|  |
| --- |
| АО «Первоуральский новотрубный завод».  Цех по производству труб нефтяного сортамента №4.  Модернизация АСУТП муфтонавёртки |
| Основные технические решения |
| Измерительно вычислительная система  контроля качества свинчивания |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | | Руководитель проекта от АО  «ПНТЗ» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  | | Руководитель проекта от ООО «ПРОМАТИС» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Чудинов И.И. | |
| Челябинск  2024 г. |

[1. Общие положения 2](#_Toc163827946)

[1.1. Назначение системы 2](#_Toc163827947)

[1.2. Структурная схема 2](#_Toc163827948)

[1.3. Функциональные возможности с системой 3](#_Toc163827949)

[2. Описание системы 4](#_Toc163827950)

[2.1. Алгоритм работы с программой 4](#_Toc163827951)

[3. Оценка качества соединения 12](#_Toc163827952)

# Общие положения

Настоящие технические решения разработаны на основе следующих документов:

1. Техническое задание
2. Руководство по программному обеспечению TCPProAT V2.3

## Назначение системы

Система предназначена для запуска системы силовой навертки с заданными параметрами, контроля качества свинчивания и просмотра данным по произведенным свинчиваниям.

## Структурная схема

Система состоит из двух АРМов, которые расположены на пультах управления, рядом с оборудованием навертки, сервера хранения, на который АРМы отсылают данные по свинчиванию деталей, и клиента, для просмотра этих данных.

|  |
| --- |
|  |
| Структурная схема |

АРМ оператора располагается по месту установки силовой навертки. Монитор врезан в пульт управления установкой. Информация в АРМ вводится при помощи клавиатуры с трекболлом.

## Функциональные возможности с системой

Система представляет собой приложение с графическим интерфейсом. Через этот интерфейс пользователь вводит данные, видит в режиме реального времени технологические параметры системы, просматривает архивы.

Система предоставляет следующие возможности:

1. Авторизация пользователя при помощи ввода пароля.
2. Создание шаблонов параметров
3. Ввод параметров силовой навертки в виде задания на производство
4. Выбор программы навертки для разного сортамента и типа соединения
5. Отображение в настоящем времени результатов измерения в виде графиков
6. Остановка навертки для достижения положительного результата навертки
7. Автоматическая и ручная оценка качества соединения
8. Хранение данных произведенных соединений и доступ к ним
9. Экспорт в формат pdf результатов соединений

# Описание системы

Система измерения крутящего момента представляет собой программное обеспечение, установленное на АРМ оператора, а также на сервере хранения данных и клиентском ПК. Физические машины объединены в логическую локальную сеть передачи данных.

## Алгоритм работы с программой

|  |
| --- |
|  |
| Блок схема работы с программой |

1. Запуск программы

Запуск программы выполняется запуском приложения с помощью ярлы на рабочем столе. Запускается графический интерфейс пользователя.

2. Авторизация пользователя

Каждому пользователю, которому разрешено использовать программу, выдается логин и пароль. Пользователь вводит логин и пароль и получает доступ к функционалу программы.

Доступно создание новых пользователей при помощи учетной записи администратора.

3. Создание нового шаблона задания

Задания создаются с использованием заранее созданного шаблона. Шаблон представляет из себя задание с заполненными полями параметров.

4. Выбор шаблона задания из списка

Шаблоны хранятся на сервере и могут быть созданы технологическим отделом. После выбора шаблона, пользователю необходимо изменить или заполнить недостающие параметры задания.

5. Ввод данных задания

Оператор вводит данные задания.

Данные задания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Статус задания | Новый, Запланировано, Разблокировано, В работе, Остановлено, Отмена, Закончено | Новый – при создании нового задания,  В работе – если модифицирован,  После завершения могут быть присвоены остальные |
| Задание | SBR 080317 1154 JOB | Имя задания |
| Установка |  | Название машины |
| Заказчик |  | Имя заказчика |
| Номер заказа |  |  |
| Заказчик/ Партнер |  | Имя представителя заказчика |
| Техник 1 |  | Первый техник/оператор |
| Техник 2 |  | Второй техник/оператор |
| Составлено |  | Дата составления |
| Изменено |  | Дата изменения |
| Местоположение |  |  |
| Место применения |  |  |

Данные трубы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Данные трубы | 1 | Имя набора данных трубы |
| Данные трубы (включая версию) |  | Имя набора данных трубы с версией |
| Статус данных трубы |  | Статус выбора данных трубы |
| Тип данных трубы |  | Сброс при крутящем моменте,  Сброс при длине,  Сброс при значении J,  Сброс при крутящем моменте (без плеча),  Сброс при длине с контролем крутящего момента,  Сброс при значении J с контролем крутящего момента |
| Составлено |  | Дата создания |
| Изменено |  | Дата последнего изменения |
| Версия |  | Номер даты версии |
| Диаметр трубы |  | Диаметр трубы |
| Вес трубы |  | Удельный вес трубы |
| Сорт трубы |  | Класс прочности стали |
| Внутреннее покрытие |  | Внутреннее защитное покрытие трубы |
| Внешнее покрытие |  |  |

