

### Выбор марки электродов для ручной электродуговой сварки с помощью обобщенного параметра оптимизации

Студенты гр. 104817 – Забавнюк А.В., Острога С.П.  
 Научный руководитель – Голубцова Е.С.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Целью данной работы является выбор марки электрода для ручной дуговой сварки среднелегированной закаливающей стали 15X2H4МДА.

Во многих отраслях промышленности всё более широкое использование получают высокопрочные стали с пределом текучести 600...1000 МПа, например стали 30ХГСА, 15X2H4МДА и др.

Сварка стали 15X2H4МДА представляет сложную технологическую задачу. Склонность к образованию в околошовной зоне грубых закалочных структур под воздействием термического цикла сварки, наличие высоких сварочных напряжений и другие причины обуславливают опасность возникновения холодных околошовных трещин в зоне термического влияния.

Существующие варианты технологий сварки данной стали предусматривают меры способствующие ослаблению отрицательного воздействия перечисленных факторов. Прежде всего, используют предварительный подогрев и термическую обработку сварных соединений. Однако применение таких мер при сварке крупногабаритных и толстостенных конструкций существенно усложняют технологический процесс, а в ряде случаев это практически невозможно.

Одним из вариантов практического осуществления является применение сварочных материалов, обеспечивающих получение металла шва с химическим составом и структурой низкоуглеродистой мартенситной или аустенитно-мартенситной стали. Технология ручной электродуговой сварки предусматривает использование электродов марок: АНВН-60, АНБП-80 и АНВП-100, которые обеспечивают металл шва с разным уровнем предела текучести – соответственно 600, 800 и 1000 МПа.

Указные сварочные материалы обладают высокими сварочно-технологическими свойствами: стабильностью дугового процесса, самоотделяемостью шлаковой корки, качественным формированием поверхности шва, отсутствием пор и шлаковых включений в наплавленном металле. Все перечисленные сварочные материалы обеспечивают при сварке высокопрочной стали 15X2H4МДА аустенитно-мартенситную структуру сварочного шва с твердостью 300 HV.

Каждый из трех сварочных материалов АНВН-60, АНБП-80 и АНВП-100 обеспечивают различное сочетание величин представленных механических свойств. Какой же из трех представляет их наилучшее сочетание дает ответ обобщенная функция желательная Харрингтона.

В основе ее построения лежит идея преобразования натуральных значений частных параметров оптимизации в безразмерную шкалу желательности. Трудность состоит в том, что каждый параметр оптимизации имеет свой физический смысл и свою размерность. Поэтому для каждого параметра вводят некоторую безразмерную шкалу. После этого выбирают правило комбинирования исходных частных откликов в обобщенный показатель.

Чтобы получить шкалу желательности удобно пользоваться готовыми табличными соответствиями между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой системах.

С помощью формулы  $d_i = \exp[-\exp(-y_i)]$  находим для каждого параметра  $y_i$  частную функцию желательности  $d_i$ , подставляя в эту формулу кодированные значения  $y_i'$ .

График функции желательности для выбора марки электрода представлен на рисунке 1.

На оси ординат нанесены значения желательности, а на оси абсцисс – значения отклика в условном масштабе.

Кривую желательности обычно используют как номограмму.

Обобщенный параметр оптимизации  $D$  находим по формуле:

$$D = \sqrt[n]{d_1 \cdot \dots \cdot d_n} \text{ или } \sqrt[n]{\prod_i^n d_i}, \text{ где } d_1 \dots d_n - \text{частные функции желательности}$$

Из проведенных расчетов следует, что наилучшие результаты имеет ЭК-17ВИ, у которого  $D=0,55375$ .

