

С. 39-50. 2. О функционировании экономики в 1999 году // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование: Экономический бюллетень НИЭИ М-ва экономики РБ. – 2000. – №2. – С. 2-31. 3. Дрозд В.А. Инвестиционный фактор в экономике Беларуси // Белорусский экономический журнал. – 1999. – №4. – С. 47-56. 4. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь / НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь. – Мн., 1997. – 232 с.

УДК 338

Н.Ю.Бербасова

## МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Могилевский государственный технический университет*

*Могилев, Беларусь*

Эффективность сварочного производства любой организации или предприятия связана с различными по своим функциям, содержанию, назначению процессами. Благодаря общности цели – получению качественных, надежных, конкурентоспособных сварных конструкций, все эти разнообразные процессы образуют определенное многомерное единство. Это дает возможность представлять сварочное производство как целостную систему функциональных связей различных элементов, операций и процессов. Для оценки деятельности такой системы в настоящий момент используется незначительное число показателей, каждый из которых отражает определенный аспект: массу израсходованных электродов, проволоки, присадочных материалов; коэффициент использования сварочных материалов; удельный расход наплавленного металла на 1 т металлоконструкций; энергоемкость на 1 кг наплавленного металла; уровень механизации сварочных работ [1]. Представление эффективности функционирования сварочного производства через приведенные показатели не дает единой оценки их деятельности. Каждый расчетный показатель, безусловно, позволяет представить определенный процесс сварочного производства в количественном выражении, в совокупной оценке можно говорить лишь о качественной характеристике сварочного производства, подкрепляя ее отдельными количественными параметрами.

Поиск оценочного показателя уровня деятельности сварочного производства в условиях переходной экономики сопряжен с решением ряда проблем:

- учетом условий функционирования отечественных предприятий;
- представлением эффективности их функционирования как многомерной и целостной системы;
- спецификой сварочного производства.

Особенностью сварочного производства является то, что оно является заготовительным. Результатом производства редко является продукт, имеющий самостоятель-

ное значение на рынке. Обычно сварные конструкции входят в состав машин, механизмов, оборудования, строительных объектов. В связи с этим влияние уровня сварочного производства на финансово – экономические показатели проявляется опосредованно через качество, эргономичность, эстетичность, потребительские свойства готового продукта, имеющего сварные элементы. Таким образом, сварную конструкцию можно рассматривать как элемент конкурентоспособности готовой продукции и степень “ответственности” качества сварной конструкции за финансовые показатели работы предприятия имеет место быть.

Анализ существующих методик оценки эффективности функционирования предприятий и организаций показал, что для анализа и оценки сварочного производства наиболее адекватной является оценка, основанная на том, что для характеристик сварочного производства выбираются группы показателей, каждой из которой присваиваются весовые коэффициенты [2]. В группы объединяются однородные характеристики сварочного производства, оказывающие влияние на конкурентоспособность и качество продукции. Внутри групп выделяются отдельные показатели, максимальные значения которых составляют 1, а минимальные – 0. Показатели построены таким образом, что стремление их к 1 говорит о повышении уровня сварочного производства, а стремление к 0 о его деградации. Агрегированная оценка уровня сварочного производства, таким образом, определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n b_i \sum_{j=1}^m a_{ij} K_{ij},$$

где  $A$  – агрегированная оценка;  $K_{ij}$  – преобразованное значение значение  $i$ -го показателя в  $j$ -й группе;  $a_{ij}$  – весовой коэффициент  $i$ -го показателя в  $j$ -й группе;  $b_i$  – весовой коэффициент  $i$ -й группы показателей;  $i$  – номер показателя в  $j$ -й группе;  $j$  – номер текущей группы показателей. Весовые коэффициенты показателя в группе и группы определяются с использованием создания причинно-следственных моделей качества сварочной продукции и уровня сварочного производства, исходя из особенностей отрасли, в которой оценивается состояние сварочного производства и методики парных сравнений частных показателей.

Для определения весовых коэффициентов в агрегированной оценке уровня сварочного производства представим процесс образования определенного качества сварной конструкции в виде графа. Вершинами графа являются факторы, определяющие определенный уровень качества сварной конструкции, а ребра – пути, по которым происходит действие факторов. Для систематизации факторов качества применим принцип декомпозиции сложной системы по уровням ее внутреннего состояния. Для этого в сложной системе причинно – следственных связей уровня качества выделим уровни, отличающиеся степенью обобщенности рассматриваемого явления. Для системы определения степени качества нами выделено 3 уровня: обобщающие показатели каче-

ства; показатели, входящие в состав групп; группы показателей, определяющие уровень сварочного производства;

Наиболее общим является уровень показателей качества сварочной продукции, на котором качество раскладывается по отдельным элементам. На следующем уровне факторы, определяющие качество уточняются в зависимости от показателей сварочного производства. На последнем уровне факторы объединяются в однородные группы - состояние парка сварочного оборудования ( $X_1$ ); состояние кадрового потенциала сварочного производства ( $X_2$ ); состояние технологий ( $X_3$ ); состояние организации сварочного производства ( $X_4$ ); состояние инновационной деятельности предприятия ( $X_5$ ); состояние экологии и сварочного производства ( $X_6$ ).