Рабочие шаги/Параметры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Общие параметры | | |
| Обороты на открытие наверточной головки | 0,18 n | Поворачивается, пока наверточная головка открыта (определено начальной уставкой машины = количество оборотов) |
| Обороты на развинчивание | 4.00 n | Поворачивается, пока не завершено развинчивание |
| Тип резьбы | Правая резьба | Левая или правая |
| Тип трубы | 0 |  |
| Шаг резьбы | 0, m/n |  |
| Измерение длины муфты | | |
| Длина муфты, мин. | 0, mm |  |
| Длина муфты, макс | 0, mm |  |
| Время наблюдения | 10 s |  |
| Предварительное свинчивание | | |
| Мин. Длина предварительного свинчивания |  |  |
| Макс длина предварительного свинчивания |  |  |

6. Выбор программы муфтонавертки

Программа муфтонавертки это две составляющие – режим остановки свинчивания и способ оценки качества свинчивания.

Режим свинчивания – это условие, при котором контроллер посылает сигнал об остановки свинчивания.

Есть три режима остановки свинчивания:

1. Остановка при достижении крутящего момента
2. Остановка при достижении длины свинчивания
3. Остановка при достижении значения J

В зависимости от выбранного режима свинчивания, доступны варианты оценки качества соединения:

|  |
| --- |
|  |
| Программы муфтонавертки |

Для выбранной программы и методу оценки качества соединения, оператор вводит набор необходимых данных.

7. Ввод данных программы

Независимо от выбранной программы, оператор вводит следующие данные:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Режим свинчивания |  | Режим свинчивания системы ПЛК |
| Базовый крутящий момент |  | Значение крутящего момента, где измерительный контроллер начинает записывать крутящий момент |
| Крутящий момент сброса |  | Крутящий момент, при котором происходит останов свинчивания. |
| Крутящий момент автосохранения |  | Крутящий момент, при котором система ПЛК останавливает запись соединения |
| Макс. Число оборотов |  | Оборотов в минуту (общее число оборотов наверточной головки). Предварительно определенное конечное значение оси Y |
| Макс. ROC |  | Степень изменения значения на шкале оси Y графика DM/dn. Возрастание графика крутящего момента с оборотами |
| Макс. Время |  | Предварительно определенное конечное значение оси X временным графиком в крутящем моменте |
| Макс. Обороты |  | Предварительное определенное конечное значение оси X во всех графиках при оборотах |
| Вставка номера трубы и муфты |  | Опция: требование ввести номер трубы и муфты после соединения, перед соединением или без ввода |
| Средний параметр ROC |  | Средний параметр: внутренний, количество средних значений |
| Средний параметр DROC |  | Средний параметр: внутренний, количество средних значений |
| Средний параметр крутящего момента |  | Средний параметр: внутренний, количество средних значений |
| Время наблюдения |  | Максимальное время рабочего шага |

Остановка при достижении крутящего момента

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Мин. Крутящий момент |  | Минимальный крутящий момент для оценки |
| Оптимальный крутящий момент |  | Крутящий момент согласно спецификации производителя |
| Крутящий момент автосохранения |  | Крутящий момент, при котором система ПЛК останавливает запись соединения |
| Уменьшение скорости 1 крутящего момента |  | Порог крутящего момента для уменьшения первой скорости наверточной головки |
| Уменьшение скорости 2 крутящего момента |  | Порог крутящего момента для уменьшения второй скорости наверточной головки |

Если выбран метод оценки с нахождением точки заплечника, то дополнительно вводятся следующие параметры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Мин. Крутящий момент плеча |  | Заданное значение для минимального крутящего момента плеча |
| Порог крутящего момента плеча |  | Порог для значения крутящего момента плеча |
| Макс. Крутящий момент плеча |  | Заданное значение для максимального крутящего момента плеча |
| Макс. Уклон плеча |  | Порог при котором график крутящего момента круто возрастает. Т.е. когда резьба достигает плеча и свинчивание останавливается |
| Тип оценки плеча |  | Алгоритм: Онлайн или Офлайн |
| Коэффициент уклона |  | Определяет уклон линии наклона |
| Крутящий момент дельты уклона плеча |  | Размер шага крутящего момента (% от оптимального крутящего момента) Данные проанализированы с использованием этого размера шага для нахождения плеча |

Остановка при достижении длины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Уменьшение скорости 1 при длине |  | Порог длины для уменьшения первой скорости наверточной головки |
| Уменьшение скорости 2 при длине |  | Порог длины для уменьшения второй скорости наверточной головки |
| Сброс длина |  | Окончание свинчивания при длине: наверточная головка останавливается в зависимости от глубины свинчивания |
| Минимальная длина |  | Минимальная длина, глубина свинчивания, относящаяся к длине муфты |
| Максимальная длина |  | Максимальная длина, глубина свинчивания, относящаяся к длине муфты |

Если выбран метод оценки с контролем момента, то дополнительно нужно ввести

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Максимальный крутящий момент |  | Используется при контроле момента |
| Минимальный крутящий момент |  | Используется при контроле момента |

Остановка при достижении значения J

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Значение J Уменьшение скорости 1 |  | Порог крутящего момента для уменьшения первой скорости наверточной головки |
| Значение J Уменьшение скорости 2 |  | Порог крутящего момента для уменьшения второй скорости наверточной головки |
| Минимальное значение J |  | Минимальное значение J, глубина свинчивания относительно центра муфты |
| Сброс значения J |  | Сброс, при значении относительно центра муфты |
| Максимальное значение J |  | Максимальное значение J |

Если выбран метод оценки с контролем момента, то дополнительно нужно ввести

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Максимальный крутящий момент |  | Используется при контроле момента |
| Минимальный крутящий момент |  | Используется при контроле момента |

8. Запуск муфтонавертки

После того, как оператор ввел все необходимые данные, можно запускать систему навертки.

