

щих в робочем просторі ДСП в період плавки, ефективно применим при різних технологіях виплавки сталі і забезпечує економію енергії на 13-14% при збереженні якості виплавленої продукції.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов А.Н. Современные тенденции развития процессов производства и разливки стали / А.Н.Смирнов // Металл и литье Украины. – 2006. – № 1. – С.7-11.
2. Яшина К.В. Исследование влияния электрических параметров дуговых сталеплавильных печей на режим их тепловой работы / А.В.Садовой, К.В.Яшина // Вісник НУ «ЛП» «Електроенергетичні та електромеханічні системи». – 2009. – № 654. – С.192-199.
3. Яшина К.В. Исследование электрических процессов в дуговых электросталеплавильных печах / А.В.Садовой, К.В.Яшина // Научный вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. – 2009. – № 1 (4Е). – С.156-164.
4. Яшина К.В. Комплексная модель тепловых процессов, происходящих в дуговых электросталеплавильных печах / К.В.Яшина, А.В.Садовой // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2009. – №2 (24). – С.26-33.
5. Яшина К.В. Алгоритм расчета интенсивности химических реакций в дуговых электросталеплавильных печах / К.В.Яшина, А.В.Садовой // Сборник научных трудов Днепропетровского государственного технического университета. – Днепропетровск: ДГТУ. – 2010. – №1 (14). – С.20-25.
6. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. – М.: ИКЦ Академкнига, 2005. – 768с.
7. Макконнелл С. Совершенный код: практическое руководство по разработке программного обеспечения / Макконнелл С. – Питер, 2005. – 893с.

Поступила в редколлегию 23.03.2012.

УДК 612.791

НОСОВ Д.Г., к.т.н., доцент
ПЕРЕМІТЬКО В.В., к.т.н., доцент
ГУСЯТИНСЬКА В.С., магістр

Дніпропетровський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАГНІТНИХ ПОЛІВ НА КОЕФІЦІЄНТ РОЗПЛАВЛЕННЯ ДРОТУ ПРИ ЕЛЕКТРОДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ ПІД ФЛЮСОМ (ЧАСТИНА I)

Вступ. При електродуговому зварюванні та наплавленні плавким електродом зварювальна дуга є джерелом нагріву. Ефективність розплавлення основного і електродного металів залежить не тільки від їх теплофізичних характеристик, енергетичних характеристик зварювальної дуги, а також і від наявності сторонніх електромагнітних впливів на дугу та зварювальну ванну.

Постановка задачі. Підвищити продуктивність розплавлення електродного дроту можна шляхом керування характером переносу розплавленого металу (подрібненням крапель електродного металу) при дії зовнішніх магнітних полів [1], тому визначення оптимальних режимів дугового наплавлення під флюсом з використанням зовнішнього електромагнітного впливу для вирішення поставленої задачі є актуальним.

Результати роботи. При проведенні експериментів використовували повний факторний експеримент 2⁴. Наплавлення виконували на установці УД-209 від джерела живлення ВДУ-506 на сталеві пластини товщиною 10 мм дротами 3 та 5 мм (феромагнітні та немагнітні) наступних складів: сталь Ст3сп (ГОСТ 380); Сталь 20 (ГОСТ 1050); Сталь 08Х18Н10 (ГОСТ 7350) дротами Св-08А, Св-04Х19Н9 (ГОСТ 2246), Нп-30ХГСА (ГОСТ 10543) під флюсами АН-348-А (ГОСТ 9087), АН-26С (ГОСТ 9087).

Магнітне поле утворювали спеціальною насадкою – соленоїдом [2], навантаження на якому встановлювали у необхідних межах за допомогою лабораторного трансформатора ЛАТР-4.

Умови наплавлення за виключенням режимів, що варіювали згідно з планом експерименту, залишали постійними та незмінними.

Для визначення впливу індукції магнітного поля на коефіцієнт розплавлення електродного дроту сумісно з такими параметрами наплавлення, як струм наплавлення I_n , діаметр d_e та виліт l_e електрода, наплавлення виконували групами в наступній послідовності:

- 1) феромагнітним дротом на феромагнітну основу;
- 2) феромагнітним дротом на немагнітну основу;
- 3) немагнітним дротом на феромагнітну основу;
- 4) немагнітним дротом на немагнітну основу.

Для зручності виконання аналізу умовне позначення коефіцієнта розплавлення α_p приймаємо з відповідними індексами. Обробку експериментальних даних виконували за допомогою математичного пакета STATISTIKA 6.0.

