

ООО "ТОЧПРИБОР-КБ"



**МАШИНА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА КРУЧЕНИЕ**

ИМК-30

**Руководство по эксплуатации
Кб 1.000.016 РЭ**

2018 г.

Содержание

Список используемых сокращений	3
Введение.....	4
Установка программного обеспечения	4
Установка драйвера USB.....	6
Возможности программы	7
Основные программно-аппаратные характеристики комплекса.....	8
Режимы работы программы	8
Система координат.....	9
Главное окно программы.....	10
Идентификационные данные программного обеспечения	17
Конфигурация испытательной машины.....	18
Параметры испытания	18
Параметры образца	20
Описание испытания.....	21
Условия завершения испытания и параметры возврата.....	22
Параметры расчета.....	25
Выбор единицы измерения крутящего момента	26
Позиционирование ведущего захвата	27
Проведение испытания	28
Возврат ведущего захвата после испытания	30
Продолжение прерванного или законченного испытания	31
Испытание «Пружины»	32
Просмотр результатов и диаграммы испытания	34
Серия испытаний.....	43
Сводная диаграмма серии испытаний.....	49
Настройка параметров СОМ-порта	51
Диапазоны и ряд скоростей вращения ведущего захвата	52
Настройка электропривода.....	55
Настройка датчика крутящего момента	58
Настройка параметров измерителя угла поворота ведущего захвата.....	62
Настройка параметров замедления вращения	63
Настройка управления от дискретных входов	64
Редактирование шаблона протокола испытания.....	67
Редактирование шаблона протокола серии испытаний.....	71
Список диагностических сообщений	76
Список аварийных сообщений.....	77

Список используемых сокращений

ПТК – программно-технический комплекс. Состоит из персонального компьютера с установленной на нем специализированной программой управления испытательной машиной.

ЭП – электропривод. Обеспечивает вращение ведущего захвата с заданной скоростью. Для шагового электропривода применяется импульсное задание скорости и дискретное задание направления вращения.

ДМ – датчик крутящего момента тензорезистивного типа.

ИУП – растровый измеритель угла поворота ведущего захвата.

ИМ – испытательная машина ИМК.

ПК – персональный компьютер.

ОС – операционная система, установленная на ПК.

МБУ – микропроцессорный блок управления. Обеспечивает сбор информации от ДМ и ИУП. Обработанная информация в цифровой форме передается в ПК. МБУ вырабатывает сигналы управления ЭП при получении соответствующих команд от программы управления. При потере связи с ПК МБУ обеспечивает выключение ЭП. Двусторонняя связь с ПК осуществляется через последовательный интерфейс USB (виртуальный СОМ-порт). Подключение к интерфейсу USB выполнено гальванически изолированным.

АЦП – аналого-цифровой преобразователь. Входит в состав МБУ и используется для преобразования аналоговых сигналов датчика крутящего момента в цифровую форму (код АЦП).

Введение

Программа «Машины для испытания конструкционных материалов на кручение ИМК» (далее программа) предназначена для проведения испытаний конструкционных материалов на кручение на машинах серии ИМК.

Программа представляет собой двухпоточное приложение Windows. Главный поток обслуживает графический интерфейс пользователя. Дополнительный поток принимает и обрабатывает информацию, поступающую от МБУ, а также передает команды управления в МБУ. Такая организация программы обеспечивает минимальное время реакции на события хода испытания, практически не зависящее от перерисовки изображения.

Для каждого проводимого испытания создается файл диаграммы испытания, содержащий значения измеряемых величин на протяжении всего испытания, параметры образца, параметры и результаты испытания. Программа позволяет открывать созданные ранее файлы диаграммы испытания для просмотра и создания протокола испытания.

Установка программного обеспечения

Программа предназначена для использования на ПК с операционной системой семейства Microsoft Windows: Windows XP / 7 / 8 / 10. Минимальные системные требования ПК при использовании ОС Windows 7: процессор с тактовой частотой 1 ГГц, оперативная память 1 ГБ, монитор с разрешением 1024x768 или 1366x768, свободное место на жестком диске 100 МБ, клавиатура, мышь.

Установка программы на ПК должна производиться пользователем с правами администратора. Изготовитель испытательной машины предоставляет на компакт-диске программу установки **imk_setup_v2.5.XX.exe** (где XX – версия программы в дистрибутиве). Чтобы установить программу на ПК, необходимо запустить указанную программу установки.

При запуске программы установки на ПК с ОС Windows 7 / 8 / 10 выводится уведомление о внесении изменений на ПК (рис. 1). Это стандартное поведение компонента безопасности ОС «Контроль учетных записей пользователей» (UAC) при попытке любой сторонней программы изменить параметры или файлы ОС. Для продолжения установки нажмите кнопку «Да». На экране отобразится окно программы установки (рис. 2). Оставьте папку установки, предложенную по умолчанию, и нажмите кнопку «Установить». Программа установки произведет копирование всех необходимых файлов в папку установки, внесет изменения в реестр Windows и создаст ярлыки на рабочем столе и в меню «Пуск» – «Все программы» – «Точприбор-КБ. ИМК». Ярлык «ИМК» предназначен для запуска программы. После завершения установки программы нажмите кнопку «Закреть» (рис. 3).

