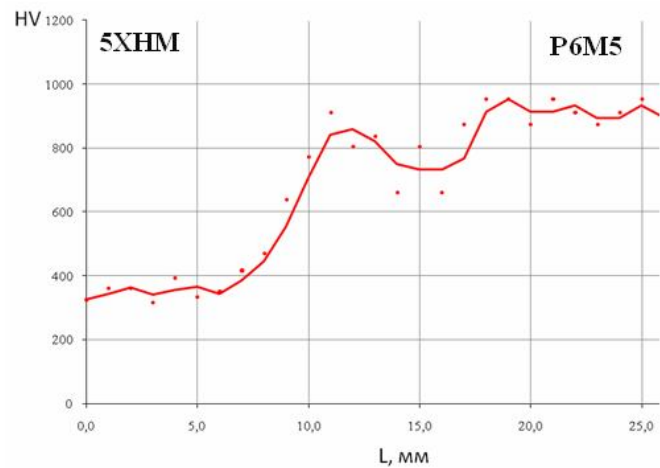


а



б

Рисунок 2 – Распределение микротвердости в сварном соединении сталей Р6М5 и 5ХНМ при сварке без подогрева (а) и с предварительным подогревом до 300°C (б)

УДК 621.791

Моделирование процесса подогрева металла электронным лучом при сварке

Магистрант Юревич С.В., студент группы 304815 Поболь А.И.

Научный руководитель – Горанский Г.Г.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Одним из наиболее эффективных вариантов повышения долговечности инструмента, в том числе деформирующего, является использование разнородных материалов с применением вставок, выполненных из сталей с высокой термо- и износостойкостью. Использование в таких случаях сварных соединений во многих случаях затрудняется необходимостью проведения дополнительных мероприятий. Довольно часто использование в сварных соединениях высоколегированных сталей требует выполнения предварительного подогрева металла. При этом габариты свариваемой конструкция или условия сварки могут затруднять либо делать невозможным его выполнение. Целью работы является разработка метода получения надежных высокопрочных соединений разнородных материалов (высоколегированной инструментальной и теплостойкой сталей) с использованием электроно-лучевой

сварки (ЭЛС). В качестве возможных шагов для предотвращения нежелательных структурных превращений в зоне соединения в результате закалки из жидкого состояния стали с высоким содержанием углерода рассматриваются как предварительный подогрев металла, так и нагрев узла после завершения сварки.

При ЭЛС существуют возможности подогрева соединяемых материала непосредственно электронным лучом. Если габариты изделия велики, рационально выполнять подогрев локального участка. Выполнено конечно-элементное моделирование процессов нагрева электронным лучом локального участка деформирующей оправки. Моделирование проводилось с использованием комплекса геометрического и конечно-элементного моделирования ANSYS. Исследовался участок под угловой шов длиной 20 мм с глубиной проплавления 5 мм. Изменялись удельная мощность электронного луча ($\text{Вт}/\text{см}^2$), площадь и форма зоны воздействия. В качестве материала основания в твердотельной 3D-модели деформирующей оправки были заданы свойства стали 5ХНМ, материал вставок – Р6М5.

На рисунке представлены результаты моделирования распространения тепла при воздействии электронного луча удельной мощностью $500 \text{ Вт}/\text{см}^2$ на поверхность площадью 1 см^2 ($5 \times 20 \text{ мм}$). Исследования показали, что для получения равномерного температурного поля, учитывая различие свойств теплоемкости и теплопроводности сталей Р6М5 и 5ХНМ, зону воздействия следует смещать на $2/3$ в сторону стали с большим значением теплопроводности (5ХНМ).

