

І.В. Дощечкіна, к.т.н., проф.,

Н.О. Лалазарова, к.т.н., доц.,

І.С. Татаркіна, к.т.н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЕПІЛАМУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЯК АКТИВАТОР ПОКРАЩЕННЯ ШТАМПУВАННЯ ХОЛОДНОКАТАНИХ ЛИСТОВИХ СТАЛЕЙ

Від загальної кількості металургійної продукції значну частку становить тонколистова сталь. Холоднокатані тонколистові маловуглецеві сталі широко використовуються у всіх галузях народного господарства. Їх виробництво складає більше 50 % загального обсягу прокату, і, незважаючи на застосування нових конструкційних матеріалів, ці сталі як і раніше займають провідне місце в автомобілебудуванні, в сільськогосподарській, електротехнічній, побутовій техніці, будівництві та ін.

Деталі виготовляють холодним листовим штампуванням, яке є одним з основних видів обробки металу тиском. Так вага штампованих деталей з листа, наприклад, в автомобілебудуванні становить близько 65–70%, а у виробництві товарів народного споживання – 95–98%. На виробництві у цехах холодного штампування близько 90% продукції складають тонколистові холоднокатані низьковуглецеві сталі 08кп, 08пс, 08Ю. Їх здатність до витягування визначається за максимальною глибиною лунки без утворення тріщини при випробуваннях на видавлювання за Еріксоном (ГОСТ 10510-80). За цим показником тонкий лист (товщиною до 2 мм) згідно ГОСТ 9045-93 поділяється на 4 групи: вельми особливо складного (ВОСВ), особливо складного (ОСВ), складного (СВ) і вельми глибокого (ВГ) витягування. З урахуванням вимог міжнародного стандарту ISO / 3674-86 додана ще одна група – ВОСВ-Т з підвищеною технологічною пластичністю. При цьому слід підкреслити, що здатність до витяжки ВОСВ і ВОСВ-Т забезпечується тільки для сталі 08Ю.

У практиці машинобудівних підприємств нерідко спостерігається недостатня штампуємість листових заготовок, що пов'язано з відсутністю методів підвищення здатності до витяжки вже готового листа і призводить до відчутних економічних втрат. Це визначає актуальність робіт, спрямованих на пошук нових рішень, що забезпечать збільшення технологічної пластичності сталі для отримання необхідного ступеня деформації без руйнування. При цьому дуже важливо збереження достатньої міцності після штампування для зниження металоємності готової продукції.

У даній роботі запропонований метод поліпшення штампування шляхом зміни стану поверхні заготовок холоднокатаної листової сталі – нанесенням нанорозмірної мономолекулярної плівки епілама. Основою структури всіх епіламних композицій є фтор поверхнево-активні речовини (фтор ПАР), які являють собою фторполімери, що не мають аналогів в природі і синтезовані штучно.

Нанесення фторПАР на поверхню виробів здійснюється різними способами: пензлем, тампоном, розпиленням в камерах, зануренням у розчин, вручну або в автоматизованих установках. Вибір способу нанесення визначається властивостями і розмірами виробів.

Епіламування (ЕП) є одним із сучасних видів нанопокриттів, які мають багатофункціональне призначення. Вони широко застосовуються для зниження тертя і зносу контактуючих поверхонь, підвищення стійкості різального інструменту і штампового оснащення, захисту металевих поверхонь від корозії. Сфери застосування епіламів не вичерпуються наведеними прикладами. Що ж стосується впливу ЕП на деформаційну поведінку виробів та їх механічні і технологічні властивості, то такі дослідження до нас не проводилися.

Експерименти виконані на листових маловуглецевих холоднокатаних сталях 20 (товщина прокату 1,2 мм) і 08кп (товщина 0,5 мм) в стані поставки. ЕП проводили зануренням листових зразків на 10 хв в ванну з епіламом марки СФК-05. Температура ванни дорівнювала 50–55 °С.

Шорсткість і профіль поверхні вивчали за допомогою профілометра-профілографа TRa200, відповідно стандарту ISO 4287-97. Чутливість датчика аналізатора становила 0,002 мкм. Це дозволяє оцінити топографію поверхні від 0,005 мкм. Діапазон вимірювань був від 0,01 до 160 мкм. Похибка вимірювання Ra не перевищувала 10%.