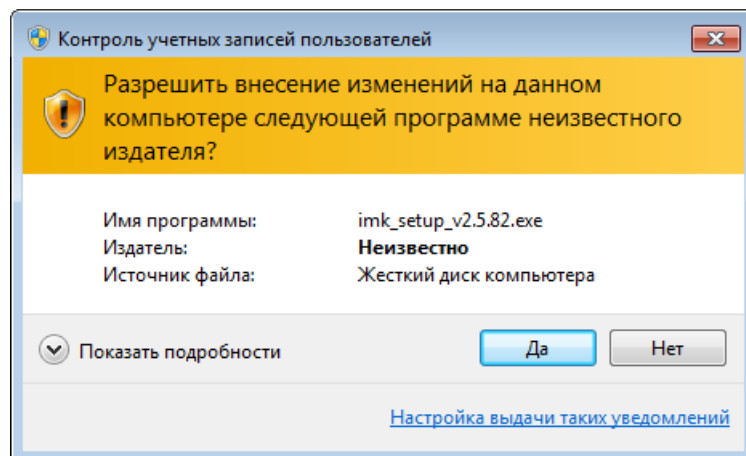


Рис. 1. Уведомление о внесении изменений на ПК

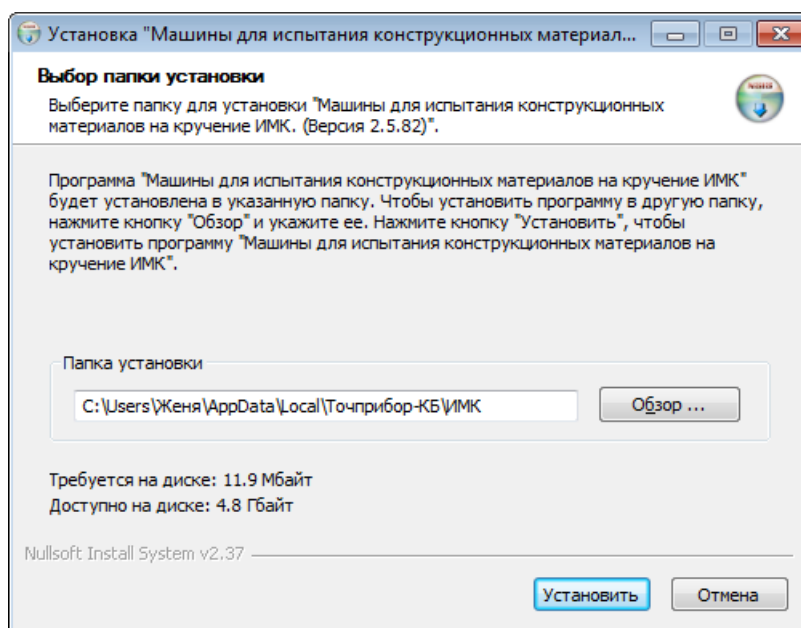


Рис. 2. Установка программы

При повторной установке программы после нажатия кнопки «**Установить**» (рис. 2) производится запрос действия, которое необходимо выполнить с существующим файлом конфигурации программы (рис. 4). Нажмите кнопку «**Да**», если Вы хотите оставить существующий файл конфигурации. Нажмите кнопку «**Нет**», если Вы хотите заменить существующий файл конфигурации на новый. Если Вы замените существующий файл конфигурации программы, то все сделанные ранее настройки будут потеряны.

Со временем могут выходить новые версии программы. Для обновления установленной программы изготовитель испытательной машины поставляет программу установки обновления **imk_update_v2.5.XX.exe** (где XX – версия программы в дистрибутиве). Установка обновления выполняется так же, как и обычная установка программы.

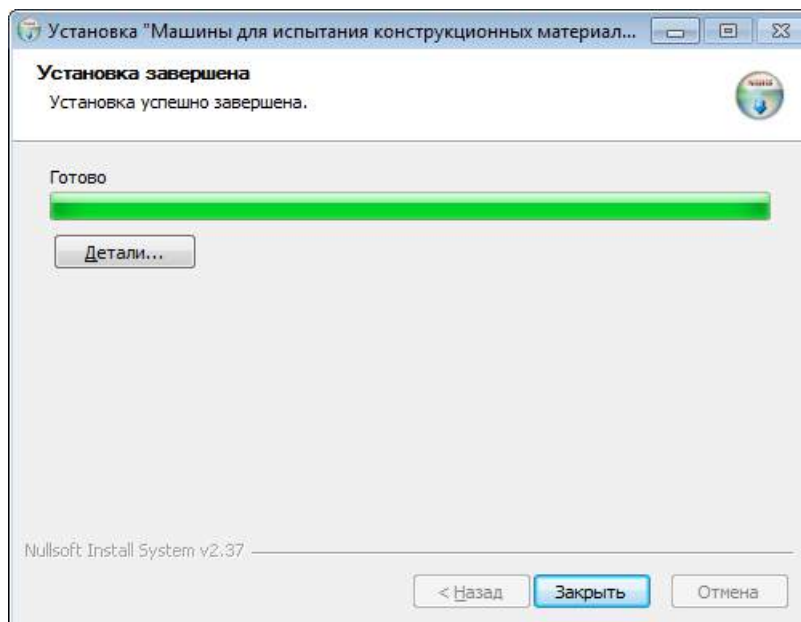


Рис. 3. Завершение установки программы

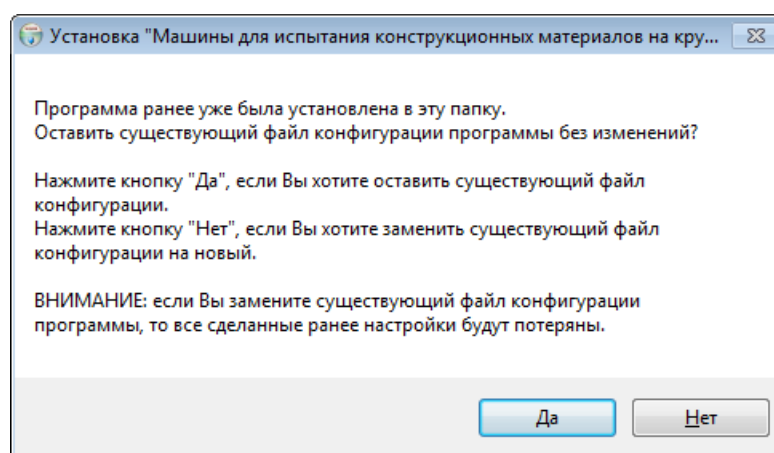


Рис. 4. Запрос действия, которое необходимо выполнить с существующим файлом конфигурации программы

Установка драйвера USB

Перед первым подключением МБУ к компьютеру необходимо установить драйвер для USB-моста (USB-COM), который используется в МБУ. Перед установкой драйвера убедитесь, что МБУ **не подключен** к компьютеру. Затем запустите программу «CDM v2.12.04 WHQL Certified.exe» и дождитесь ее завершения. Установка драйвера может занять несколько секунд.

Возможности программы

Программа обеспечивает:

- автоматическую настройку регулировочной характеристики электропривода;
- настройку параметров датчика момента и измерителя угла поворота ведущего захвата;
- коррекцию нелинейности тензорезистивного датчика момента;
- настройку параметров защиты от перегрузки датчика момента;
- настройку параметров проведения и условий завершения испытания;
- проведение испытания, регистрацию и отображение его диаграммы;
- просмотр результатов испытания и создание протокола в текстовом формате RTF;
- статистическую обработку результатов серии испытаний.

Программа обеспечивает проведение следующих видов испытаний:

- Пружины.

Испытание проводится с постоянной скоростью вращения ведущего захвата. Во время проведения испытания скорость вращения также может изменяться по командам оператора.

Процесс испытания отображается на диаграмме в следующих координатах:

- $M(t)$ – «Момент – Время»;
- $M(N)$ – «Момент – Количество оборотов»;
- $M(\varphi)$ – «Момент – Угол»;
- $N(t)$ – «Количество оборотов – Время»;
- $\varphi(t)$ – «Угол – Время».

Программа обеспечивает завершение проведения испытания при наступлении следующих условий:

- по команде оператора;
- достижение заданного значения момента;
- достижение заданного значения угла поворота ведущего захвата;
- достижение заданного значения количества оборотов ведущего захвата;
- достижение заданного значения времени испытания;
- динамический спад момента;
- спад от максимума момента;
- перегрузка датчика момента;
- потеря связи с МБУ.

