

Лятуринський В. О.,
Сидоренко М. В.

КОНСТРУКТИВНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ КОРОБЧАСТИХ БАЛОК КРАНІВ МОСТОВОГО ТИПУ

В результаті серії розрахунків методом кінцевих елементів досліджено вплив геометричних параметрів коробчастих кранових балок, швидкості зварювання та технології попереднього підігріву поясного з'єднання на його післязварний стан. Розглядалися: термічні цикли, залишкові напруження, деформації, розподіл структур. Обґрунтовано оптимальні режими зварювання та підігріву поясних швів коробчастих балок.

Ключові слова: кран, коробчаста балка, зварювання, залишкові напруження, структура.

1. Вступ

Залишковий стан зварних з'єднань металевих конструкцій (МК) вантажопідійомних кранів (ВПК) після їх виготовлення є недостатньо вивченою науково-технічною проблемою. Помилки в призначенні технології зварювання спричиняють брак або знижують якість конструкції. Поясні шви коробчастих балок (КБ), виконані на всю товщину стінки, вважаються рівномірними зі стінкою [1], але статистика пошкоджень вказує, що саме їх зони термічного впливу (ЗТВ) здебільшого є джерелом руйнування.

В Україні вимоги до виготовлення МК кранів взагалі та КБ зокрема регламентуються галузевими стандартами, де представлено ряд конструктивних і технологічних рекомендацій та вказано, що зварювання МК виконується за технологічними документами, в яких повинні бути передбачені порядок накладання швів та режими зварювання. Технологія і режими зварювання оказують значний вплив на міцність конструкції [2–5], при цьому науково обґрунтованих рекомендацій щодо режимів накладання поясних швів кранових КБ на цей час не існує. Цим обґрунтовується актуальність проведеного дослідження.

2. Аналіз останніх досліджень та постановка проблеми

На сьогодні багато робіт присвячено дослідженню напружено-деформованого стану (НДС) в типових зварних швах МК [4–12]. В роботах [4, 7], представлені загальні тенденції їх розподілу в низьковуглецевих та низьколегованих сталях. Залишковий НДС таврових зварних з'єднань розглядався в [4, 8, 9], але представлені рішення не дозволяють оцінити вплив технологічних факторів та конструктивних особливостей на післязварний стан поясних з'єднань КБ.

Необхідні подальші дослідження післязварного стану з'єднань КБ та виявлення шляхів його оптимізації за рахунок підбору раціональних технологічних і конструктивних параметрів.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є зварні коробчасті балки кранів мостового типу. Предмет дослідження — післязварний

НДС та розподіл структур в ЗТВ поясних зварних з'єднань коробчастих балок.

Метою роботи є дослідження впливу технології накладання поясних зварних швів, зокрема швидкості накладання валиків, наявності та типу попереднього підігріву, розробки кромки, а також конструктивних параметрів КБ на її післязварний стан.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

1. Створити ряд кінцево-елементних моделей поясних з'єднань КБ.
2. Провести серію моделювань післязварного НДС та структури з'єднань.
3. Проаналізувати вплив зазначених факторів на структуру та НДС.

4. Матеріали та методи досліджень залишкового стану поясних зварних з'єднань КБ

В роботі методом кінцевих елементів (МКЕ) проводиться моделювання виникнення та розподілу залишкових напружень (ЗН), деформацій і структурних складових в ЗТВ поясних з'єднань в результаті дії зварного термічного циклу. Моделювання містить два етапи: термічний, механічний.

Для моделювання зварного тепловкладання використовується модель джерела енергії [10], яка завдяки ефективному балансуванню забезпечує об'єктивну геометрію зварної ванни (рис. 1). Фізичні та механічні властивості сталі задаються як функції температури та структури. Враховується прихована теплота фазових перетворень $\alpha \leftrightarrow \gamma$ і плавлення/кристалізації. На підставі діаграми неізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту проводиться розрахунок концентрації фаз і структурних складових, що визначає властивості сталі на механічному етапі моделювання. Механічна задача вирішується з урахуванням деформаційного зміцнення матеріалу. Детально методика моделювання описана авторами в [12]. Методика була верифікована експериментально на стиковому зварному з'єднанні; доведено об'єктивність моделювання термічних циклів, розподілу структур, НДС.

В табл. 1 представлені параметри моделей, розрахованих для аналізу впливу товщини стінки δ_c та поясу δ_p , швидкості зварювання $v_{зв}$, технології попереднього

підігріву з'єднання, габаритів з'єднання на післязварний стан КБ.

