

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А. А. Иванайский, М. Н. Сейдуров

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

В настоящее время в Российской Федерации одним из приоритетных направлений является разработка технологии сварки высокопрочных сталей с повышенными требованиями к комплексу механических свойств сварных соединений ответственных конструкций и аппаратов, работающих круглогодично на открытом воздухе при отрицательных температурах окружающей среды (от минус 40 °С до минус 60 °С).

Очевидно, что разработка новой технологии сварки высокопрочных сталей возможна только с использованием широких технических возможностей современной компьютерной техники и прикладных программных продуктов [1]. Применение современных прогрессивных методов компьютерного моделирования способствует получению оптимальных технологических решений при существенном снижении ресурсоемкости самого процесса разработки. Однако необходимым и обязательным условием при создании новой технологии сварки остается ее практическая апробация в производственных условиях, поэтому математическое моделирование обязательно должно подтверждаться экспериментальными исследованиями.

Цель настоящей работы – разработать и внедрить инженерный программный комплекс (ИПК), позволяющий не только автоматизировать процесс расчета запрашиваемых показателей механических свойств металла шва и околошовной зоны (ОШЗ) по эмпирическим зависимостям, но и осуществлять их оценку и прогнозирование как на основе прямого сбора и обработки экспериментальных данных, так и на базе математического моделирования.

Наиболее значимыми показателями в оценке возможности зарождения и распространения очагов замедленного разрушения, ведущих к образованию недопустимых сварочных дефектов – холодных трещин, общепринято считать ударную вязкость и сопро-

тивление хрупкому разрушению металла шва ОШЗ, в большей степени зависящих от структуры металла ОШЗ и условий ее формирования под действием термдеформационных циклов сварки (ТДЦС).

Таким образом, регистрация изменения температуры, наряду с измерениями параметров напряженно-деформированного состояния точки тела изделия (образца) во времени, являются неотъемлемой частью экспериментальных исследований при разработке новых технологий в области сварочного производства.

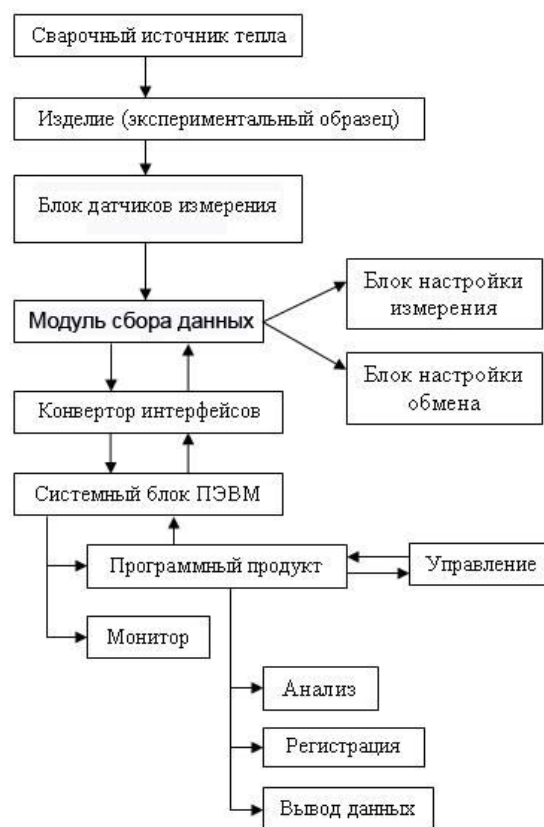


Рисунок 1 – Принципиальная блок-схема разрабатываемого ИПК

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Сбор и обработка прямых экспериментальных данных происходит по принципиальной блок-схеме, предложенной авторами (рисунок 1). Измерение и регистрация температуры (и/или электрического сопротивления) может выполняться с помощью модуля сбора данных через блок датчиков измерения.

В качестве блока датчиков измерения температуры обычно применяются различного рода термопары; в случае измерения внутренних напряжений – возможно их совместное применение с тензодатчиками сопротивления. С блока настройки измерения производится настройка системы сбора данных на работу с выбранным типом термопар, а также настройка обмена информации (блок настройки обмена) между модулем сбора данных и системным блоком ПЭВМ по соответствующему протоколу с помощью конвертора интерфейсов. Для управления модулем сбора данных и регистрации изменения температуры точки тела изделия (образца) во времени удобно пользоваться возможностями специализированных прикладных программ.

Программный продукт генерирует запрос в запрашиваемую единицу времени. Модуль сбора данных по этому запросу выдает текущее значение измеряемых величин по какому-либо количеству из существующих каналов. Таким образом, удастся получить необходимое количество экспериментальных точек измерения в течение всего термо- (и/или деформационного) цикла. По мере поступления данных от модуля сбора данных программный продукт строит график изменения температуры (и/или электрического сопротивления) точки тела изделия (образца) в зависимости от заданного времени компьютера.

Предлагаемый программный продукт «Среда моделирования автоматической сварки (AWS)» [2] на данный момент представляет собой удобный и практичный инструмент для компьютерного моделирования процессов автоматической сварки под слоем флюса и шагодуговой сварки с применением расчетных схем сварочных процессов на этапе проведения экспериментов с целью отыскания оптимальных режимов и параметров автоматической сварки (рисунок 2).

«AWS» написан на языке Delphi, что предполагает удобный, характерный для операционных систем Windows интерфейс, который в значительной мере облегчает диалог пользователя с компьютером и дает ему возможность максимально эффективно авто-

матизировать свою работу на стадии моделирования технологического процесса.

Такая организация программного продукта была связана со стремлением использовать минимальные вычислительные ресурсы, что бы позволить его введение в эксплуатацию для учебного процесса студентов-сварщиков АлтГТУ им. И.И. Ползунова даже на 32Mb оперативной памяти и 100Mb свободного пространства на жестком диске (предпочтительно: 128Mb /300Mb).