Основные программно-аппаратные характеристики комплекса

Характеристики измеряемых величин:

- Крутящий момент:
 - Разрядность – 17 бит;
 - Дискретность – 0,001 Н·м (для датчика с номинальным моментом 30 Н·м);
- Угол поворота ведущего захвата:
 - Разрядность – 32 бита;
 - Дискретность – 0,01°;

Управление электроприводом:

- Импульсное задание скорости и дискретное задание направления вращения;
- Дискретность задания скорости вращения ЭП – 0,15 об/мин;
- Диапазон задания скорости вращения ЭП – от –600,00 до +600,00 об/мин.

Характеристики диаграммы испытания:

- Интервал регистрации точек диаграммы (период обновления данных в МБУ) – 10, 20, 40, 100, 200, 500, 1000 мс;
- Период записи точек диаграммы в файл диаграммы испытания – от 10 до 10000 мс (задается с шагом кратным интервалу регистрации точек диаграммы);
- Размер одной точки диаграммы испытания (время, момент, угол, цикл) при сохранении в файле – 19 байт.

Режимы работы программы

Программа имеет несколько основных режимов:

- Свободное перемещение по командам оператора;
- Испытание с постоянной скоростью вращения ведущего захвата;
- Позиционирование ведущего захвата;
- Настройка регулировочной характеристики ЭП;
- Аварийная блокировка.

После запуска программа находится в режиме свободного перемещения. Из этого режима осуществляется переход ко всем остальным режимам программы. После завершения любого режима программа возвращается в режим свободного перемещения.

В режиме свободного перемещения выполняется:

- настройка испытательной машины (COM-порт, ряд скоростей вращения, датчик момента, измеритель угла поворота, управление от дискретных входов, замедление при возврате и позиционировании);

- вращение ведущего захвата по командам оператора;
- настройка параметров проведения и условий завершения испытания;
- просмотр результатов и диаграммы проведенного испытания;
- создание протокола испытания в текстовом формате RTF.

Система координат

Система координат испытательной машины включает в себя следующие величины: крутящий момент, угол поворота, количество оборотов и время. В режиме свободного перемещения программа имеет **независимую** систему координат, в которой вращение ведущего захвата прямо вызывает увеличение показаний всех измеряемых величин (момент, угол поворота и количество оборотов), а вращение обратно – их уменьшение.

Вращение ведущего захвата прямо соответствует скручиванию пружины с левой навивкой, вращение обратно – скручиванию пружины с правой навивкой. При вращении прямо, если смотреть с левой стороны машины на ведущий захват, то он будет вращаться против часовой стрелки. А если смотреть спереди машины, то ближайшая боковая поверхность ведущего захвата будет двигаться вверх.

Обнуление (установка нулевого значения) крутящего момента, угла поворота и количества оборотов производится в режиме свободного перемещения.

Обнуление крутящего момента производится на разгруженной машине с установленными захватами или другими приспособлениями. Образец (пружину) можно оставить закрепленным только в ведомом захвате, из ведущего захвата его следует освободить. Фиксатор датчика момента должен быть выдвинут. Установленное нулевое значение момента используется при регистрации испытания.

Обнуление значений угла поворота и количества оборотов осуществляется произвольно, исходя из удобства оператора. **Установленные нулевые значения угла поворота и количества оборотов в процессе регистрации испытания не учитываются.**

Во время проведения испытания после достижения предварительного момента программа переключается в **зависимую** систему координат, **а показания угла поворота и количества оборотов автоматически обнуляются.** В зависимой системе координат выполняется преобразование измеряемых величин так, чтобы диаграмма испытания находилась в первом квадранте координатной плоскости независимо от направления вращения ведущего захвата. В начале испытания угол поворота и количество оборотов изменяются от 0 в сторону увеличения. Затем при смене направления вращения их значения уменьшаются.

Главное окно программы

Для запуска программы используйте ярлык «ИМК» на рабочем столе. После запуска программы на экране отображается ее главное окно (рис. 5).

В верхней части главного окна программы отображаются текущие значения измеряемых величин.


Элемент «**Момент**» отображает значение крутящего момента.


Элемент «**Угол**» отображает значение угла поворота ведущего захвата.


Элемент «**Кол-во оборотов**» отображает значение количества оборотов ведущего захвата.

Элемент «**Время испытания**» отображает продолжительность проводимого испытания.

Элемент «**Скорость (измеренная)**» отображает измеренное значение скорости вращения ведущего захвата.

Кнопка  предназначена для установки нулевого значения крутящего момента.

Кнопка  предназначена для установки нулевого значения угла поворота и количества оборотов ведущего захвата.

Кнопка  предназначена для включения/выключения питания ЭП. Для управления вращением ведущего захвата питание ЭП должно быть включено.