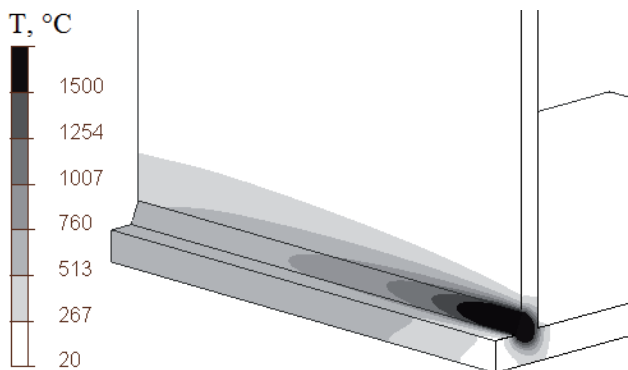


Рис. 1. Розподіл температур T при русі джерела енергії

Для деталізації стану поясних з'єднань моделювання на повнорозмірних моделях КБ є дуже ресурсоемним. При цьому КБ є просторовими листовими конструкціями, де поясні шви віддалені один від одного і взаємним впливом їх ЗН можна знехтувати. Проводився аналіз впливу габаритів КБ на НДС поясного з'єднання (рис. 2) із товщинами поясу $\delta_n = 20$ мм, стінки $\delta_c = 10$ мм; в цих моделях, на відміну від моделей табл. 1 (рис. 1), була відсутня розробка кромок.

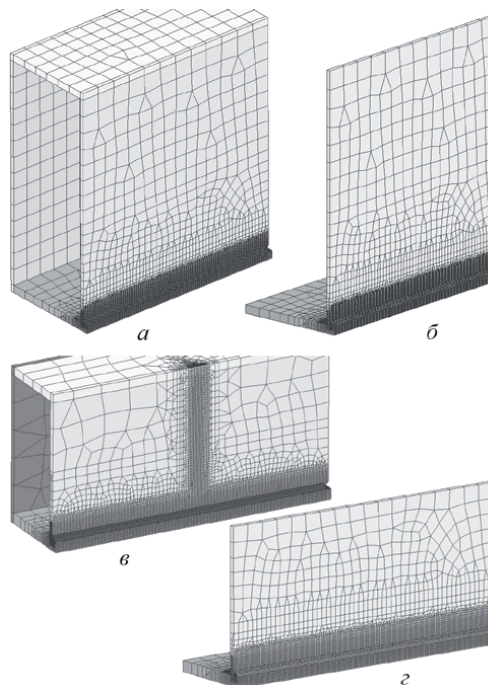


Рис. 2. Моделі для аналізу впливу габаритів КБ на НДС: $a, б$ — відповідно КБ та її фрагмент габаритів $D \times B \times Ш = 700 \times 800 \times 300$ мм; $в, г$ — відповідно КБ та її фрагмент габаритів $D \times B \times Ш = 600 \times 300 \times 160$ мм

Таблиця 1

Основні параметри моделей чисельного експерименту

№ моделі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Товщина поясу балки δ_n , мм	12	10	12	14	16						20			12
Товщина стінки балки δ_c , мм	8										14	8		
Швидкість накладання шву $v_{зв}$, мм/с	2						5	8	12	20	12	2	12	
Довжина з'єднання L , мм	200	600	300											
Попередній підігрів	Відсутній										Загальний, до $T_0 = 140$ °С		Спеціальний підігрів стінки	

5. Результати досліджень залишкового стану зварних з'єднань КБ

Результати розподілу повздовжніх (паралельних шву) ЗН $\sigma_{//}$ в з'єднаннях КБ різних габаритів (рис. 2, $a-в$) представлено відповідно на рис. 3, $a-в$.

Порівняння $\sigma_{//}$ доводить, що для аналізу НДС в ЗТВ поясних з'єднань достатньо розглядати зварювання фрагменту поясу із вільним фрагментом стінки. При цьому ширину поясу і висоту стінки бажано задавати максимально наближеною до дійсної. Найменшими допустимими габаритами листів з'єднання можна визнати відстані до границь моделі повної КБ де ЗН затухають до рівня $|\sigma_{екв}| \leq 5$ МПа.

В отриманих рисунках типового післязварного стану середнього перетину поясного з'єднання (рис. 4) помітно значний вплив фазового переходу на НДС, який призводить до того, що максимуми всіх результатів знаходяться в ЗТВ з'єднання, а не в валику. Мала товщина стінки δ_c , велика потужність джерела і значний об'єм наплавленого металу, що характерно для поясних з'єднань КБ, призводять до перегріву значної ділянки стінки і віддаленню максимальних ЗН від валику шву.

