

**Техническая спецификация на разработку программного обеспечения для управления системами  
установки искроплазменного спекания и контроля технологических процессов и разработка  
эксплуатационной документация для установки искрового плазменного спекания**

(Лот 5)

**1. Общие сведения**

**Наименование:** Программное обеспечение управления установкой искроплазменного спекания (ПО-ИПС).

**Назначение:** Автоматизация, контроль и управление технологическим процессом искроплазменного спекания порошковых материалов.

**2. Описание программного обеспечения установки ИПС**

Программное обеспечение установки искроплазменного спекания представляет собой интегрированную систему автоматизированного управления, предназначенную для координации работы всех технологических узлов установки, обеспечения точного соблюдения заданных параметров и регистрации ключевых характеристик процесса в реальном времени.

ПО функционирует в составе распределённой архитектуры, охватывающей низкоуровневые элементы (датчики, исполнительные механизмы, ПЛК - программируемый логический контроллер, уровень технологической логики и операторский интерфейс. Его основная задача – обеспечение стабильного, воспроизводимого и безопасного протекания процесса спекания порошковых материалов путём одновременного управления электрическим током, давлением, температурой и вакуумом.

Программа обеспечивает двустороннюю связь с контроллером установки, передаёт заданные параметры процесса в виде рецепта, полученного от пользователя, и синхронизирует работу всех узлов в соответствии с этим сценарием. При этом реализуется непрерывная визуализация и запись параметров тока, напряжения, температуры, давления и уровня вакуума. Интерфейс пользователя позволяет следить за состоянием установки, видеть отклонения от норм и при необходимости переходить в ручной режим управления.

Система обладает встроенной диагностикой и реализует механизмы аварийной защиты, включая автоматическое отключение оборудования при перегреве, перепадах давления или выходе за предельные значения электрических параметров. Все события, включая ошибки, аварии и действия пользователя, регистрируются и сохраняются в журнале.

Программное обеспечение поддерживает работу с технологическими рецептами, которые задаются в виде последовательности этапов с заданными значениями параметров. Эти рецепты могут сохраняться, редактироваться и вызываться повторно для воспроизведения ранее выполненных процессов. После завершения цикла ПО формирует отчёт о ходе спекания, включая графики и таблицы параметров, с возможностью их экспорта в стандартные форматы для анализа.

В техническом плане реализация строится на основе промышленного контроллера, связанного с интерфейсом верхнего уровня через протоколы OPC UA или Modbus. Визуализация может быть реализована на базе SCADA-системы или специализированного пользовательского интерфейса, разработанного с учётом требований эргономики и безопасности. Система может поддерживать многопользовательский доступ с разграничением прав на уровне оператора, инженера и администратора.

**3. Назначение и область применения**

ПО предназначено для обеспечения:

- автоматизированного управления всеми основными узлами установки ИПС;
- мониторинга и записи технологических параметров;
- реализации программных сценариев спекания;
- безопасного и стабильного функционирования установки;
- визуализации и хранения данных эксперимента.

**4. Функциональные возможности ПО****4.1 Управление**

- Управление источником тока: регулировка амплитуды, частоты и формы импульсов.
- Управление графиком давления: активация и настройка сервоприводов гидравлической системы.
- Температурное управление: задание температурного профиля, работа с пирометрами и термомпарами.
- Контроль вакуумной системы: запуск насосов, отображение давления, аварийное отключение.
- Синхронизация параметров: обеспечение согласованной работы тока, давления и температуры в соответствии с рецептом спекания.

**4.2 Визуализация и интерфейс**

- Панель оператора с отображением всех основных параметров в реальном времени.
- Графики температуры, тока, давления и вакуума.
- Активация и отключение компонентов через интерфейс.
- Режимы ручного и автоматического управления.

**4.3 Сценарии и рецепты**

- Редактор рецептов спекания с пошаговой настройкой всех параметров.
- Возможность сохранения, редактирования и загрузки рецептов.
- Автоматическая реализация рецепта с записью параметров.

#### 4.4 Мониторинг и диагностика

- Логгирование всех параметров с временными метками.
- Автоматическое определение отклонений от заданных режимов.
- Уведомления и сигналы об ошибках и неисправностях (например, превышение температуры, падение давления и др.).

#### 4.5 Безопасность

- Многоуровневая система блокировок (температурные и токовые лимиты, защита от перегрева и перегрузки).
- Аварийное отключение питания и давления.
- Журнал системных сбоев и действий пользователя.