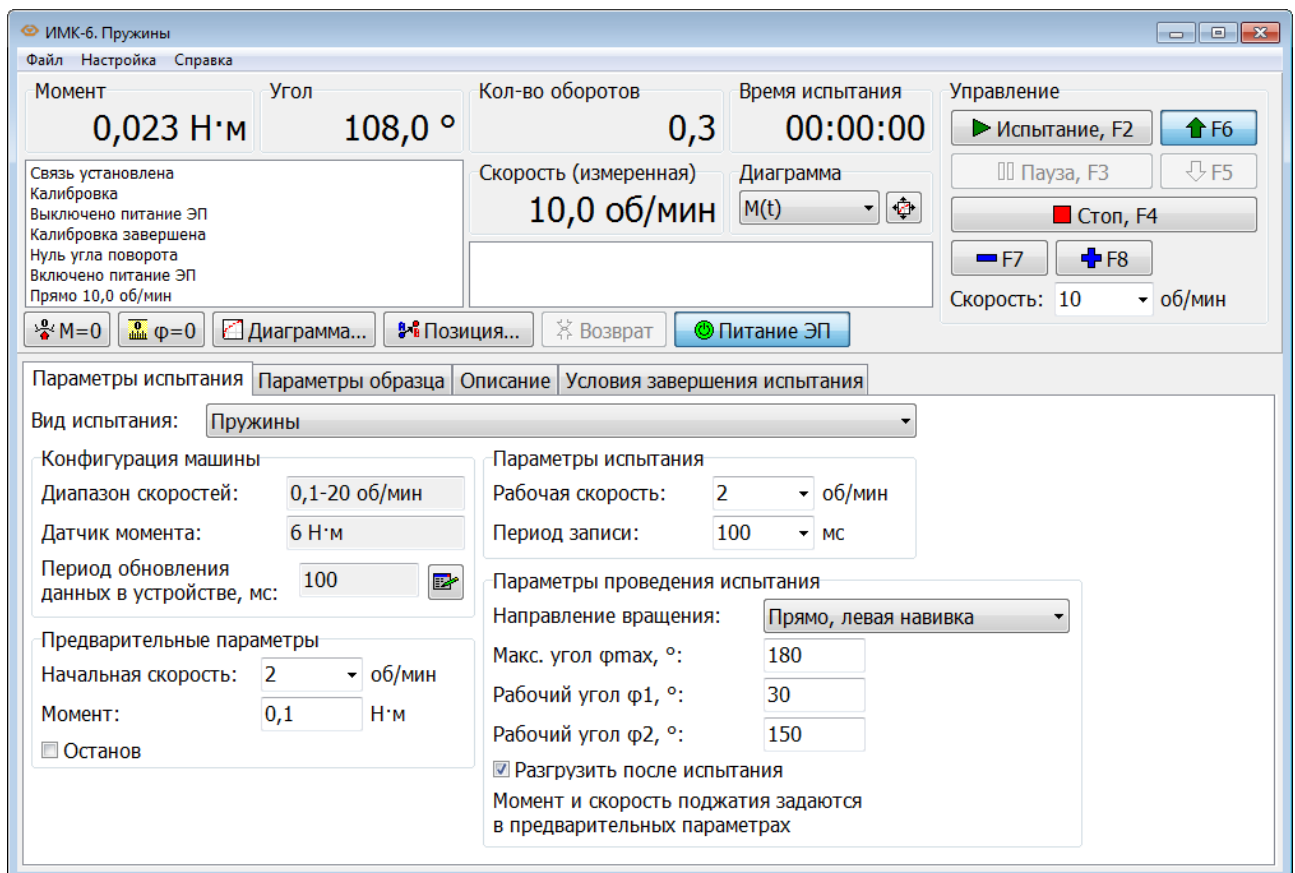



Рис. 5. Главное окно программы. Режим свободного перемещения.

Над кнопкой  расположен **список событий**, в который автоматически добавляется информация обо всех действиях оператора и происходящих событиях. В момент начала испытания выполняется очистка этого списка.

Справа от списка событий расположен **список аварий**. В этом списке отображаются сведения об аварийных ситуациях:

- нажатие кнопки «**Стоп**» на передней панели испытательной машины;
- перегрузка датчика крутящего момента;
- отсутствие связи с МБУ;
- неисправность МБУ.




При возникновении аварийной ситуации происходит автоматическое выключение ЭП (остановка вращения). Управление ЭП остается заблокированным, пока аварийная ситуация не будет устранена.



Перегрузка датчика момента вызывает выключение ЭП и блокировку направления, в котором происходило вращение. Если перегрузка возникла на остановленной машине, например, при установке образца, то ни одно направление вращения не блокируется.

В верхней правой части главного окна программы расположена группа элементов «**Управление**» для управления вращением ведущего захвата и проведения испытания.

Выпадающий список «**Скорость**» совместно с кнопками начала вращения и изменения скорости позволяют управлять скоростью вращения ведущего захвата, как в режиме свободного перемещения, так и во время испытания.


В списке «**Скорость**» можно ввести с клавиатуры произвольное значение скорости или выбрать одно из фиксированных значений в выпадающем списке.

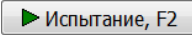
Кнопки  и  предназначены для включения ЭП и начала вращения ведущего захвата прямо или обратно соответственно. Скорость вращения устанавливается в соответствии со значением заданным в списке «**Скорость**». Вращение прямо соответствует скручиванию пружины с левой навивкой, вращение обратно – скручиванию пружины с правой навивкой. При вращении прямо, если смотреть с левой стороны машины на ведущий захват, то он будет вращаться против часовой стрелки. А если смотреть спереди машины, то ближайшая боковая поверхность ведущего захвата будет двигаться вверх, как показывает стрелка на кнопке .


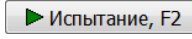
Во время вращения ведущего захвата кнопки  и  изменяют скорость в меньшую или большую сторону соответственно, значения берутся из выпадающего списка «**Скорость**».

Во время вращения ведущего захвата задание новой скорости в списке «**Скорость**» должно подтверждаться нажатием на клавиатуре клавиши «**Enter**».

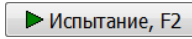
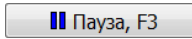
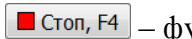




Фактическое значение скорости вращения ведущего захвата отображается в элементе «**Скорость (измеренная)**».

Кнопка  предназначена для выключения ЭП (остановки вращения) и завершения испытания. Аналогичное действие происходит при нажатии на клавиатуре клавиши «**Пробел**» или «**F4**».

Кнопка  предназначена для начала нового испытания. При ее нажатии сначала открывается окно «**Подтверждение начала испытания**». И только при нажатии в этом окне кнопки «**ПУСК, F2**» испытание начинается.

Кнопка  предназначена для организации перерыва при проведении испытания. При ее нажатии происходит выключение ЭП и приостановка регистрации диаграммы. Для продолжения испытания следует нажать кнопку , затем в открывшемся окне «**Подтверждение начала испытания**» нажать кнопку «**ПУСК, F2**». Чтобы завершить приостановленное испытание, следует в окне «**Подтверждение начала испытания**» нажать кнопку «**Завершить испытание**».

Все кнопки в группе элементов «**Управление**» имеют эквивалентные функциональные клавиши на клавиатуре. Названия кнопок включают названия соответствующих им функциональных клавиш на клавиатуре:

- кнопка  – функциональная клавиша «**F2**»;
- кнопка  – функциональная клавиша «**F3**»;
- кнопка  – функциональная клавиша «**F4**» или «**Пробел**»;
- кнопка  – функциональная клавиша «**F5**»;
- кнопка  – функциональная клавиша «**F6**»;
- кнопка  – функциональная клавиша «**F7**»;
- кнопка  – функциональная клавиша «**F8**».

Указанные функциональные клавиши работают даже при наличии какого-либо вспомогательного диалогового окна программы поверх главного окна при условии, что программа активна, т. е. выделена на панели задач Windows.

Кнопка «**Диаграмма...**» открывает окно «**Диаграмма испытания**», в котором можно просмотреть диаграмму и результаты проведенных испытаний.


Кнопка «**Позиция...**» предназначена для перехода к режиму позиционирования ведущего захвата.

Кнопка «**Возврат**» обеспечивает возврат ведущего захвата в исходное положение после завершения испытания. Сначала выполняется разгрузка образца до минимального значения крутящего момента (предел разгрузки). Скорость и предел разгрузки задаются в группе элементов «**Параметры возврата**» (рис. 14). Затем выдается запрос на продолжение возврата на повышенной скорости. При подходе к исходному положению выполняется замедление вращения для точного позиционирования.

Группа элементов «**Диаграмма**» определяет вид отображаемой диаграммы во время испытания. Выпадающий список позволяет задать один из следующих видов отображаемой диаграммы:

- $M(t)$ – «Момент – Время»;
- $M(N)$ – «Момент – Количество оборотов»;
- $M(\varphi)$ – «Момент – Угол»;
- $N(t)$ – «Количество оборотов – Время»;
- $\varphi(t)$ – «Угол – Время».

Изменение вида диаграммы может быть произведено до или во время проведения испытания и влияет только на отображение графика.

Кнопка  предназначена для открытия окна «**Установка масштабов диаграммы**» (рис. 6), в котором задаются интервалы отображения для каждой из имеющихся координатных осей. Установка галочки в элементе «**Авто**» вызывает автоматическое перемасштабирование в ходе испытания так, чтобы диаграмма по выбранной координате занимала всю отведенную на экране длину. Заданные интервалы отображения для такой координатной оси при этом игнорируются. Параметры отображения диаграммы влияют только на отображение графика.