Розглянемо вплив індукції магнітного поля на коефіцієнт розплавлення електродного дроту та інших впливових факторів режиму наплавлення при поєднанні вказаних основного та присадного матеріалів.

1. Вплив зовнішніх магнітних полів та режимів наплавлення на коефіцієнт розплавлення при наплавленні феромагнітним дротом на феромагнітну основу. При наплавленні феромагнітним дротом на феромагнітну основу спостерігали лінійне збільшення коефіцієнту розплавлення у всьому діапазоні індукції магнітного поля B (рис.1, а, в, д). Відносний приріст α_p при цьому склав 36%.

Вплив діаметру електродного дроту при цьому менш значний, як видно з рис.1, а, його збільшення покращує умови розплавлення присадного феромагнітного металу на 1...3%. Тобто, наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами для отримання кращого результату бажано виконувати електродами більшого діаметру.

Математично залежність коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та діаметра електрода можна виразити через наступне рівняння:

$$\alpha_{p1} = 14,725 + 0,1042 \cdot B + 0,1 \cdot d_e . \quad (1)$$

Аналіз графіків (рис.1, в) залежності коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та струму наплавлення також указує на лінійність цієї моделі. Вплив струму наплавлення більш значний, ніж вплив діаметра електродного дроту, при цьому, як видно з рис.1, в, збільшення струму наплавлення збільшує величину коефіцієнта розплавлення присадного феромагнітного металу на 2...6%.