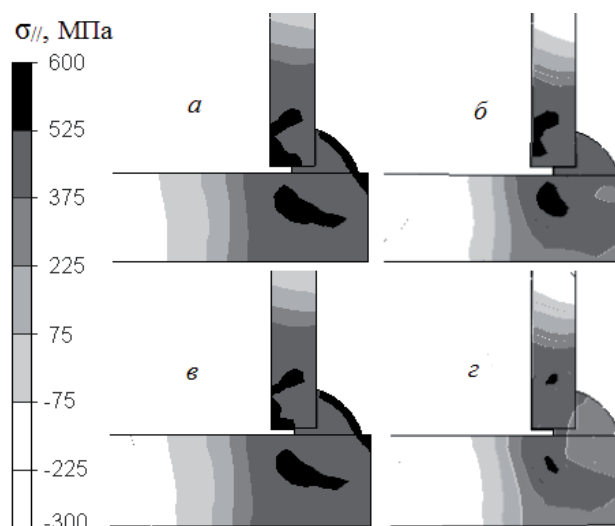


Рис. 3. Повздовжні ЗН $\sigma_{//}$ поясних з'єднань КБ різних габаритів: $a, б$ — відповідно КБ та її фрагмент габаритів $D \times B \times Ш = 700 \times 800 \times 300$ мм; $в, г$ — відповідно КБ та її фрагмент габаритів $D \times B \times Ш = 600 \times 300 \times 160$ мм

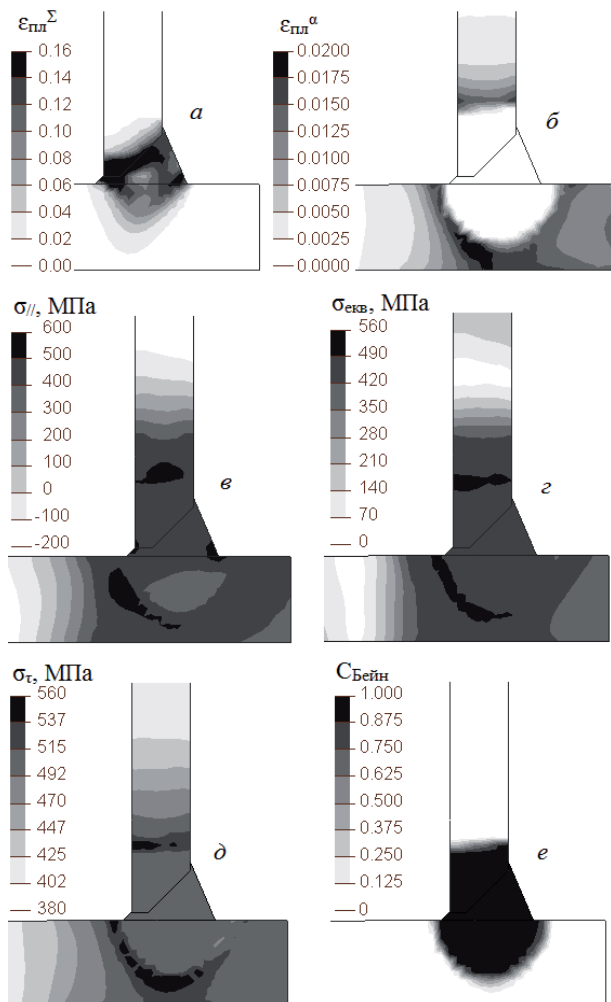


Рис. 4. Стан поясного з'єднання моделі 7 (табл. 1) після повного остигання: а — розподіл загальних пластичних деформацій; б — розподіл пластичних деформацій сталі в період існування α фази; в — розподіл поздовжніх ЗН; г — розподіл еквівалентних за Мізесом ЗН; д — розподіл рівня зміцнення; е — розподіл бейнітної структури

6. Обговорення результатів дослідження залишкового стану поясних зварних з'єднань КБ

6.1. Вплив геометрії та габаритів моделі на її післязварний стан. Доведено, що для аналізу НДС ЗТВ поясних з'єднань пролітних КБ ВПК достатньо розглядати зварювання фрагменту поясу із вільним фрагментом стінки. Для КБ малих габаритів (як КБ кінцевих балок) варто проводити моделювання із реальною геометрією коробчастого перетину. Окремо слід аналізувати об'єктивність термічних циклів, бо остигання поясних зварних з'єднань здебільшого проходить за рахунок теплового потоку із гарячої зони в холодний об'єм. Рекомендується, щоб розміри КЕ моделі забезпечували нагрів найхолоднішого краю стінки та поясу впродовж моделювання на $\Delta T \leq 30...40$ °С, а на період остигання ЗТВ з 800 до 500 °С ($t_{8/5}$) на $\Delta T \leq 20$ °С.