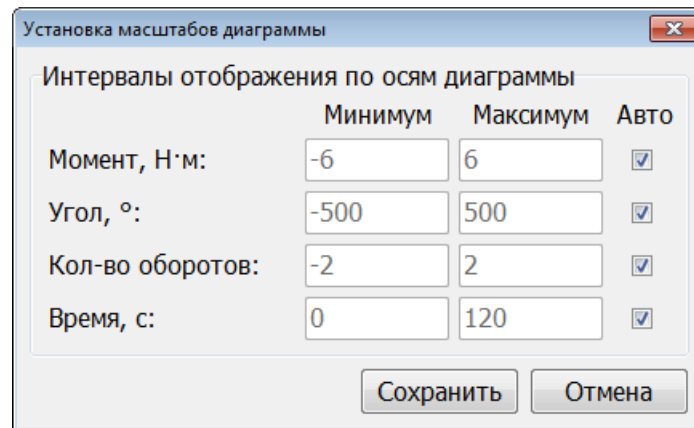


Рис. 6. Установка масштабов диаграммы испытания

В верхней части главного окна программы расположено меню.

Пункт меню «**Файл**» / «**Сохранить настройки как...**» вызывает стандартный диалог сохранения файла (рис. 7). Имя новому файлу конфигурации программы присваивается автоматически, исходя из текущего времени, в формате «**imk_dd.mm.yyyy_hh-nn-ss.ini**», где dd – день, mm – месяц, yyyy – год, hh – час, nn – минута, ss – секунда. Можно вручную задать и другое имя файла конфигурации. При нажатии кнопки «**Сохранить**» создается заданный файл конфигурации и в нем сохраняются все текущие настройки программы. **Рекомендуется перед изменением важных настроек программы создавать резервную копию файла конфигурации, используя данный пункт меню.**

Пункт меню «**Файл**» / «**Загрузить настройки...**» вызывает стандартный диалог открытия файла (рис. 8), в котором можно выбрать ранее сохраненный файл конфигурации программы. При нажатии кнопки «**Открыть**» из указанного файла конфигурации считываются все настройки программы. Новые настройки сразу вступают в силу.

Все настройки программы хранятся в рабочем файле конфигурации «**imk.ini**», который находится в папке расположения программы. Файл конфигурации программы «**imk.ini**» не следует редактировать вручную.

Пункт меню «**Файл**» / «**Диаграмма испытания...**» открывает окно «**Диаграмма испытания**», в котором можно просмотреть диаграмму и результаты проведенных испытаний.