Для оценки влияния входных величин на качество сварочной продукции проведем декомпозицию графов по факторам уровня сварочного производства. Для этого представим подмножества, принадлежащие каждой из основных величин, в виде подграфа. Оценим степень влияния каждой причины  $X_i$ . Будем считать, что зависимость уровня качества сварочной продукции от факторов уровня сварочного производства определяется различными путями. Например, качество сварочной продукции зависит от состояния парка сварочного оборудования, которое в свою очередь определяется показателем возрастного состава оборудования, показателем морального износа оборудования, показателем прогрессивности сварочного оборудования и показателем использования сварочного оборудования. Все эти показатели в определенной степени влияют на среднюю долю брака, удельный вес зарекламированной продукции, удельный вес аттестованной продукции, удельный вес сертифицированной продукции, удельный вес экспортируемой продукции, удельный вес продукции, соответствующей мировым стандартам, эргономический уровень качества сварной конструкции. Эти показатели со своей степенью значимости определяют качество сварочной продукции. Возможны другие маршруты, по которым образуется определенный уровень качества. Чем больше количество маршрутов последовательности от фактора  $X_i$  к качеству, тем более значим этот фактор.

После построения модели причинно-следственных связей для решения поставленной задачи необходимо выбрать методику для определения весов. В работе используется подход, разработанный Т. Саати, основанный на лингвистических оценках, которым соответствуют количественные значения. Матрица строится на основе попарного сравнения всех частных показателей с помощью шкалы лингвистических значений типа: “квалификация инженерно-технических работников сварочного производства более значима, чем их возраст” или “прогрессивность сварочного оборудования, если речь идет о промышленном комплексе, более значима его возрастного уровня”.

Для определения весов ребер графов определяем  $\alpha_{ij}$  в матрице парных сравнений  $A\{a_{ij}\}$  частных показателей  $x_i$  исследуемой системы:

$a_{ij} = \frac{\alpha_i}{\alpha_j}$ ,  $W=(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$  – искомый вектор. Умножив  $A$  на вектор  $W$ , получим  $AW=NW$ , где  $N$  – собственное значение матрицы  $A$ , по которому можно восстановить вектор  $W$  (с учетом условия нормализации  $f = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = 1$ , где  $n$  – число частных критериев).

$W$  вычисляется из условия:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left( a_{ij} - \frac{\alpha_i}{\alpha_j} \right)^2 \rightarrow \min ,$$

т.е. искомые значения получаются при решении оптимизационной задачи:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} \alpha_j - \alpha_i)^2 \rightarrow \min \sum_{i=1}^n \alpha_i = n ; i=j$$

Проведя суммирование всех маршрутов для подграфа причинно-следственных связей влияния состояния парка сварочного оборудования на качество сварочной продукции по формуле получим значимость фактора  $X_1$  в уровне качества сварочной продукции (рис. 1).

По рассмотренной выше методике определяются все весовые коэффициенты ребер графа “Причинно-следственных связей качества сварочной продукции и уровня состояния сварочного производства”.

В результате рассмотрения всех подграфов с учетом весовых коэффициентов, полученных методом Т. Саати, строим матрицы смежности для каждого подграфа, и выводим уравнение причинно-следственных связей зависимости качества сварной конструкции от интегральных показателей состояния сварочного производства:

$$Y=17X_1 + 17X_2 + 13,9X_3 + 13,6X_4 + 13 X_5 + 7,3X_6$$

В относительных значениях:

$$Y=0,2X_1 + 0,2X_2 + 0,178X_3 + 0,174X_4 + 0,159X_5 + 0,089X_6$$

Числовые значения при  $X_1 \dots X_6$  являются весовыми коэффициентами групп показателей уровня состояния сварочного производства в агрегированной оценке уровня сварочного производства и сумма их равна 1.

Весовые коэффициенты показателей групп уровня сварочного производства определялись методом построения матриц попарных сравнений частных критериев.

Таким образом, анализ графов влияния уровня сварочного производства на качество продукции и определение рангов факторов и весовых коэффициентов методом парных сравнений позволил с определенной степенью достоверности определить весовые коэффициенты для агрегированной оценки уровня сварочного производства.

