

# КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Г. А. ИВАНОВ, канд. техн. наук, В. Н. ПРОНЧЕВА, инж.  
(ОХП «Институт сварки и защитных покрытий» НАН Республики Беларусь, г. Минск)

Описаны состав, структура и основные функции системы расчета норм расхода сварочных материалов на сварку деталей и узлов стальных трубопроводов. Приведен состав базы данных и знаний системы. Даны примеры форм с подготовленными исходными данными и результатами расчета.

*Ключевые слова:* сварка, стальные трубопроводы, сварочные материалы, нормы расхода, компьютерная система расчета

В Республике Беларусь ежегодно выполняются большие объемы работ по строительству и ремонту трубопроводов, отмечена тенденция к их увеличению. Строительство трубопроводов характеризуется большим разнообразием видов трубопроводов (газопроводы, нефтепроводы, паропроводы и др.), применяемых способов сварки (дуговая сварка в защитном газе плавящимся и неплавящимся электродами с присадочным металлом, дуговая сварка под флюсом, ручная дуговая сварка, газовая сварка), свариваемых материалов (сталь, медь, медноникелевые сплавы и др.), сварочных материалов (электроды покрытые и вольфрамовые, проволока сплошная металлическая и порошковая), типов сварных соединений и оборудования.

В связи с постоянным увеличением протяженности трубопроводов, использованием труб больших диаметров из легированных, коррозионностойких и сталей повышенной прочности требуется наряду с совершенствованием способов сварки и созданием нового оборудования также разработка новых технологий.

Большие объемы сварочных работ при строительстве трубопроводов обуславливают и значительные объемы работ по технологической подготовке сварочно-монтажного производства.

Разработка технологических регламентов на сварку труб связана с необходимостью принятия проектных решений при выборе способа сварки, оборудования, свариваемых и сварочных материалов, расчетных работ по определению норм расхода сварочных материалов, норм времени и параметров режима сварки, а также выполнения больших объемов рутинных работ, относящихся к подготовке технологической документации.

Таким образом, необходимость автоматизации с помощью ПК проектирования технологических регламентов на изготовление деталей и узлов трубопроводов с целью сокращения материальных и трудовых затрат, улучшения качества проектных решений и технологической документации, а также повышения престижа труда технологов-проектировщиков является очевидной.

Институт сварки и защитных покрытий НАН Республики Беларусь занимается разработкой информационно-аналитических и информационно-справочных систем для ПК. В рамках этой тематики разработана система расчета норм расхода сварочных материалов на изготовление и ремонт стальных трубопроводов. Система состоит из программного комплекса, базы данных и знаний (БД и З).

Программный комплекс содержит проектные процедуры диалоговой подготовки и ввода исходной информации, расчета норм расхода сварочных материалов, определения длины сварных швов, формирования выходной документации.

Для подготовки и ввода исходной информации разработаны и выводятся на экран форма, состав и количество исходных данных, управляемые вводимыми пользователем данными. Это позволяет обеспечить программно необходимую полноту исходных данных для решения конкретной задачи и избежать ошибок при подготовке данных. Числовые данные, вводимые с клавиатуры, контролируются по минимально и максимально допустимым значениям. При выходе за пределы допустимых значений выдается сообщение об ошибке. Пример окна системы с подготовленными исходными данными приведен на рис. 1. Все поля для подготовки исходных данных можно разделить на два вида: выбор информации из списков, раскрывающихся нажатием кнопок, и ввод данных с клавиатуры. Содержание информации, которую нужно ввести или выбрать, описано в метках над

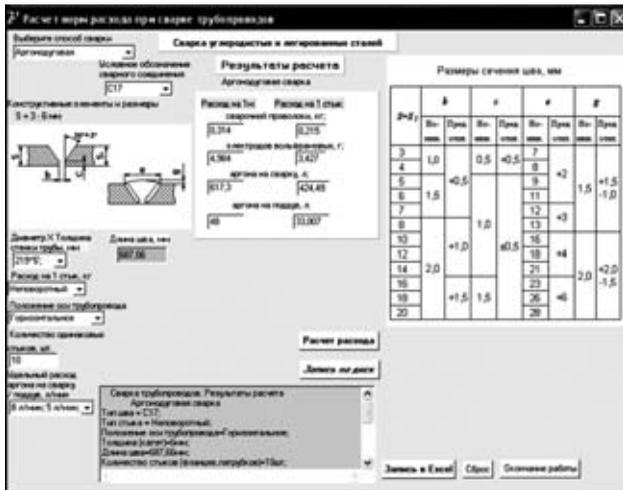


Рис. 1. Главное окно системы с подготовленными исходными данными и результатами расчета

каждым полем. Кнопки предназначены для выполнения действий, записанных на них.