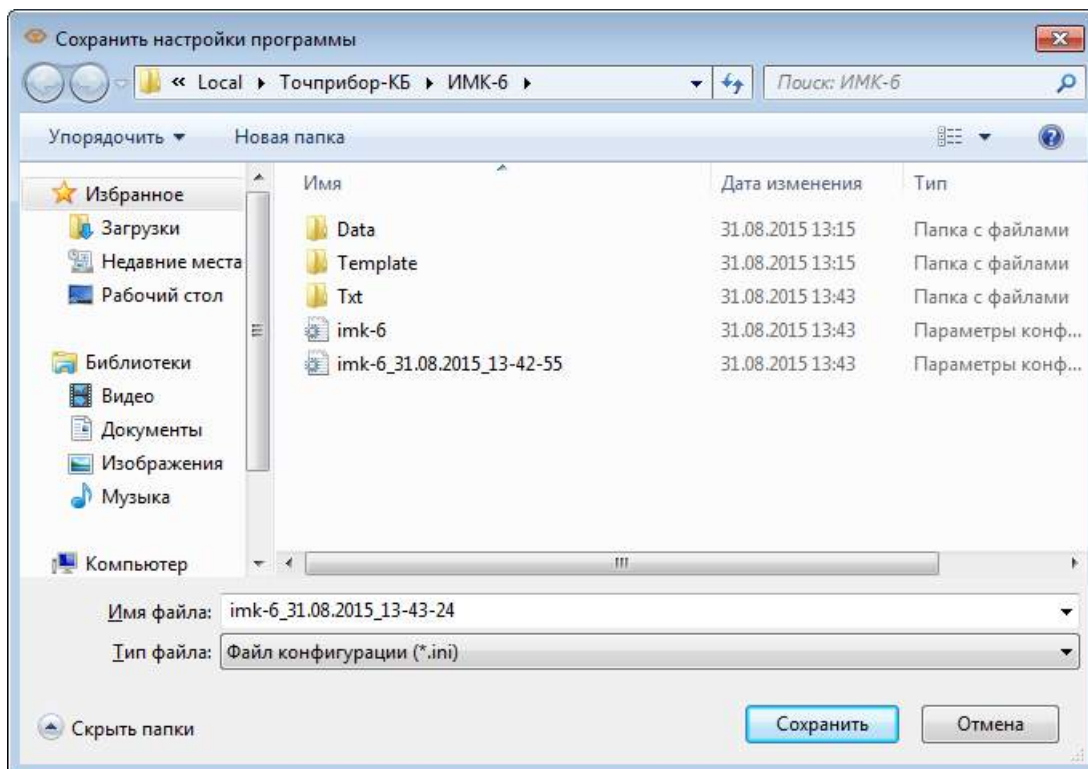


Рис. 7. Сохранение настроек программы в файле конфигурации

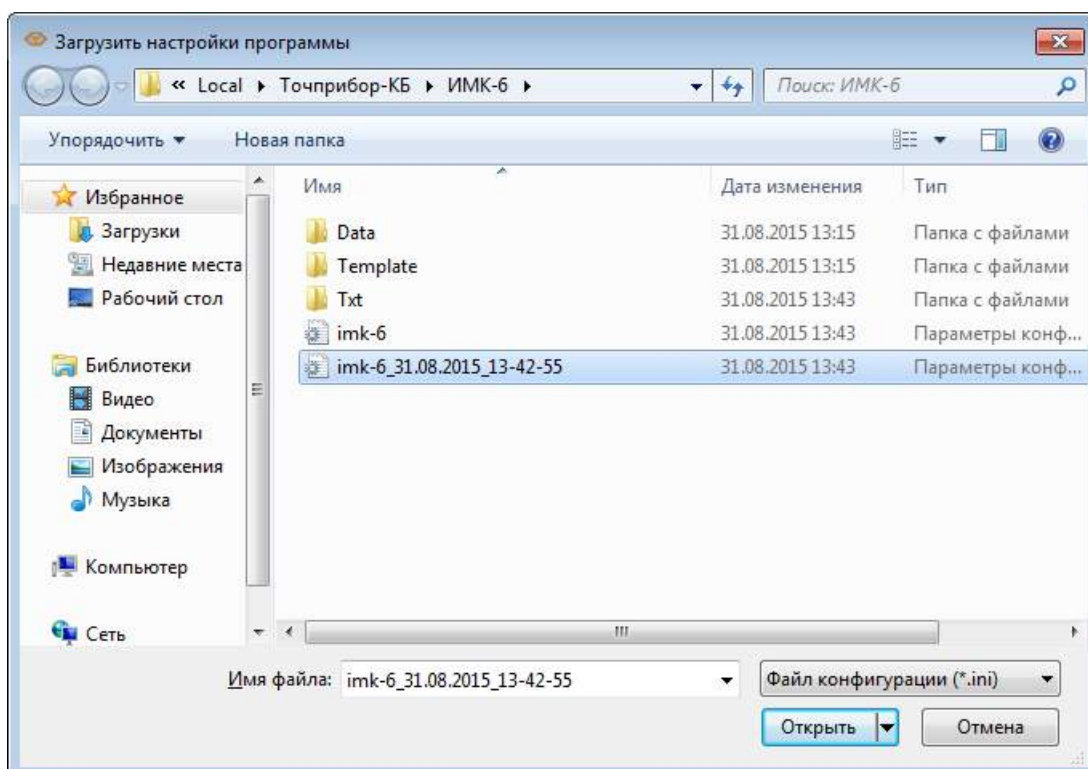


Рис. 8. Загрузка настроек программы из файла конфигурации

Пункт меню «**Файл**» / «**Выход**» закрывает программу. Во время проведения испытания закрытие программы заблокировано.

Пункт меню «**Настройка**» / «**СОМ-порт...**» открывает окно «**СОМ-порт**», в котором задаются скорость связи и номер СОМ-порта для подключения к МБУ.

Пункт меню «**Настройка**» / «**Ряд скоростей вращения...**» открывает окно «**Ряд скоростей вращения**» для настройки диапазонов и ряда скоростей вращения ведущего захвата.

Пункт меню «**Настройка**» / «**Разрешить настройку...**» открывает окно «**Ввод пароля**» (рис. 9) для ввода пароля доступа к настройке **важных** параметров испытательной машины:

- настройка регулировочной характеристики ЭП;
- настройка параметров датчика момента и измерителя угла поворота ведущего захвата;
- настройка тарировочной характеристики датчика момента для коррекции его нелинейности;
- настройка параметров защиты от перегрузки датчика момента;
- настройка параметров замедления вращения ведущего захвата;
- настройка управления от дискретных входов для использования внешнего пульта управления испытательной машиной.

После запуска программы настройка важных параметров испытательной машины заблокирована. Без крайней необходимости не редактируйте эти параметры. **Первоначальная настройка важных параметров выполняется изготовителем испытательной машины.**

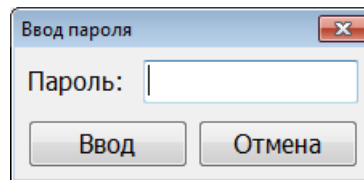


Рис. 9. Ввод пароля доступа к настройке важных параметров ИМ

Пункт меню «**Настройка**» / «**Запретить настройку**» блокирует доступ к настройке важных параметров испытательной машины.

Пункт меню «**Настройка**» / «**Электропривод**» предназначен для перехода к настройке параметров и регулировочной характеристики ЭП.

Пункт меню «**Настройка**» / «**Датчик момента**» предназначен для перехода к настройке параметров и тарировочной характеристики датчика крутящего момента.

Пункт меню «**Настройка**» / «**Измеритель угла поворота**» предназначен для перехода к настройке параметров измерителя угла поворота ведущего захвата.

Пункт меню «**Настройка**» / «**Замедление...**» предназначен для перехода к настройке параметров замедления вращения ведущего захвата для точного позиционирования.

Пункт меню **«Настройка»** / **«Управление от дискретных входов...»** предназначен для перехода к настройке функций дискретных входов.

Пункт меню **«Настройка»** / **«Параметры расчета...»** предназначен для перехода к настройке параметров расчета.

Пункт меню **«Настройка»** / **«Единицы измерения...»** предназначен для перехода к выбору единицы измерения крутящего момента.

Пункт меню **«Настройка»** / **«Параметры образца»** содержит подпункты **«Тип образца»**, **«Материал»**, **«Марка материала»**, **«Наименование продукции»**, предназначенные для настройки списков значений соответствующих параметров образца.

Пункт меню **«Настройка»** / **«Описание»** содержит подпункты **«Оператор»**, **«Описание среды»**, **«Заказчик»**, **«Название испытания»**, **«Нормативный документ»**, **«Примечание»**, **«Заключение»**, предназначенные для настройки списков значений соответствующих параметров описания испытания.

Установка галочки в пункте меню **«Настройка»** / **«Сохранять в файле диаграммы испытания идентичные точки»** приводит к сохранению в файле диаграммы испытания всех точек с заданным периодом записи. При отсутствии галочки последовательность неидентичных точек также сохраняется в файле диаграммы испытания с заданным периодом записи. А из последовательности идентичных точек, сохраняется только первая из них. Идентичные точки – это точки с одинаковыми значениями момента и угла поворота. Для длительных испытаний (более 1 часа) **рекомендуется** снимать эту галочку, чтобы уменьшить размер получаемого файла диаграммы испытания.

Пункт меню **«Справка»** / **«Помощь (doc)»** открывает в программе для просмотра данное руководство в формате doc.

Пункт меню **«Справка»** / **«Помощь (pdf)»** открывает в программе для просмотра данное руководство в формате pdf.

Пункт меню **«Справка»** / **«О программе...»** открывает окно **«О программе»**, в котором отображаются идентификационные данные ПО.

Пункт меню **«Справка»** / **«О блоке управления...»** открывает окно **«Информация о блоке управления/измерения»**, в котором отображаются идентификационные параметры и состояние защиты от несанкционированного использования МБУ.

Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные ПО отображаются в окне «**О программе**» (рис.10), которое открывается при выборе в главном окне программы пункта меню «**Справка**» / «**О программе...**».

Номер версии (идентификационный номер) ПО состоит из двух частей: 2.5.XX.

2.5 – метрологически значимая часть ПО,

XX – метрологически не значимая часть ПО.

Метрологически значимая часть ПО содержится в микропроцессорном блоке управления. Идентификационные данные метрологически значимой части ПО считываются программой из МБУ.