9. Наблюдение за результатом навертки

В режиме реального времени оператору будут показаны графики с основными параметрами навертки.

10. Оценка качества соединения

Система оценивает качество в ручном или автоматическом режиме. В автоматическом режиме система оценивает качество соединения на основе выбранной программы муфтонавертки по заданным параметрам. Подробнее про алгоритм автоматической оценки качества будет сказано далее. В ручном режиме оператор сам ставит оценку качества, основываясь на полученных параметрах соединения (усилие затяжки, число оборотов и т.д.).

11. Изменение значений параметров

Изменение значений параметров возможен после остановки автоматического цикла навертки.

12. Поиск данных по заданным критериям

Пользователь может просмотреть ранее созданные задания и выполненные соединения. Для поиска, пользователь вводит ключевые слова задания или задает другие критерии поиска (дата, программа соединения и др.)

13. Просмотр архивных данных

Пользователю доступен просмотр архивных данных в таком виде, в каком он получает эти данные в режиме реального времени во время навертки. (В форме графиков, таблиц).

В дополнение к тем данным, которые пользователь вводит при создании задания, в архиве сохраняются данные, которые система собирает с датчиков и другого полевого оборудования.

Данные, собираемые системой во время свинчивания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Окончательный крутящий момент |  |  |
| Окончательный обороты |  |  |
| Длина свинчивания |  |  |
| Общая длина |  |  |
| Пиковое значение числа оборотов в минуту |  |  |
| Пиковое значение ROC |  |  |
| Результат свинчивания в системе ПЛК |  |  |
| Общий результат в системе |  | Окончательный результат с участием оператора? |
| Соединение № |  |  |
| Порядковый № |  |  |
| Муфта № |  |  |
| Труба № |  |  |
| Коэффициент калибровки |  |  |
| Данные калибровки |  |  |
| Среднее значение об/мин |  |  |
| Начало операции |  |  |
| Окончание операции |  |  |
|  |  |  |

Если выбран контроль заплечника, добавляются следующие данные.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название параметра | Значение | Комментарий |
| Крутящий момент плеча |  |  |
| Обороты плеча |  |  |
|  |  |  |

14. Экспорт архивных данных

Пользователь может экспортировать данные соединения в форме отчета в формат PDF.

# Оценка качества соединения

Свинчивание могло не произойти по таким причинам как:

1. Отсутствие муфты
2. Неправильное позиционирование трубы на позиции предварительной навертке
3. Другие причины?

Если свинчивание не произошло, то такое соединение считается плохим. Если свинчивание произошло, то производится оценка соединения по алгоритму.

Для каждой программы муфтонавертки есть свой алгоритм оценки соединения.

Оценка соединения при достижении крутящего момента

Соединение признается хорошим, если достигнутый крутящий момент находится между заданными минимальным и максимальным крутящим моментом.

Если включен контроль заплечника, то крутящий момент на заплечнике должен находится между максимальным и минимальным заданными моментами. А также, система должна определить, был ли достигнут заплечник при свинчивании. Алгоритм нахождения заплечника описан далее.

Заплечник, это выступ на внутренней поверхности муфты, в который упирается труба при свинчивании. Когда торец трубы доходит до заплечника, момент быстро возрастает.

Задача системы управления отключить свинчивание при достижении заданного момента сброса. Задача системы оценка качества определить, как был достигнут заданный крутящий момент – дошло соединение до заплечника или нет.

Для того, чтобы определить, был ли достигнут заплечник, система анализирует скорость роста крутящего момента. Скорость роста должна быть больше заданной скорости, а так же, порог увеличения скорости роста должен находится в определенном диапазоне крутящего момента.

Оценка соединения при достижении длины

Соединение признается хорошим, если достигнутая глубина свинчивания находится между заданными минимальным и максимальным значениями глубины.

Если при этом, включен контроль крутящего момента, то достигнутый крутящий момент должен находится в заданных пределах.

Оценка соединения при достижении значения J

Соединение признается хорошим, если значение J находится между заданными минимальным и максимальным значениями.

Если при этом включен контроль крутящего момента, то достигнутый крутящий момент должен находится в заданных пределах.

|  |
| --- |
|  |
| Значение J |

Значение J вычисляется согласно выражению:

J = (Длина муфты / 2) – (глубина быстрого свинчивания + глубина окончательного свинчивания)

# Связь с верхним уровнем???