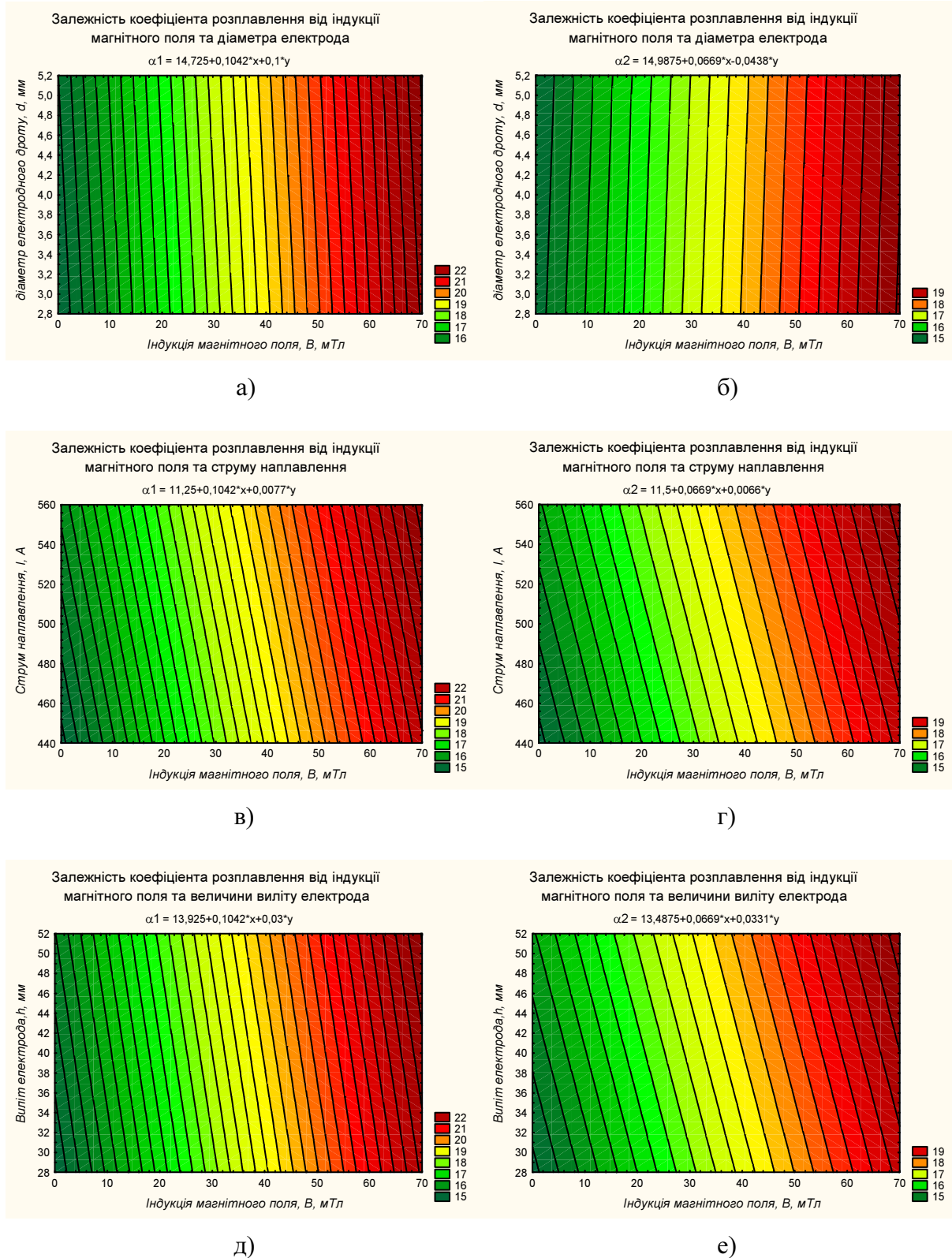


Рисунок 1 – Вплив зовнішніх магнітних полів та режимів наплавлення на коефіцієнт розплавлення при наплавленні феромагнітним дротом на феромагнітну основу (а, в, д) та феромагнітним дротом на немагнітну основу (б, г, е)

Тобто, наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами для отримання кращого результату бажано виконувати на форсованих режимах із збільшеним струмом.

Математично залежність коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та струму наплавлення можна виразити через наступне рівняння:

$$\alpha_{p1} = 11,25 + 0,1042 \cdot B + 0,0077 \cdot I_n . \quad (2)$$

Аналіз графіків (рис.1, д) залежності коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та величини вильоту електрода дає підстави стверджувати, що при збільшенні індукції МП та вильоту α_p також збільшується.

Тобто, наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами для отримання кращого результату бажано виконувати зі збільшеним вильотом електродного дроту.

Математично залежність коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та вильоту електродного дроту можна виразити через наступне рівняння:

$$\alpha_{p1} = 13,925 + 0,1042 \cdot B + 0,03 \cdot l_e . \quad (3)$$

Таким чином, при наплавленні феромагнітним дротом на феромагнітну основу спостерігали лінійне збільшення коефіцієнту розплавлення у всьому діапазоні індукції магнітного поля B . Відносний приріст α_p при цьому склав 36%. Для отримання кращого результату наплавлення бажано виконувати при збільшеному вильоті та діаметрі електродного дроту високим струмом.

Оптимальними за таких умов режимами наплавлення можна вважати наступні: струм наплавлення $I_n = 450 \dots 550$ А, діаметр електрода $d_e = 5$ мм, виліт електрода $l_e = 45 \dots 55$ мм при індукції магнітного поля $B = 45 \dots 65$ мТл.

2. Вплив зовнішніх магнітних полів та режимів наплавлення на коефіцієнт розплавлення при наплавленні феромагнітним дротом на немагнітну основу. При наплавленні феромагнітним дротом на немагнітну основу спостерігали лінійне збільшення коефіцієнта розплавлення у всьому діапазоні індукції магнітного поля B (рис.1, б, г, е). Відносний приріст α_p при цьому склав 21%.

Вплив діаметра електродного дроту при цьому має зворотній ефект тому, який спостерігали при наплавленні на феромагнітну основу. З рис.1, б видно, що збільшення діаметра електродного дроту не покращує умови розплавлення присадного феромагнітного металу, а навпаки – зменшує показник α_p на 1,8...3,6%. Тому наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами на немагнітну основу для отримання кращого результату бажано виконувати електродами меншого діаметра.

Наприклад, для того, щоб отримати рівні значення приросту коефіцієнта розплавлення α_p при наплавленні електродом діаметром 3 мм необхідно встановити рівень магнітної індукції 40 мТл, а при наплавленні електродом діаметром 5 мм – відповідно 45 мТл.

Математично залежність коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та діаметра електрода можна виразити через наступне рівняння:

$$\alpha_{p2} = 14,9875 + 0,0669 \cdot B - 0,0438 \cdot d_e . \quad (4)$$

Аналіз графіків (рис.1, г) залежності коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та струму наплавлення також вказує на лінійність цієї моделі. Вплив стру-

му наплавлення більш значний, ніж вплив діаметра електродного дроту, а кут нахилу ліній графіка на рис.1, г більший, ніж графіка на рис.1, в. Тому у випадку електродугового наплавлення феромагнітними дротами на немагнітну основу збільшення величини струму призводить до більш значного збільшення коефіцієнта розплавлення α_p , ніж при наплавленні за інших рівних умов феромагнітним дротом на феромагнітну основу. При цьому, як видно з рис.1, г, збільшення струму наплавлення збільшує величину коефіцієнта розплавлення присадного феромагнітного металу на 2,6...6,8%.