Випробуванню на розтяг підлягали плоскі зразки розміром 100×20×1,2 мм на розривній машині UIT-STM-50 згідно зі стандартом. Здатність до витягування у початковому стані (поставка) та після ЕП визначали на зразках зі сталі 08кп розміром (90×50×0,5 мм) на підставі результатів випробувань за Еріксоном.

Дослідження показали, що після ЕП шорсткість поверхні Ra значно зменшується – від 1,6 мкм до 0,21 мкм (рис. 1). На загальному зглаженому тлі реєструються лише незначні окремі виступи (рис. 1, б). Це пояснюється тим, що епіламом притаманний низький поверхневий натяг. За рахунок цього відбувається його затікання в найдрібніші нерівності поверхні (западини, субмікроскопічні тріщини, пори) і здійснюється заліковування поверхневих дефектів, що подовжує область пружно-пластичного деформування металу.

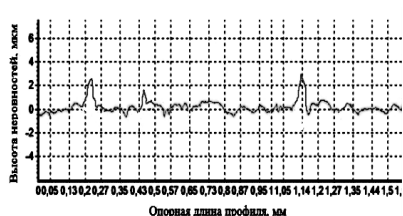
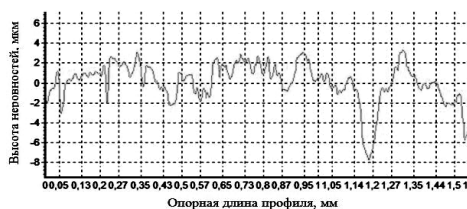


Рис. 1. Профілограми зразків сталі 20: а – вихідний стан; б – після епіламування

Випробування на розтяг плоских зразків зі сталі 20 (табл. 1) дозволяють зробити висновок, що ЕП при незначному зниженні характеристик міцності (σ_b , $\sigma_{0,2}$ і S_k зменшуються на 4, 8 і 10% відповідно) приводить до істотного збільшення відносного подовження δ (на 44%) і відносного звуження (на 57%). У той же час, дійсне напруження руйнування S_k в зв'язку з виключно високою пластифікацією зростає на 12%. Таким чином, справжня міцність листових заготовок, незважаючи на таке велике збільшення пластичності, вище, ніж у листа в стані поставки.

Таблиця 1 – Результати випробувань плоских зразків сталі 20 в різному стані

Стан	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	S_k , МПа	δ , %	ψ , %
Вихідний	375	290	480	25	21
Після епіламування	370	275	540	36	33

Істотне підвищення пластичності має впливати на штампування сталі. Щоб підтвердити це припущення сталевий холоднокатаний лист зі сталі 08кп товщиною 0,6 мм після ЕП був випробуваний на видавлювання за методом Еріксена. Результати наведені в табл. 2.

Треба зазначити, що отримана після ЕП сталі 08кп глибина лунки навіть перевищує вимоги ГОСТ ГОСТ 9045-93 для здатності до ВОСВ та ВОСВ-Т навіть сталі 08Ю (при товщині листа 0,6 мм глибина лунки 10 мм), в якій міститься менша кількість шкідливих домішок (особливо кисню) в порівнянні зі сталлю 08кп. Таке суттєве підвищення пластичності і здатності до витягування сталі дозволить різко збільшити ефективність процесу її холодного штампування – скоротити кількість переходів, знизити витрату штампового інструменту, підвищити продуктивність праці. При цьому слід очікувати поліпшення якості виробів і помітного зменшення браку.

Таблиця 2 – Дані випробувань на видавлювання за методом Еріксена листа сталі 08кп товщиною 0,6 мм

Стан	Глибина лунки, мм	Категорія витягування
Вихідний	9,05	ВГ
Після епіламування	11,7–11,85	ВОСВ-Т

З огляду на дуже широке поширення холодного штампування в сучасному виробництві, отримані результати при практичному використанні принесуть значний економічний ефект. Нагадаємо, що до цих пір не існувало способів поліпшення технологічної пластичності вже готового листа холоднокатаної сталі.