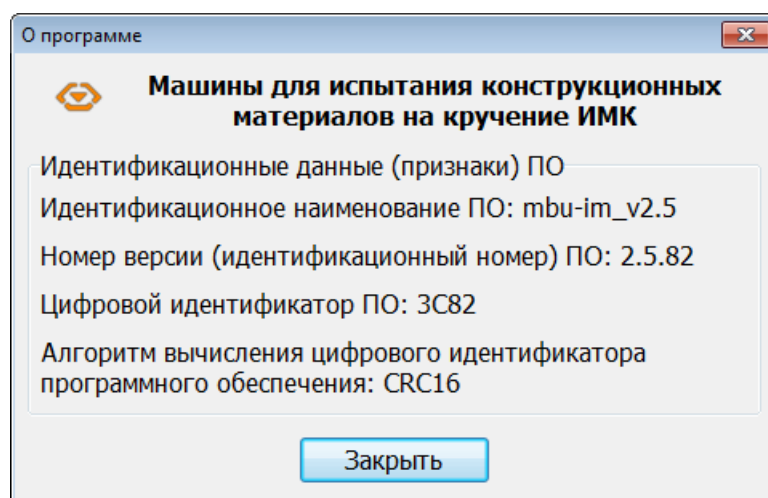


Рис. 10. Идентификационные данные программного обеспечения


Конфигурация испытательной машины

Текущая конфигурация испытательной машины отображается в главном окне программы на вкладке «**Параметры испытания**» в группе элементов «**Конфигурация машины**» (рис. 5).

Элемент «**Диапазон скоростей**» отображает имя текущего диапазона скоростей вращения ведущего захвата.

Элемент «**Датчик момента**» отображает имя используемого датчика момента.

Элемент «**Период обновления данных в устройстве**» отображает период обновления данных в МБУ.

Кнопка  (рис. 5) предназначена для открытия окна «**Конфигурация машины**» (рис. 11), в котором можно задать текущую конфигурацию испытательной машины. После завершения редактирования конфигурации машины нажмите кнопку «**Сохранить**», чтобы сохранить изменения и закрыть окно. Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

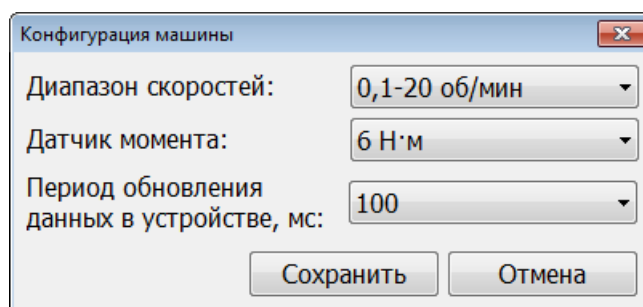


Рис. 11. Настройка конфигурации испытательной машины

Параметры испытания

Параметры испытания задаются в нижней части главного окна программы на вкладке «**Параметры испытания**» (рис. 5).

Список «**Вид испытания**» задает вид испытания, которое будет проводиться.

Группа элементов «**Параметры испытания**» задает конфигурацию испытания.

Список «**Рабочая скорость**» задает рабочую скорость вращения ведущего захвата для испытания.

Список «**Период записи**» задает период записи точек диаграммы в файл диаграммы испытания. На анализ условий завершения испытания он не оказывает влияния. Выбрать требуемое значение можно исходя из достаточности информации в диаграмме, которое зависит от продолжительности испытания и сложности диаграммы. Период записи точек диаграммы должен быть задан целым числом от 10 до 10000 мс с шагом кратным периоду обновления данных в устройстве (задается в окне «**Конфигурация машины**», рис. 11).

Группа элементов **«Параметры проведения испытания»** задает для выбранного вида испытания свои особенные параметры. Ниже для каждого вида испытания имеется отдельная глава с его описанием. В этих главах приведены все особенные параметры проведения испытания.

Группа элементов **«Предварительные параметры»** определяет параметры подрежима предварительного нагружения образца. На этом этапе происходит выбор люфтов испытательной машины и предварительное натяжение. Обычно предварительную скорость выбирают меньше или равную рабочей. После достижения предварительного момента происходит переключение на рабочую скорость, устанавливается нуль угла поворота и количества оборотов и начинается регистрация диаграммы. Установка галочки в элементе **«Останов»** вызывает останов машины после достижения предварительного момента и запрос на продолжение испытания.

Параметры образца

Параметры образца задаются в нижней части главного окна программы на вкладке «**Параметры образца**» (рис. 12). Значения параметров образца используются для расчета результатов и создания протокола испытания.

Группа элементов «**Описание образца**» задает следующую информацию об образце: номер образца, номер серии, маркировка и тип образца, материал, марка материала, наименование продукции и направление образца.

Номер образца и номер серии должны быть обязательно заданы целым числом больше 0. Номер серии позволяет сгруппировать результаты испытаний одного вида в отдельном файле серии испытаний.

Если отметить галочкой элемент «**Инкрементировать номер образца**», то номер образца будет автоматически увеличиваться на 1 после завершения каждого испытания.

Для параметров образца «**Тип образца**», «**Материал**», «**Марка материала**» и «**Наим. продукции**» можно сформировать список значений для выбора. Пункт меню «**Настройка**» / «**Параметры образца**» / «**Материал...**» открывает окно «**Параметры образца. Материал**», в котором задается список материалов. Аналогично настраиваются списки значений для других параметров образца.

Группа элементов «**Начальные размеры образца**» задает форму и начальные размеры испытуемого образца. Для каждого вида испытания задаются свои размеры образца.