Результати розрахунку моделей № 1, 2, 4 (табл. 1) підтверджують, що ЗН в ЗТВ середнього перетину з'єднання мало залежать від L при $L \geq 200$ мм, що відмічено в [7]. Встановлено, що при аналізі подібних фрагментів, необхідно перевіряти об'єктивність термічного циклу

з позиції поширення цих результатів на довге поясне з'єднання. Після виходу дуги швидкість охолодження з'єднання збільшується в усіх його перетинах, а тривалість $t_{8/5}$ значно впливає на НДС та розподіл структур, тому необхідно щоб на момент виходу дуги з фрагменту з'єднання максимальна температура в перетині, який аналізується, була $T_{\max} \leq 500$ °С. В розглянутих з'єднаннях ця умова виконується при $L \geq 300$ мм.

Доведено, що вплив відношення товщин поясу і стінки $k = \delta_{\text{п}}/\delta_{\text{с}}$ КБ, а також абсолютних значень $\delta_{\text{п}}$ і $\delta_{\text{с}}$ перетину, на післязварний НДС та розподіл структур з'єднання є незначним. Розподіл поздовжніх напружень $\sigma_{//}$, еквівалентних напружень $\sigma_{\text{екв}}$ та рівня зміцнення $\sigma_{\text{т}}$ є типовим для всіх товщин поясу і в цілому відповідає рис. 4, в, г, д. Помітна різниця картин пластичних деформацій сталі в стані α фази $\epsilon_{\text{пл}}^{\alpha}$ (рис. 5, а, б) не змінює рівня їх максимумів в найбільш небезпечних зонах.

При збільшенні товщини поясу збільшується розмір бейнітної зони через вищі швидкості охолодження ЗТВ стінки, що викликані більшим об'ємом «холодної» частини поясу (рис. 5, в, г). Через малу швидкість зварювання ($v_{\text{зв}} = 2$ мм/с) в моделях 3...6 (табл. 1) остигання ЗТВ повільне, тому при всіх розглянутих k концентрація мартеніту $C_{\text{Март}} \leq 1$ %.

Розробка кромки з'єднання знижує градієнти ЗН по товщині стінки, а також зменшує максимальні ЗН зон концентраторів (рис. 3, 4), тому є бажаною.

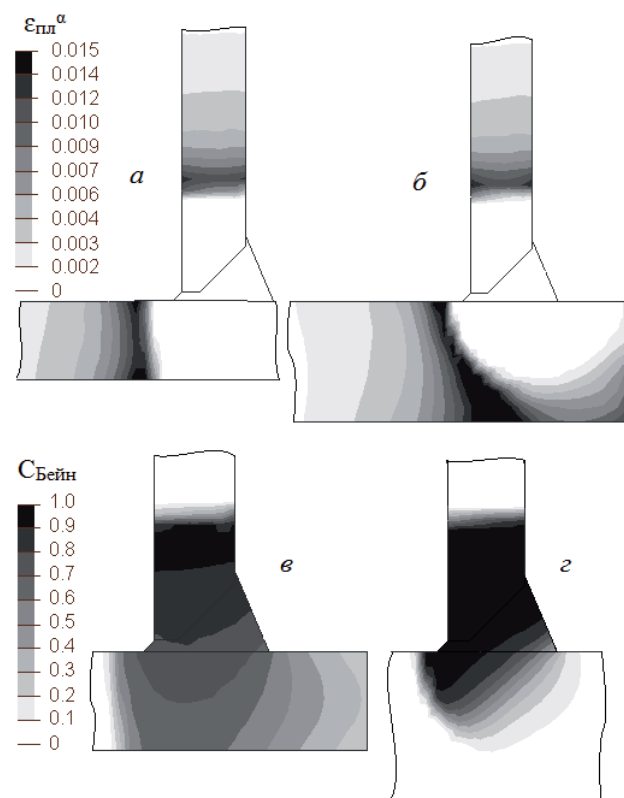


Рис. 5. Пластичні деформації (а, б) та концентрація бейнітної структури (в, г) одностороннього поясного з'єднання при різних товщинах поясу

6.2. Вплив швидкості зварювання на післязварний стан КБ. Вплив швидкості накладання валику $v_{\text{зв}}$ розглядався в моделях 4, 7...10 (табл. 1). Підтверджено, що зменшення тепловкладання в основний метал через збільшення $v_{\text{зв}}$ призводить до менших загальних

термічних деформацій. Але це спостерігається тільки для поздовжніх деформацій з'єднання; для поперечних деформацій (нахил стінки) результат протилежний, бо висока $v_{зв}$ робить шов і ЗТВ м'якими одночасно на великій довжині фрагменту з'єднання.

Розглядаючи ЗН з'єднання, більш бажані низькі $v_{зв}$, при них шов і ЗТВ остигають повільніше, дифузійний фазовий перехід поблизу лінії сплавлення проходить пізніше. В результаті максимуми ЗН віддалені від країв валяку (т. 1, рис. 6, а) в ЗТВ, а значення ЗН є меншими (рис. 6, б).