Система позволяет выполнять расчеты норм расхода сварочных материалов при ручном дуговом, газовом, аргодуговом и комбинированном способах сварки деталей и узлов трубопроводов из углеродистых и легированных сталей. Способ сварки выбирает пользователь. Конструктивные размеры и условные обозначения сварных соединений соответствуют ГОСТ 16037–80.

При разработке алгоритма и программы за основу приняты методические материалы и данные, приведенные в работах [1–6]. Производственные нормы расхода сварочных материалов в виде таблиц даны для неповоротных стыков трубопроводов. Для определения норм расхода материалов при сварке поворотных стыков в системе используются поправочные коэффициенты в зависимости от способа сварки и других условий [1, 3–5]. В таблицах нормативов указаны нормы расхода материалов на вварку патрубков, расположенных на трубопроводе сверху под углом 90° к его оси. При положении патрубка на трубопроводе сбоку

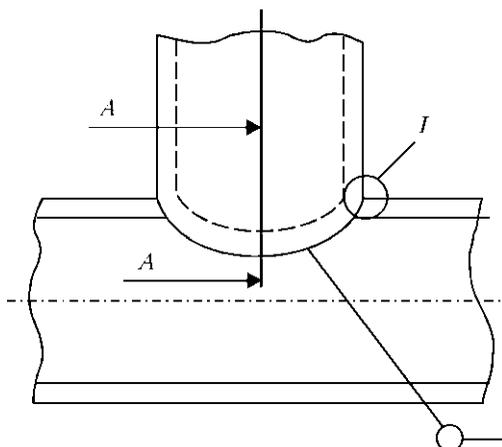


Рис. 2. Схема углового соединения трубы (патрубка, штуцера) с трубой

или снизу и под углами, отличающимися от 90°, норма расхода корректируется с помощью поправочных коэффициентов, заложенных в системе. Для выполнения многослойных швов применяется комбинированная сварка, при этом корень шва (первый слой шва) выполняется способом аргодуговой сварки, а остальные слои — ручной дуговой сваркой покрытым электродом. Производственными нормами учтен чистый расход материалов, трудноустраняемые отходы и потери, образующиеся в процессе производства сварочных работ — огарки электродов, остатки проволоки в бухте, потери на угар, разбрызгивание и шлакообразование.

Для определения длины швов при сварке трубных заготовок под прямыми и острыми углами, а также вварке патрубков (рис. 2) разработана программа, которая может вызываться как в автономном режиме (в том числе и при работе в других системах), так и автоматически в данной системе. Входные данные и результат расчета по этой программе приведены на рис. 3.

БД и 3 системы, имеющей многоуровневую иерархическую структуру, состоит из множества файлов и содержит:

- таблицы нормативно-справочной информации по нормам расхода материалов на 1 м шва и на один стык (фланец или патрубок), сформированные в отдельных файлах по способам сварки;
- эскизы конструктивных элементов подготовленных кромок и сварных швов;
- условные обозначения сварных соединений;
- таблицы размерных характеристик конструктивных элементов сварных соединений.

При работе с БД и 3 обеспечены следующие основные требования: быстрый доступ к данным, простой и открытый интерфейс, возможность корректировки информации без корректировки системы.

