартість вуглецевої сталі, її застосування може бути виправдане на тій підставі, що збільшення загальної вартості проекту легко перекриється більш низькою вартістю технічного обслуговування та ремонту, особливо якщо зважити на тривалість та вартість такої роботи [1–3].

Нержавіюча сталь майже не змінює свої властивості під впливом навколишнього середовища, в тому числі – при контакті з мокрими будівельними матеріалами. У будівництві така сталь використовується в основному для конструкцій, корозія яких є неприпустимою. Хоча нержавіюча сталь використовується в залізобетонних конструкціях та кріпленнях протягом багатьох років, ще не розроблено оптимальний сплав нержавіючої сталі, не оптимізована технологія холодного штампування, що дозволило б досягти необхідних механічних властивостей, низької вартості та стійкості до корозії.

Більш широке використання нержавіючої сталі обмежується високою початковою вартістю цих матеріалів. Як правило, нержавіюча сталь використовуються лише для найбільш вразливих частин арматури і кріплення, таким чином знижуються додаткові витрати на виготовлення усієї конструкції. Детальні дослідження конструкцій, які були частково побудовані з нержавіючої

сталі, показали, що додаткові витрати знаходилися в діапазоні від 1 до 8% і не перевищували 10% [4]. Ці витрати компенсуються завдяки відсутності витрат на ремонт кріплень з нержавіючої сталі, які не були пошкоджені корозією. Доведено, що більш економічно ефективними альтернативні сплави нержавіючої сталі з низьким вмістом легуючих металів, таких як 12% хром (Cr), та сплави, які не містять нікель (Ni), але містять марганець. Широко досліджується протистояння корозії нержавіючої сталі в лужному середовищі. У роботі [5] висвітлено високу корозійну стійкість сплаву Fe-15Cr та нержавіючих сталей, які не містять нікель (Ni), у лужному середовищі. Потенціал пітінгоутворення цих матеріалів і нового сплаву нержавіючої сталі DIN 1,4456 (який не містить нікель) забезпечується товщиною і складом утвореної пасивної плівки, що дозволяє визначити пітінгостійкість відповідно до властивостей цієї плівки.

Існує багато доступних сплавів нержавіючої сталі, які дозволяють досягнути високої міцності готових виробів. Багато з цих сплавів (через їх вартість та доступність) не були серйозно розглянуті для виготовлення кріплень, таких як троси чи арматура. На сьогодні існує необхідність підвищення рівня міцності нержавіючої сталі, що викликано новими дизайнерськими рішеннями, підвищеними вимогами до матеріалів та високою надійністю будівельних конструкцій. Протягом багатьох років, виробники дротів та прутів з нержавіючої сталі працювали спільно з виробниками кріплень та намагалися розробити кріплення зі сталі, стійкої до корозії, які могли б замінити кріплення, виготовлені зі зміцненої сталі. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського протягом багатьох років розробляє кріплення зі зміцненої сталі. Початковою метою було досягнення граничної міцності – 800 МПа, а потім – 1500 МПа. Навіть якщо буде досягнута початкова мета, ще існує необхідність зменшення ваги конструкції. Тому на сучасному етапі розвитку науки, продовження досліджень у сфері зміцнення сталі є дуже важливим [6]. Розробка процесу штамповки – технологія термічної обробки нержавіючої сталі низької вартості (з низьким вмістом Ni та сталі, яка не містить Ni) дасть змогу виготовляти бетонні клиноподібні анкери, гільзові анкери, гвинтові анкерні болти та інші види анкерів.

Метою роботи є розробка технології холодної або гарячої штамповки бетонних анкерів з нержавіючої сталі (з низьким вмістом Ni та сталі, яка не містить Ni), застосовуючи електроліт та термообробку для зняття внутрішніх напруг, яка дозволить збалансувати витрати на анкери та заощадження, отримані завдяки їх механічній та антикорозійній стійкості. Цього можна досягнути шляхом виконання наступних завдань:

- Розробка електроліту та методів зняття внутрішніх напруг у економічно-ефективних сплавах нержавіючої сталі, які містять 12% хром (Cr), не містять нікель (Ni), але містять марганець, з метою досягнення хорошої працездатності і стійкості до корозії;
- Розробка технології холодного штампування і гарячої гвинтової прокатки для досягнення економічної ефективності виробництва та покращення

властивостей бетонних анкерів: гранична міцність – 1200-1500 МПа, відносне подовження – 10-12%;

- Розробка інструментів для холодної штамповки, багатошарового наноструктурного самозмащувального покриття, яке б подовжило термін використання інструменту за рахунок цілісного покриття поверхні інструменту;

- Проведення ряду різноманітних тестувань анкерів з нержавіючої сталі, виготовлених за технологією холодної штамповки в реальних виробничих умовах; удосконалення конструкції інструментів, покриття, експлуатаційної та антикорозійної стійкості бетонних анкерів;

- Розробка заходів для успішного впровадження на ринок деталей з нержавіючої сталі, виготовлених за допомогою холодної штамповки, протягом 1–2 років після завершення проекту.

В результаті виконання роботи буде розроблено: технологію термообробки (електроліт та методи зняття внутрішніх напруг) і технологію глибокої деформації виробів з нержавіючої сталі з низьким вмістом Ni та зі сталі яка не містить Ni; характеристики мікро-наноструктур (SEM, TEM, AFM) нержавіючої сталі з низьким вмістом Ni та зі сталі, яка не містить Ni, з метою оптимізації технології термообробки; оцінка механічних властивостей анкерних болтів і кріпильних елементів. Університет буде розробляти метод наноструктурування нової технології холодної/гарячої штамповки, яка базується на застосуванні електроліту при знятті внутрішніх напруг та глибокій деформації.

Список літератури

1. Шаповал А. А. Исследование технологи производства активных элементов электродов плазмотронов из композитов на основе циркония. *Обработка материалов давлением*. Краматорск : ДГМА, 2013. Вип. 2 (35). С. 236–240.

2. Драгобецкий В. В., Шаповал А. А., Савелов Д. В., Маркевич А. Г. Опытнo-промышленный стан для бесконтейнерного вибрационного прессования вольфрамовых и молибденовых прутков. *Обработка металлов давлением*. Краматорск: ДГМА. 2012. Вып. 4 (33). 2012. С. 257–261.

3. Родькин Д. Й., Киба С. П., Кицель Н. В. Опыт реорганизации кафедры электромеханического профиля. *Вестник ХПИ*. 2002. С. 331–334.

4. Кицель Н. В., Бялобржеский А. В., Кривонос С. А., Ломонос А. И., Артеменко А. Н., Калашник С. С. Оценка возможностей и объема учебно-методического обеспечения компьютеризированных измерительных диагностических комплексов. *Вестник КГПУ*. Выпуск 1/2003(18), 2003. С. 147–152.

5. Киба С. П., Кицель Н. В., Некрасов А. В. Методологічні аспекти та перспективи підготовки науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації на факультеті. *Вісник КДПУ*. Выпуск 2/2003(19), 2003, С. 14–19.

6. Кицель Н. В., Бялобржеський О. В., Величко Т. В. Методика проведення лабораторних робіт з використанням комп'ютеризованих вимірювально-діагностичних комплексів. *Вісник КДПУ*. Выпуск 2/2003(19), 2003. С. 20–22.