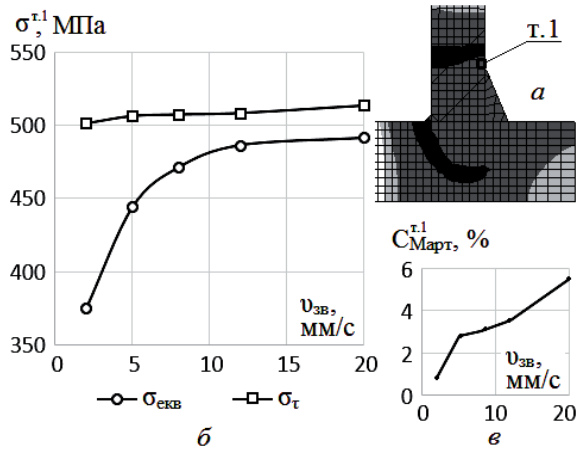


Рис. 6. Стан кінцевого елемента т. 1 поясного з'єднання (а) в залежності від швидкості зварювання $v_{зв}$; б — еквівалентні ЗН $\sigma_{екв}$ та межа текучості σ_T в т. 1; в — концентрація мартенситної структури $C_{Март}$ в т. 1

Аналізуючи режими охолодження з'єднання та відповідний до них розподіл структур, низькі $v_{зв}$ є небажаними через зайву витримку ЗТВ при $T > 1100$ °С (рис. 7), що призводить до зростання зерна аустеніту та появи відманштетової структури, яка переважно спостерігається в ЗТВ стінки біля кореня шву. При високих $v_{зв}$ спостерігається зменшення періоду дифузійних перетворень $t_{8/5}$, що спричиняє появу мартенситу в ЗТВ стінки (рис. 6, в). Помічено, що при $v_{зв} = 5...12$ мм/с, термічна історія (рис. 7) та відповідна концентрація структурних складових майже однакова.

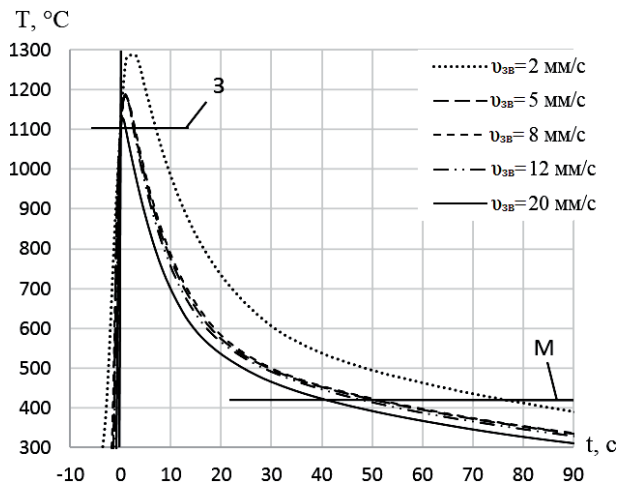


Рис. 7. Зміна температури T кінцевого елемента стінки, найближчого до лінії сплавлення, з часом t , при різних швидкостях зварювання $v_{зв}$; З — границя зони росту зерна; М — лінія кінця дифузійних перетворень

Оптимальним є режим зварювання при якому період перебування ЗТВ при температурі росту зерна ($t_{>1100}$) є мінімальним, а період $t_{8/5} \gamma \rightarrow \alpha$ переходу є максимальним. Швидкості зварювання в діапазоні 5...12 мм/сек призводять до $t_{8/5}$, при якому концентрація мартенситу $C_{Март}^{max} < 3\%$, а $t_{>1100} \leq 3,5$ сек., що є доволі прийнятним. При більших швидкостях зварювання рекомендується попередній підігрів для зменшення $t_{8/5}$, який при цьому мало впливає на $t_{>1100}$ (п. 6.3), також ефективним буде післязварний високий відпуск для розпаду мартенситу в сорбіт відпуску. При менших швидкостях зварювання можливий ріст зерна, що після зварювання може бути усунуто лише нормалізацією.

6.3. Вплив попереднього підігріву на післязварний стан поясного з'єднання КБ. Вплив попереднього підігріву на післязварний стан поясного з'єднання КБ розглядався для швидкостей зварювання $v_{зв} = 2$ мм/с та $v_{зв} = 12$ мм/с для 2-х режимів підігріву (табл. 1). Режим підігріву моделей 12, 13 передбачає, що все з'єднання є попередньо прогрітим до $T_0 = 140$ °С. Підігрів моделі 14 пропонується проводити синхронно з рухом зварного електроду із незначним випередженням (рис. 8). Пропонується підігрів саме стінки КБ, як зони найбільш вірогідного виникнення мартенситної структури. За мету такої технології підігріву ставиться мінімізація $t_{>1100}$ та максимізація $t_{8/5}$, бо основний тепловий потік прогрітої газом зони досягає шву із затримкою, достатньою для остигання шва до $T \leq 1100$ °С. Далі підігрів зменшує швидкість остигання шва.