Результаты расчета накапливаются в файлах, организованных по способам сварки, и по жела-

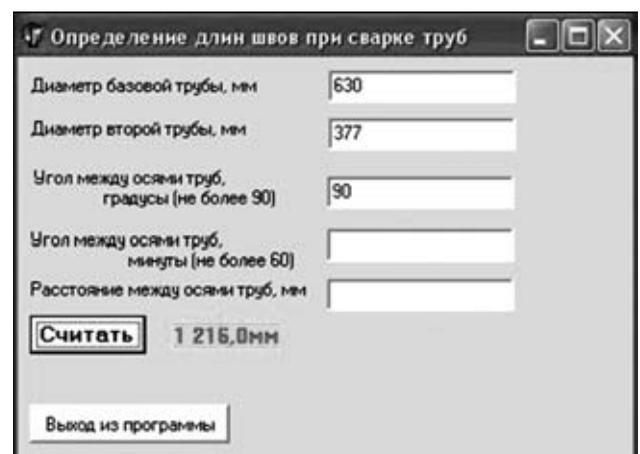


Рис. 3. Окно системы с подготовленными исходными данными и результатом расчета

нию пользователя могут быть выведены на экран и принтер в формате таблиц Excel.

Система предназначена для использования как в автономном режиме на предприятиях, занимающихся строительством и ремонтом трубопроводов, так и для включения ее в качестве компоненты в состав корпоративных информационных систем предприятий.

Эффективность от внедрения системы достигается в результате сокращения трудозатрат на подготовку производства и материальных затрат благодаря более точным, технически обоснованным расчетам.

The paper describes the structure and main functions of system of calculation of norms of welding consumable consumption for welding parts and components of steel piping. The composition of the system data and knowledge base is given. Examples of forms with the prepared initial data and calculation results are given.

Поступила в редакцию 27.09.2011



## **ВЫСТАВКА «СВАРКА. КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА»**

**Представители сварочной отрасли собрались на одной площадке, чтобы продемонстрировать свои достижения в рамках XI специализированной выставки «Сварка. Контроль и диагностика». Проект проходил с 29 ноября по 1 декабря 2011 г. в Международном выставочном центре «Екатеринбург-ЭКСПО» ([www.uv66.ru](http://www.uv66.ru)).**

*Выставка имеет большое значение как для развития отрасли, так и в целом для Уральского региона. Поэтому свою поддержку оказали многие: Торгово-промышленная палата Российской Федерации, Правительство Свердловской области, Администрация города Екатеринбурга, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Уральский институт сварки. Организатор мероприятия — ЗАО «Уральские Выставки».*

*«... То оборудование, и те технологии, которые здесь представлены, соответствуют тем целям и задачам по модернизации, которые ставит перед нами Президент Российской Федерации, Председатель Правительства РФ, губернатор Свердловской области», — отметил заместитель министра промышленности и науки Свердловской области Владислав Юрьевич Пинаев на торжественной церемонии открытия.*

*В проекте «Сварка. Контроль и диагностика» приняли участие более 70 компаний из разных городов России: Москвы, Екатеринбурга, Санкт-Петербурга, Перми, Тюмени, Челябинска, Пскова, Ижевска, Бийска, Пензы, Уфы, Казани и других городов.*

*В экспозиции выставки были представлены оборудование и технологии для электродуговой сварки металлов, оборудование и технологии для плазменной, газопламенной сварки и резки, средства и методы защиты от вредных производственных факторов в сварочном производстве, средства вибрационного, вихретокового, оптического и визуального, радиационного и других видов контроля, оборудование и технологии для производства сварочных электродов и проволок и многое другое.*

*Группа компаний «Контур» представила разработки по внедрению автоматизации и роботизации сварки. На стенде ООО «Техэнерго» можно было увидеть сварочные генераторы, инверторы, трансформаторы, полуавтоматы, аппараты воздушно-плазменной резки, мотопомпы и электростанции различной мощности и другие. ЗАО «Завод сварочных материалов» представил электроды для ручной дуговой сварки углеродистых и нержавеющей сталей, для наплавки, для сварки цветных металлов, а также порошковую проволоку.*

*Зрелищной частью выставки стал конкурс «МИСС СВАРКА». Изящные девушки, чья работа связана с этой отраслью, продемонстрировали не только свою красоту, но и умение работать со сварочным аппаратом. В рамках деловой программы прошел также конкурс «Молодой сварщик», День Главного сварщика с участием лучших специалистов страны. Состоялись научно-техническая конференция «Сварка и Диагностика», Ярмарка ВАКАНСИЙ, мастер-класс победителей конкурса сварщиков «Славим человека труда!», ТЕСТ-ДРАЙВ сварочного оборудования и другое.*

*Многие участники нынешней выставки «Сварка. Контроль и диагностика» пообещали приехать и в следующий раз.*

Пострелиз ЗАО «Уральские Выставки»