Однак, слід зазначити, що при наплавленні феромагнітними дротами на немагнітну основу, на відміну від процесу наплавлення феромагнітними дротами на феромагнітну основу, максимальне значення коефіцієнта розплавлення α_p , який було досягнуто у лабораторних умовах, складало у середньому 19 г/(А·год) проти 22 г/(А·год).

Тобто, наявність немагнітної основи зменшує величину коефіцієнта розплавлення присадного феромагнітного металу на 2,5...3%. Це може бути пов'язано з перерозподілом ліній магнітної індукції, які розосереджуються під впливом немагнітної основи та порушенням радіального руху краплі розплавленого металу на торці електрода, що, в свою чергу, спричиняє зниження ефективності теплової потужності дуги.

Наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами на немагнітну основу для отримання кращого результату бажано виконувати на більших з рекомендованих (або розрахованих) значеннях струму наплавлення.

Математично залежність коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та струму наплавлення можна виразити через наступне рівняння:

$$\alpha_{p2} = 11,5 + 0,0669 \cdot B + 0,0066 \cdot I_n . \quad (5)$$

Аналіз графіків (рис.1, е) залежності коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та величини вильоту електрода дає підстави стверджувати, що при збільшенні індукції МП та вильоту α_p також збільшується.

Тобто, наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами для отримання кращого результату бажано виконувати зі збільшеним вильотом електродного дроту.

Математично залежність коефіцієнта розплавлення від індукції магнітного поля та вильоту електродного дроту при наплавленні феромагнітними дротами на немагнітну основу можна виразити через наступне рівняння:

$$\alpha_{p2} = 13,4875 + 0,0669 \cdot B + 0,0331 \cdot l_e . \quad (6)$$

Таким чином, при наплавленні феромагнітним дротом на немагнітну основу спостерігали лінійне збільшення коефіцієнта розплавлення у всьому діапазоні індукції магнітного поля B . Відносний приріст α_p при цьому склав 21%. Для отримання кращого результату наплавлення бажано виконувати на максимальному струмі наплавлення (який забезпечує якісне формування валика) при збільшеному вильоті електродного дроту меншого діаметра.

Оптимальними за таких умов режимами наплавлення можна вважати наступні: струм наплавлення $I_n = 450...550$ А, діаметр електрода $d_e = 3$ мм, виліт електрода $l_e = 45...55$ мм при індукції магнітного поля $B = 50...75$ мТл.

Висновки. Наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами на феромагнітну основу для отримання кращого результату коефіцієнта розплавлення електродного дроту бажано виконувати:

- електродами більшого діаметру;
- на форсованих режимах із збільшеним струмом;
- зі збільшеним вильотом електродного дроту.

Наплавлення з дією стороннього магнітного поля феромагнітними дротами на немагнітну основу для отримання кращого результату коефіцієнта розплавлення електродного дроту бажано виконувати:

- електродами меншого діаметру;
- зі збільшеним вильотом електродного дроту;
- на максимальному струмі наплавлення (який забезпечує якісне формування валика).

ЛІТЕРАТУРА

1. Размышляев А.Д. Магнитное управление формированием валиков и швов при дуговой наплавке и сварке / А.Д.Размышляев, М.В.Миронова. – Мариуполь: ПГТУ, 2009. – 242 с.
2. Носов Д.Г. Про використання магнітних полів для керування формоутворюванням валиків при дуговому зварюванні та наплавленні / Д.Г.Носов, В.В.Перемітько // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету: (технічні науки) / Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2006. – С.60-63.
3. Рыжов Р.М. Выбор оптимальных параметров внешнего электромагнитного воздействия при дуговых способах сварки / Р.М.Рыжов, В.Д.Кузнецов // Автоматическая сварка. – 2005. – №6. – С.59-61.
4. Czernysz W. Influence of electromagnetic effect in welding on the increase in resistance to hot cracking / W.Czernysz, R.Ryzhov, E.Tyrec // Welding International. – 2004. – № 18. – P.257-262.

Надійшла до редколегії 01.11.2011.