

УДК 621.774.2

**Козечко В.І., аспірант гр. 132А-21з-1****Григоренко В.У., науковий керівник, д-р техн. наук, проф., проф. кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства****Проців В.В., д-р техн. наук, проф., зав. кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства***(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

### **ОБґРУНТУВАННЯ СХЕМИ ДЕФОРМУВАННЯ ЛИСТА У ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОЗВАРНИХ ТРУБ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ ПІД ЧАС ПОКРОКОВОГО ВИГИНАННЯ**

Електрозварні труби великого діаметру підрозділяють на труби загального призначення та для транспортування нафти та газу (ДСТУ ISO 3183:2019, API Spec 5L) [1].

З точки зору безпеки, до магістральних трубопроводів висувають особливо високі вимоги із забезпечення надійності експлуатації труб, оскільки транспортуються вибухонебезпечні та вогненебезпечні матеріали.

В останні роки у різних державах світу і в тому числі в Україні [1] введені в дію агрегати з виробництва електрозварних прямошовних труб діаметром до 1420 мм, що мають технологію з покроковим вигинанням листа на пресі (JCOE).

Відомі два варіанти технології JCOE:

– вигинання кромки на пресі, покрокове формування на пресі, зварювання, гідроекспандування;

– покрокове формування на пресі, вигинання кромки на стані додеформаторі, зварювання, гідроекспандування [1].

В Україні у 2019-2021 роках на підприємстві з іноземним інвестиціями ТОВ НВП «Укртрубоізол» [2] встановлена і введена в експлуатацію нова сучасна лінія з виробництва сталевих прямошовних труб діаметром від 406,4 мм до 1422 мм, де застосовується технологія з покроковим формуванням листа в трубу на пресі JCO2000 з наступним вигинанням кромки листа на стані додеформаторі.

Лінія оснащена сучасним обладнанням для повного технологічного циклу виробництва труб великого діаметра для магістральних нафто- і газопроводів за ДСТУ ISO 3183:2019 та за іншими стандартами і технічними умовами [3, 4, 5].

Важливе значення для ведення процесу вигинання листа в форму труби має взаємне розташування пунсона, двох опор, форма контактної поверхні пунсона та опор. Можливі різноманітні процеси деформування. Важливе місце в технології займає процес покрокового вигинання листа в форму труби.

Розглянемо дві схеми процесу вигинання листа та відповідного взаємного розташування пунсона та листа на двох опорах під час вигинання листа в пресі покрокового формування (рис. 1).

Під час вибору схеми деформування слід надавати перевагу на користь схеми б. Причому осередок деформації фіксується точками АА' та ДД' й колом пунсона з радіусом  $R$ . Є можливість на кожному кроці формування труби (під час кожного вигинання пунсоном листа) мати однаковий осередок деформації. Це дає можливість отримувати більш стабільний режим деформування на кожному покроковому вигинанні і, як результат, отримувати регламентоване значення зовнішнього діаметра труби. До того ж контакт пунсона з листом у процесі вигинання розповсюджується на усю довжину дуги В'Д' (див. рис. 1) осередка деформації. У цьому випадку пунсон не має можливості переміщуватися далі так, як потрібно деформувати товщину стінки, оскільки це потребує значно більшого зусилля пресу.

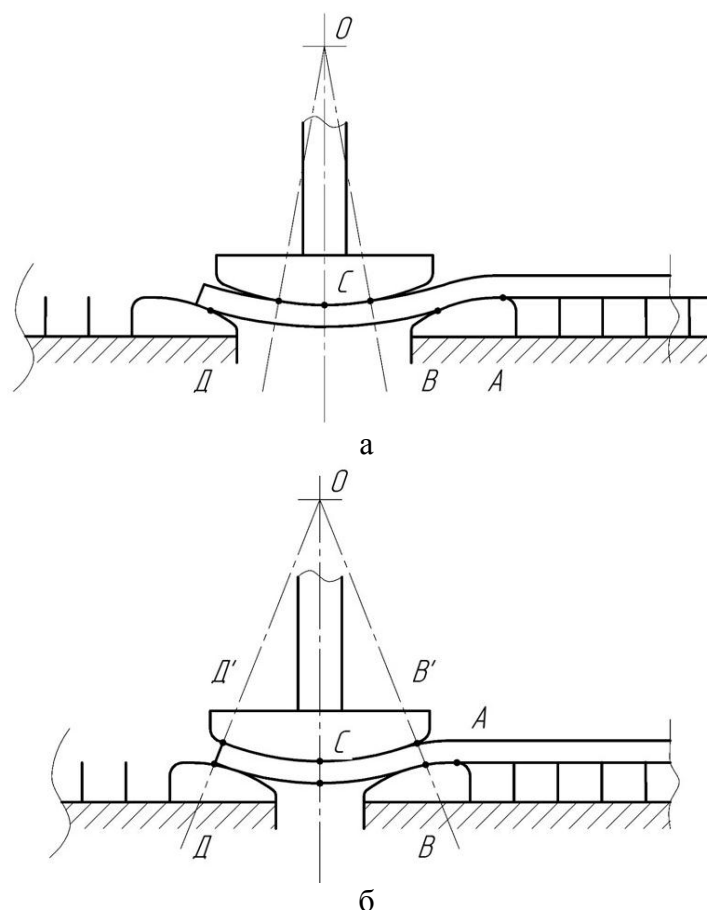


Рисунок 1 – Осередки деформації під час вигинання листа у форму трубу на верстаті-стані покрокового формування на кінцевій стадії: *a* – без розташування точок контакту листа з пуансоном та з опорами на одній лінії радіуса зовнішнього діаметра труби; *б* – з розташуванням точок контакту листа з пуансоном та з опорами на одній лінії радіуса зовнішнього діаметра труби; А – точка першого контакту нижньою поверхнею листа з опорою; В та Д – точки контакту листа з опорами в кінці процесу вигину; В' та Д' – точки контакту листа з опорами в кінці процесу вигину

У процесі ж без замикання листа між пуансоном та опорами немає точної фіксації положення пуансона, що призводить до великої вірогідності нестабільного положення пуансона на кожному циклі покрокового вигинання. Як наслідок, можливе більш нерівномірне значення кривизни поверхні труби, ніж у процесі з замиканням.

### Перелік посилань

1. Проців В.В., Григоренко В.У. Особливості процесу експандувння в технологіях виробництва труб великого діаметра для магістральних нафто та газопроводів. Метал та лиття України, 2021, №3(326) с. 64-69. <https://doi.org/10.5407/steelcast2019.10.064>.
2. Виробництво труб - НВП Укртрубоізол. Режим доступу <https://uti.ua/virobnitstvo-trub/>
3. ДСТУ ISO 3183:2017 Нафтова та газова промисловість. Труби сталеві для трубопровідних транспортних систем (ISO 3183:2012, IDT). (2017).
4. API Spec 5L Line Pipe, Forty-Sixth Edition.(n.d.)
5. Технический регламент оборудования, работающего под давлением ПКМУ от 16.01.2019. № 27. (2019).