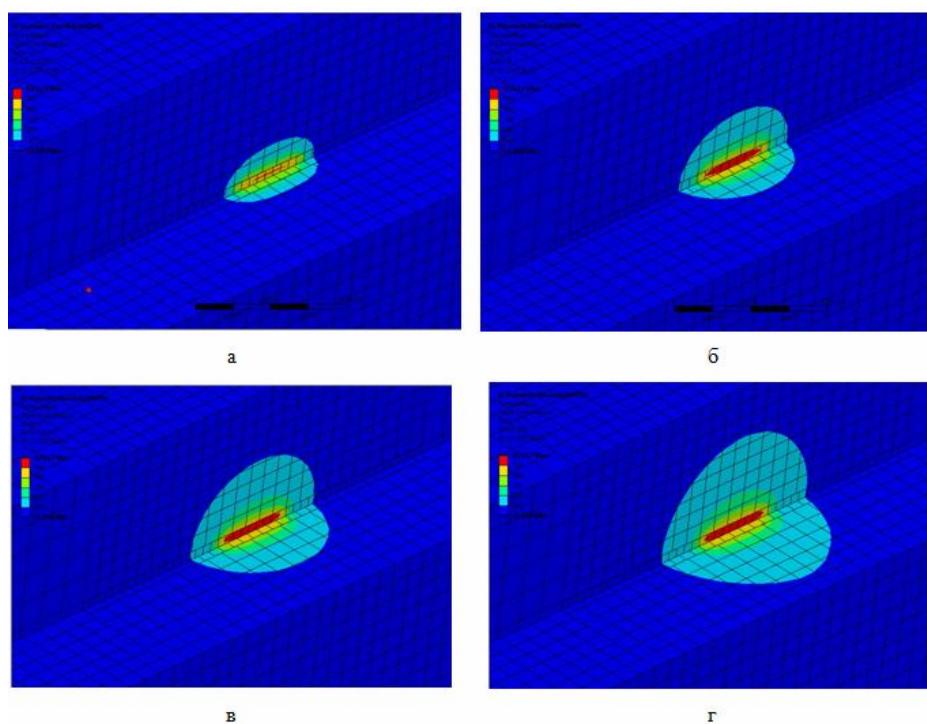


Рисунок - Температурное поле в деформирующей оправки в зависимости от продолжительности воздействия луча: а – 10 с; б – 30 с; в – 150 с; г – 300 с

Как видно из рисунка, с течением времени рост температурных полей замедляется. Объем металла с установившимися в первые 30 с температурами свыше 200°C остается практически неизменным. С течением времени заметно лишь увеличение объема металла с температурой свыше 100°C . Температурная область свыше 300°C устанавливается в объеме металла на глубину 5 мм, свыше 200°C – 10 мм. При этом максимальная температура нагрева на поверхности сканируемой области достигает 800°C . Металл, нагретый до таких температур, подлежит расплавлению в

процессе сварки. При увеличении мощности луча наблюдается увеличение максимальной температуры нагрева и геометрических размеров изотермических областей. Уменьшение площади воздействия электронным лучом ведет к увеличению концентрации энергии и локализации нагреваемого участка с повышением максимальных температур нагрева.

Ввиду возможности широкого регулирования мощности луча и зоны воздействия, а также высокой автоматизации процесса, подогрев лучом может выполняться как непосредственно перед проведением процесса сварки, так и после ее завершения. Использование электронного луча в качестве источника теплоты для подогрева металла при сварке позволяет увеличить номенклатуру изделий и материалов, пригодных для сварки.

УДК 544.654.2:546.74

Электроосаждение никелевых покрытий из ацетатного электролита в импульсном режиме

Студент гр. 11 Добровольский Е.А., магистрант Антихович И.В.
Научный руководитель – Черник А.А.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Применение импульсных токов при осаждении гальванических покрытий позволяет управлять структурой, свойствами и качеством осадков. Помимо этого такие режимы могут в значительной мере интенсифицировать процесс. При электрохимическом никелировании важным является поддержание постоянного значения рН в прикатодной области. Наиболее часто используемой буферной добавкой является борная кислота, которая входит в состав многих кислых электролитов [1,2]. Однако она не препятствует гидроксидообразованию при электролизе с высокой плотностью тока, поэтому перспективным является использование в качестве буфера других добавок, например ацетата натрия. Электролит с такой добавкой позволяет осаждать никель при комнатной температуре, что снижает энергозатраты.

Методика исследования Исследование проводили в электролите никелирования следующего состава, г/л: NiSO₄ · 7H₂O 220; NiCl₂ · 6H₂O 40; CH₃COONa 30. В растворе, подкисленном уксусной кислотой до значения рН 4.5 появляется ацетатная буферная смесь CH₃COOH + CH₃COO⁻. Анодами служили пластины из металлургического никеля марки НО, помещённые в чехлы. Осаждение проводилось на сталь марки Ст3, подготовка пластин осуществлялась по известным методикам [3]. Импульсный режим задавали на потенциостате ПИ - 50 - 1.1 в комплекте с программатором ПР - 8. Пористость измеряли наложением фильтровальной бумаги согласно ГОСТ 9.302 – 88. Микротвёрдость никелевых покрытий при толщине покрытия 10 мкм измеряли с помощью прибора ПМТ – 3 при нагрузке 0,50 Н. Выход по току определяли весовым методом.

Время электролиза при импульсном режиме можно рассчитать по формуле [4]:

$$\tau_{\Sigma} = n \cdot (\tau_u + \tau_n)$$

(1)

где: n количество циклов, с; τ_u - время импульса, с; τ_n - время паузы, с;

Для импульсного электролиза важна такая характеристика, как эффективная плотность тока

$$i_{\Sigma} = \varphi \cdot i_u$$

(2)