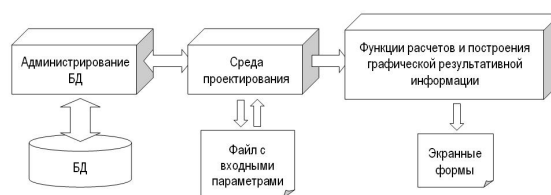


Рисунок 2 – Логическая структура существующей «AWS»:

Существующая версия «AWS» поддерживает режимы моделирования автоматической сварки под флюсом с программируемым тепловложением по прямолинейному участку, включая шагодуговую сварку [3]. Она позволяет решать минимально необходимый круг технологических задач, таких как:

1. расчет термического цикла в заданной точке околошовной зоны;
2. построение температурного поля предельного состояния;
3. расчет прочностных характеристик металла шва;
4. выбор присадочного материала и флюса, рекомендованных для используемой марки стали рабочего тела в соответствии с ГОСТ и личных предпочтений;
5. построение расчетной схемы термического цикла на основании данных, полученных из физического эксперимента.

Все эти функции интегрируются в одну самую важную — это поиск оптимальных входных параметров автоматической сварки высокопрочных сталей для получения ожидаемых характеристик структур металла в шве и ОШЗ, необходимых для реализации предотвращения возможности зарождения очагов замедленного разрушения.

Разрабатываемая версия программы нацелена на значительное расширение функциональных возможностей (рисунок 3):

1. введение модуля экспорта (МЭ), позволяющего пользователю сохранять на диск и считывать с диска все изменяемые пара-

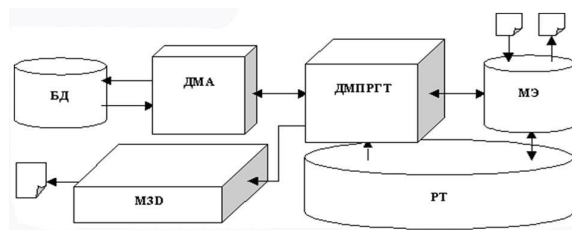
метры проектируемой модели как в специальном внутреннем формате, так и в текстовом ASCII, а так же построение отчетов с аналитической информацией (в виде графиков и таблиц) в виде документов Microsoft Word, Excel и в виде графических и текстовых файлов: PCX и ASCII соответственно;

2. введение модуля редактора траекторий (РТ) движения источника теплоты, задающего криволинейную траекторию перемещения источника теплоты;

3. введение модуля построения наглядной анимированной сцены (МЗД) спроектированной модели автоматической сварки с сохранением ролика на диск в виде AVI-файла;

4. введение модуля корректировки с учетом воздействия деформационного цикла (в случае введения МЭ, РТ, МЗД);

5. введение модуля библиотеки с демонстрацией структурного состояния металла шва и ОШЗ (в случае введения МЭ, РТ, МЗД).



ДМА – диалоговый модуль администрирования БД; ДМПРГТ – диалоговый модуль проектирования модели.

Рисунок 3 – Логическая структура будущей «AWS»:

Одним из примеров практического внедрения предложенного ИПК с использованием в качестве модуля сбора данных измерителя-регулятора «ОВЕН ТРМ 202 v2.025» является разработка технологии автоматической однопроходной сварки плавлением высокопрочной стали бейнитного класса [4] на основе определения влияния ТДЦС.

Автоматическую сварку под флюсом АН-47 на флюсовой подушке выполняли сварочным трактором ТС-17 за один проход сварочной проволокой Св-08ХНМ диаметром 4 мм. Термические циклы регистрировались хромель-алюмелевыми термопарами диаметром 0,24 мм.

В работе были установлены зависимости, учитывающие структурные превращения и развитие локальных пластических деформаций в стали 24Х2НАч, предназначенной для изготовления тяжелонагруженных деталей и сварных конструкций ответственного назначения, работающих в климатических условиях Сибири и Крайнего Севера, главным образом для буровой техники.

Выводы.

1. Действующий на сегодняшний день программный продукт «AWS» является универсальным инструментарием и позволяет осуществлять первоначальную оценку температурных условий протекания структурных превращений в высокопрочных сталях, определять эффективные режимы работы оборудования, что способствует ускоренному получению оптимальных технологических решений при существенном снижении ресурсоемкости процесса разработки технологии сварки.

2. Предлагаемый к разработке и внедрению ИПК позволит не только автоматизировать процесс расчета запрашиваемых показателей механических свойств металла шва и ОШЗ, но и осуществлять их оценку и прогнозирование как на основе прямого сбора и обработки экспериментальных данных, так и на базе математического моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерные технологии в сварке / А. В. Коновалов, Э. Л. Макаров, Б. Ф. Якушкин, А. П. Выборнов // Экономика промышленности. 1999. № 3. С. 3 – 6.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007612876. Среда моделирования автоматической сварки (AWS) / Е. А. Иванайский, А. А. Иванайский, В. В. Иванайский, М. Н. Сейдуров.
3. Иванайский Е. А., Иванайский А. А. Условия образования бейнитной структуры зернистой морфологии при сварке с программируемым тепловложением // Обработка металлов. 2004. № 2. С. 29-30.
4. Сейдуров М. Н. Роль типа и рамера карбидной фазы в образовании очагов замедленного разрушения в условиях развития локальных пластических деформаций / М. Н. Сейдуров, А. А. Иванайский // Высокотемпературный синтез новых перспективных наноматериалов / Под. ред. Евстигнеев В. В., Еськов А. В. Барнаул. – 2008. – С. 26-29.