Встановлено, що при малих $v_{зв}$ попередній підігрів до типових рекомендованих температур 100...150 °С незначно впливає на НДС з'єднання після остигання. Зокрема, максимальні $\sigma_{//}$ знижуються лише на 5...10%; рівень термо-деформаційного зміцнення σ_T в ЗТВ знижується на 20...40 МПа, а в валяку шва на 40...70 МПа; максимальні $\sigma_{екв}$ знижуються на 10...15%. Через підігрів спостерігається віддалення ділянок максимальних ЗН від шву.

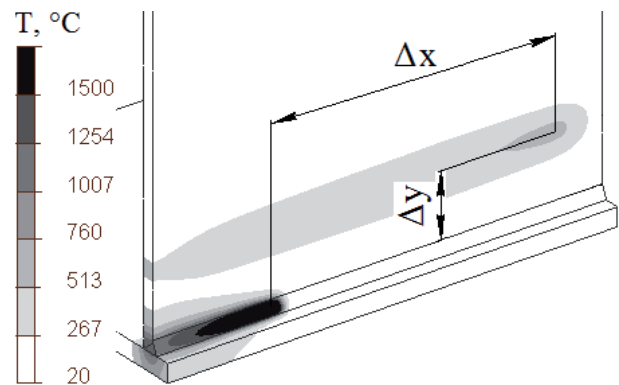


Рис. 8. Принцип синхронного підігріву стінки КБ газовим полум'ям

Для великих $v_{зв}$ вплив попереднього підігріву більш помітний і для ЗН є подібним до зменшення швидкості зварювання (рис. 9). За наявності підігріву валик з'єднання та зони концентраторів є менш напруженими, при цьому рівень їх σ_T майже не змінюється.

Значний вплив попереднього підігріву спостерігається в результатах розподілу структур в з'єднанні. Наявність підігріву приводить до швидкостей охолодження (рис. 10), при яких не утворюється мартенсит

навіть при високій $v_{зв}$, що робить шов більш пластичним і знижує вірогідність раннього утворення мікротріщин. Концентрація бейнітної структури також значно зменшується, крихкі зони віддаляються від лінії сплавлення.

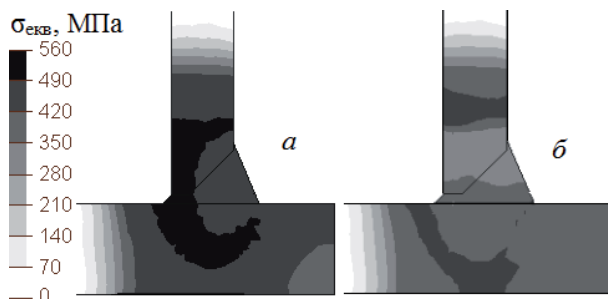


Рис. 9. Розподіл еквівалентних ЗН $\sigma_{екв}$ в поясному з'єднанні КБ за відсутності (а) та при наявності (б) попереднього підігріву до 140 °C ($v_{зв} = 12$ мм/с)

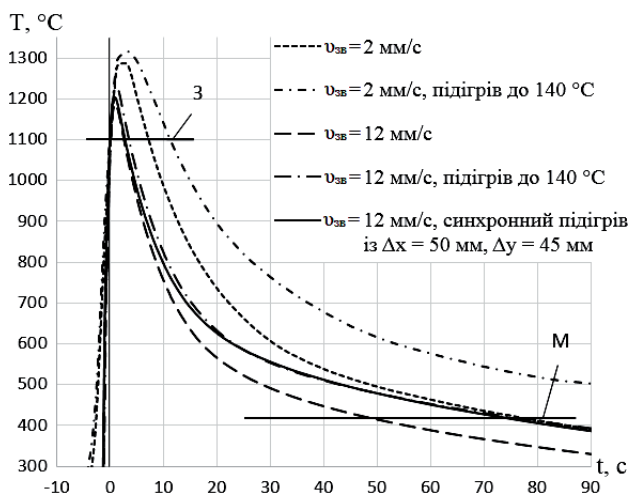


Рис. 10. Температура T кінцевого елемента стінки з часом t при різних швидкостях зварювання $v_{зв}$ та режимах підігріву

Для забезпечення оптимальної пластичної структури ЗТВ з'єднання найбільш доцільним є термічний цикл попередньо підігрітого з'єднання, що зварюється із високою швидкістю. При такому варіанті зварювання тривалість періоду росту зерна $t_{>1100}$ змінюється мало (на 1...2 сек.), а період дифузійного фазового перетворення $t_{8/5}$ суттєво збільшується (на 10...15 сек.); варіанти із меншими швидкостями зварювання також ведуть до довгого $t_{8/5}$, але, через більше енерговкладання безпосередньо в ЗТВ з'єднання, спостерігається перегрів і небажана витримка $t_{>1100}$.