#### 5. Архитектура системы

- **Основной контроллер:** ПЛК (например, Siemens, Schneider Electric) или промышленный ПК.
- **Связь с периферией:** Протоколы Modbus, OPC UA, Profibus и/или Ethernet/IP.
- **ПО верхнего уровня:** SCADA/HMI-система (например, WinCC, InTouch, Ignition) или собственное приложение на базе LabVIEW / Python / C++.
- **База данных:** Локальная или удаленная SQL-база данных для хранения параметров, рецептов, логов.
- **Интерфейс пользователя:** Сенсорный дисплей (HMI) или ПК с графическим интерфейсом.

#### 6. Поддерживаемое оборудование

- Источник импульсного тока (до 10–20 кА)
- Гидравлический пресс
- Вакуумная система (механические и форвакуумные насосы)
- Температурные датчики (пирометры, термодатчики)
- Система охлаждения
- Системы аварийного отключения и блокировки

#### 7. Технические требования

- **Операционная система:** Windows 10/11 или Linux (для ПК); RTOS — для ПЛК.
- **Минимальные системные требования (ПК):**
  - Процессор: Intel i5 или выше
  - ОЗУ: 8 ГБ
  - Память:  $\geq 100$  ГБ (с учетом хранения данных)
- **Связь с установкой:** USB / Ethernet / RS-485 / OPC
- **Защита данных:** Резервное копирование, экспорт логов, уровни доступа

#### 8. Обслуживание и поддержка

- Возможность удаленной диагностики и обновления ПО
- Интеграция с журналом технического обслуживания оборудования
- Возможность настройки алертов на e-mail или через SMS

#### 9. Документация и обучение

- Руководство пользователя
- Руководство администратора
- Инструкция по созданию и редактированию рецептов
- Схемы взаимодействия систем
- Техподдержка и обучение операторов

### Архитектура программного обеспечения установки ИПС

#### 1. Уровневая модель

##### 1.1. Низкий уровень (Level 0–1: Уровень оборудования и контроллеров)

###### Функции:

- Управление исполнительными механизмами (подача тока, регулировка давления, вакуумные насосы и т.д.).
- Сбор сигналов с датчиков (температура, давление, ток, напряжение, вакуум).
- Реализация базовой логики защиты и блокировок.

###### Оборудование:

- ПЛК – программируемый логический контроллер (Siemens S7, Schneider M221 и т.п.)
- Аналоговые/цифровые модули ввода-вывода
- Частотные преобразователи
- Реле, контакторы, термостаты
- Промышленные датчики (пирометры, датчики давления и тока)

## 1.2. Средний уровень (Level 2: Система управления процессом)

### Функции:

- Передача данных между оборудованием и верхним уровнем (HMI/SCADA).
- Управление по заданным рецептам (профиль тока, температуры, давления).
- Синхронизация параметров в режиме реального времени.
- Реализация сценариев и логики пошагового процесса спекания.
- Реализация аварийных сценариев (например, отключение при перегреве).

### Технологии:

- SCADA-система (WinCC, Ignition, InTouch и т.п.)
- OPC-сервер для связи с ПЛК
- Сценарии на Python/Ladder/ST

## 1.3. Верхний уровень (Level 3: Операторский и аналитический уровень)

### Функции:

- Интерфейс пользователя (мониторинг, управление, настройка).
- Графическое отображение параметров и рецептов.
- Хранение данных в БД: логгирование, экспорт, архивация.
- Анализ и визуализация результатов.
- Поддержка многопользовательского доступа (оператор, инженер, админ).
- Интеграция с внешними системами (MES, LIMS, облако и т.д.).

### Технологии:

- Веб-интерфейс или ПК-клиент
- База данных (SQL, PostgreSQL, SQLite)
- Хранилище рецептов (JSON/XML)
- Поддержка входа по логину/паролю с уровнями доступа

Председатель правления - ректор



Рахметуллина С.Ж.

Проректор по науке и инновациям

Конурбаева Ж.Т.

Руководитель темы

Курбанбеков Ш.Р.

### УСЛОВИЯ ОПЛАТЫ И ПОСТАВКИ

Стоимость указана с НДС на условиях DDP (с доставкой до покупателя и включает в себя все возможные платежи, налоги и пошлины) г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19.

Условия оплаты: по факту поставки.

Срок поставки: До 01.10.2025 года с момента подписания договора