Підігрів за запропонованою технологією попереднього рухомого джерела (рис. 8) продемонстрував значну залежність від параметрів Δx та Δy (рис. 8). В усіх моделях стінка підігрівалася полум'ям до $T_{max} \sim 540$ °C (бордовий колір), $v_{зв} = 12$ мм/с. При $\Delta x = 200$ мм, $\Delta y = 45$ мм вплив підігріву на термічний цикл остигання ЗТВ стінки практично ідентичний із повним підігрівом до 140 °C. Із зменшенням Δy або збільшенням Δx , $t_{>1100}$ навіть збільшується. Оптимальними є параметри $\Delta y = 40...70$ мм, $\Delta x = 0...70$ мм. Режим підігріву можна налаштувати на фрагменті з'єднання без зварювання: на момент підходу майбутньої зварної дуги стінка в зоні шву має бути підігріта на $\Delta T \sim 5...15$ °C; на відстані 100 мм від точки

проходження майбутньої дуги (при $v_{зв} \sim 12$ мм/с) оптимально, щоб підігрів стінки становив $\Delta T \sim 25...50$ °C. При таких параметрах підігріву при зварюванні формується термічний цикл із $t_{>1100}$ близьким до відповідно непрогрітому з'єднанню, а період $t_{8/5}$ відповідає циклу із загальним підігрівом до 140 °C (рис. 10). Розподіл ЗН при такому режимі відповідає рис. 9, б.

Запропонована технологія підігріву зручна для автоматизації та дозволяє уникнути додаткових операцій попередньої або післязварної термічної обробки.

Проведені дослідження дають порівняльну картину технологій зварювання та конструктивних параметрів КБ з точки зору післязварного стану їх поясних з'єднань. Для подальшого удосконалення зазначених рекомендацій бажано проведення серії експериментів в умовах виробництва КБ.

Перспективною є розробка спрощених методик моделювання НДС типових зварних з'єднань МК для застосування їх в конструкторській практиці, що буде значним внеском у розвиток CALS технологій кранобудування.

7. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Розглянуто вплив геометрії перетину КБ, швидкості накладання поясних з'єднань, наявності та технології попереднього підігріву на її післязварний стан.
2. З позиції оптимізації розподілу ЗН, пластичних деформацій та структур, рекомендується накладання поясних швів із високими швидкостями (12...16 мм/с) та синхронним підігрівом стінки.
3. Доведено бажаність розробки кромки поясних з'єднань КБ.
4. Запропоновані оптимальні параметри технології підігріву поясних з'єднань КБ при зварюванні.
5. Встановлені вимоги до проведення кінцево-елементного моделювання таврових зварних з'єднань великої довжини.

Література

1. Ухов, А. В. Расчет и проектирование металлоконструкций мобильных машин и механизмов [Текст]. Кн. 3. Расчет металлических конструкций мостовых и консольных кранов: в 4-х кн. / А. В. Ухов, А. Ф. Дашенко, Л. В. Коломиец. — Одесса: Астропринт, 1998. — 108 с.
2. Srivastava, B. A review on effect of arc welding parameters on mechanical behaviour of ferrous metals/alloys [Text] / B. Srivastava, J. Prakash // International Journal of Engineering Science and Technology. — 2010. — Vol. 2, № 5. — P. 1425–1432. doi:10.1.1.165.5291
3. Juvinall, R. C. Fundamentals of machine component design [Text] / R. C. Juvinall, K. M. Marshek. — New York: John Wiley&Sons, 2006. — 929 p.
4. Masubuchi, K. Analysis of welded structures: Residual stresses, distortion, and their consequences [Text] / K. Masubuchi. — Elsevier, 1980. — 642 p.
5. Нургузин, М. Р. Численное моделирование влияния технологических факторов на прочность сварных металлоконструкций [Текст]: тезисы докладов / М. Р. Нургузин, Т. Я. Кацага, Г. Т. Даненова // Вычислительные технологии и математические модели в науке, технике и образовании. — Алма-Ата, Казахстан, 2002. — С. 18–20.
6. Понитаев, А. А. Разработка расчетных методов определения напряженно-деформированного состояния крановых металлоконструкций с учетом технологии изготовления [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / А. А. Понитаев. — М., 2002. — 247 с.

7. Чернышев, Г. Н. Остаточные напряжения в деформируемых твердых телах [Текст] / Г. Н. Чернышев, А. Л. Попов, В. М. Козинцев, И. И. Пономарев. — М.: Наука. Физматлит, 1996. — 240 с.
8. Teng, T.-L. Analysis of residual stresses and distortions in T-joint fillet welds [Text] / T.-L. Teng, C.-P. Fung, P.-H. Chang, W.-C. Yang // International Journal of Pressure Vessels and Piping. — 2001. — Vol. 78, № 8. — P. 523–538. doi:10.1016/s0308-0161(01)00074-6
9. Leggatt, R. H. Residual stresses in welded structures [Text] / R. H. Leggatt // International Journal of Pressure Vessels and Piping. — 2008. — № 3. — P. 144–151.
10. Goldak, J. A. Computational welding mechanics [Text] / J. A. Goldak, M. Akhlaghi. — Springer Science&Business Media, 2005. — 325 p. doi:10.1007/b101137
11. Gery, D. Effects of welding speed, energy input and heat source distribution on temperature variations in butt joint welding [Text] / D. Gery, H. Long, P. Maropoulos // Journal of Materials Processing Technology. — 2005. — Vol. 167, № 2–3. — P. 393–401. doi:10.1016/j.jmatprotec.2005.06.018
12. Лятуринский, В. А. Моделирование послесварочного напряженно-деформированного состояния коробчатых крановых балок с криволинейными швами [Текст] / В. А. Лятуринский, М. В. Сидоренко // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. — 2013. — № 2. — С. 130–138.

КОНСТРУКТИВНАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОРОБЧАТЫХ БАЛОК КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА

В результате серии расчетов методом конечных элементов исследовано влияние геометрических параметров коробчатых

крановых балок, скорости сварки и технологии предварительного подогрева поясного соединения на его послесварочное состояние. Рассматривались: термические циклы, остаточные напряжения, деформации, распределение структур. Обсуждены оптимальные режимы сварки и подогрева поясных швов коробчатых балок.

Ключевые слова: кран, коробчатая балка, сварка, остаточные напряжения, структура.

*Лятуринський Василь Олександрович, аспірант, кафедра деталей машин і підйомно-транспортних механізмів, Запорізький національний технічний університет, Україна,
e-mail: vasilyliat@gmail.com.*

Сидоренко Михайло Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра деталей машин і підйомно-транспортних механізмів, Запорізький національний технічний університет, Україна.

Лятуринский Василий Александрович, аспирант, кафедра деталей машин и подъемно-транспортных механизмов, Запорожский национальный технический университет, Украина.

Сидоренко Михаил Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра деталей машин и подъемно-транспортных механизмов, Запорожский национальный технический университет, Украина.

Lyaturinsky Vasily, Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine, e-mail: vasilyliat@gmail.com.

Sidorenko Mikhail, Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine

УДК 629.3.017

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.52019

Ярошенко П. М.

ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА ОДНОЧАСНОЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Наведено теоретичне обґрунтування схеми симетричного комбінованого агрегату для одночасної передпосівної культивування та сівби просапних культур на базі трактора ХТЗ-121. Проведено розрахунки комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатів по визначенню величини завантаження двигунів енергетичних засобів. Зроблено порівняння комбінованих агрегатів по завантаженню за тягою; визначені оптимальні швидкості роботи.

Ключові слова: симетричний комбінований посівний агрегат, глибина загортання насіння, культиватор, бурячна сівалка.

1. Вступ

Сівба цукрових буряків — одна з найвідповідальніших операцій при вирощуванні цієї культури. Від своєчасної і високоякісної сівби залежить одержання рівномірних з заданою густиною сходів буряків, а також якість механізованого догляду за посівами та збирання врожаю.

Починати сівбу буряків, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8–10 см досягне +5–6 °С, слідом за передпосівним обробітком ґрунту і закінчувати її на одному полі за 1–2 робочих дні. Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою цукрових буряків не повинен перевищувати трьох-чотирьох проходів культиватора (0,5 год.).

Середня глибина обробленого шару ґрунту завдяки його розпушенню завжди на 1–1,5 см більша, ніж установлена глибина ходу робочих органів і становитиме, наприклад, при глибині ходу робочих органів 3 см — близько 4 см (3 см помножити на коефіцієнт розпушення). При визначенні глибини загортання насіння буряків насамперед враховують вологість ґрунту, яка повинна становити не менше 60 % ПВ. Щільність насінневого ложа — 1,1–1,2 г/см³, розмір часток ґрунту від 1 до 10 мм.

Найкращі умови для одержання високої польової схожості насіння буряків забезпечуються тоді, коли насіння укладають на шар ґрунту з непорушеною будовою.