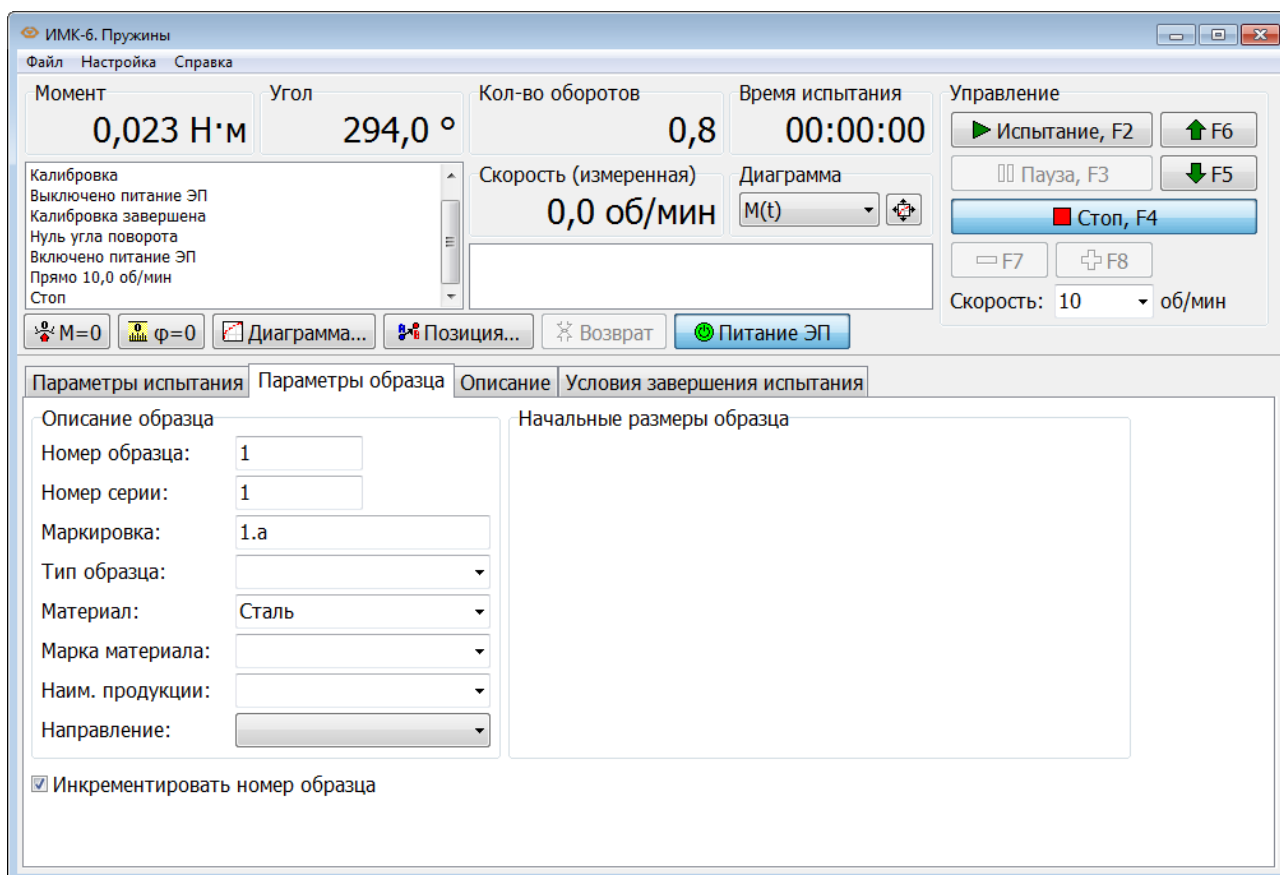


Рис. 12. Главное окно программы. Вкладка «Параметры образца».

Описание испытания

Описание испытания задается в нижней части главного окна программы на вкладке «**Описание**» (рис. 13). Значения параметров описания используются для создания протокола испытания.

Группа элементов «**Описание испытания**» задает следующую информацию об испытании: номер машины, оператор, который проводил испытание, значение температуры, среда испытания и ее описание, заказчик, номер заказа, название испытания, нормативный документ и примечание.

Для параметров описания «**Оператор**», «**Описание среды**», «**Заказчик**», «**Назв. испытания**», «**Норм. документ**» и «**Примечание**» можно сформировать список значений для выбора. Пункт меню «**Настройка**» / «**Описание**» / «**Оператор...**» открывает окно «**Описание. Оператор**», в котором задается список операторов. Аналогично настраиваются списки значений для других параметров описания.

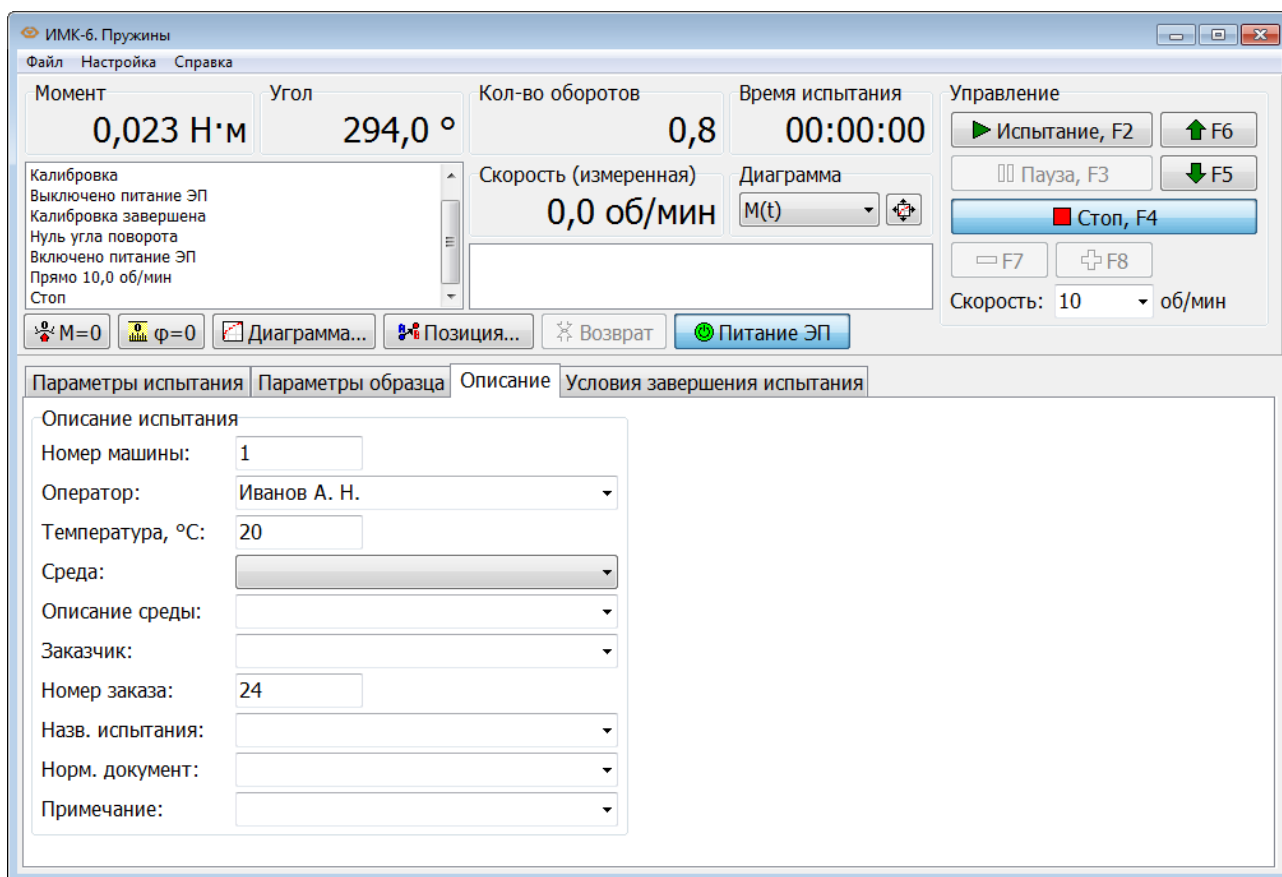


Рис. 13. Главное окно программы. Вкладка «Описание».

Условия завершения испытания и параметры возврата

Условия завершения испытания и параметры возврата ведущего захвата в исходное положение задаются в нижней части главного окна программы на вкладке «Условия завершения испытания» (рис. 14).

Группа элементов «При заданном значении» позволяет задать значения крутящего момента, угла поворота, количества оборотов и времени испытания, при достижении которых испытание будет завершено.

Для проведения испытания до заданного значения крутящего момента необходимо установить галочку «Момент» и задать значение момента, при достижении которого испытание будет завершено. Аналогично задаются условия завершения испытания при достижении заданных значений угла поворота, количества оборотов и времени (продолжительности) испытания.

Группы элементов «Динамически спад» и «Спад от максимума» задают величину спада крутящего момента, при котором испытание будет завершено.

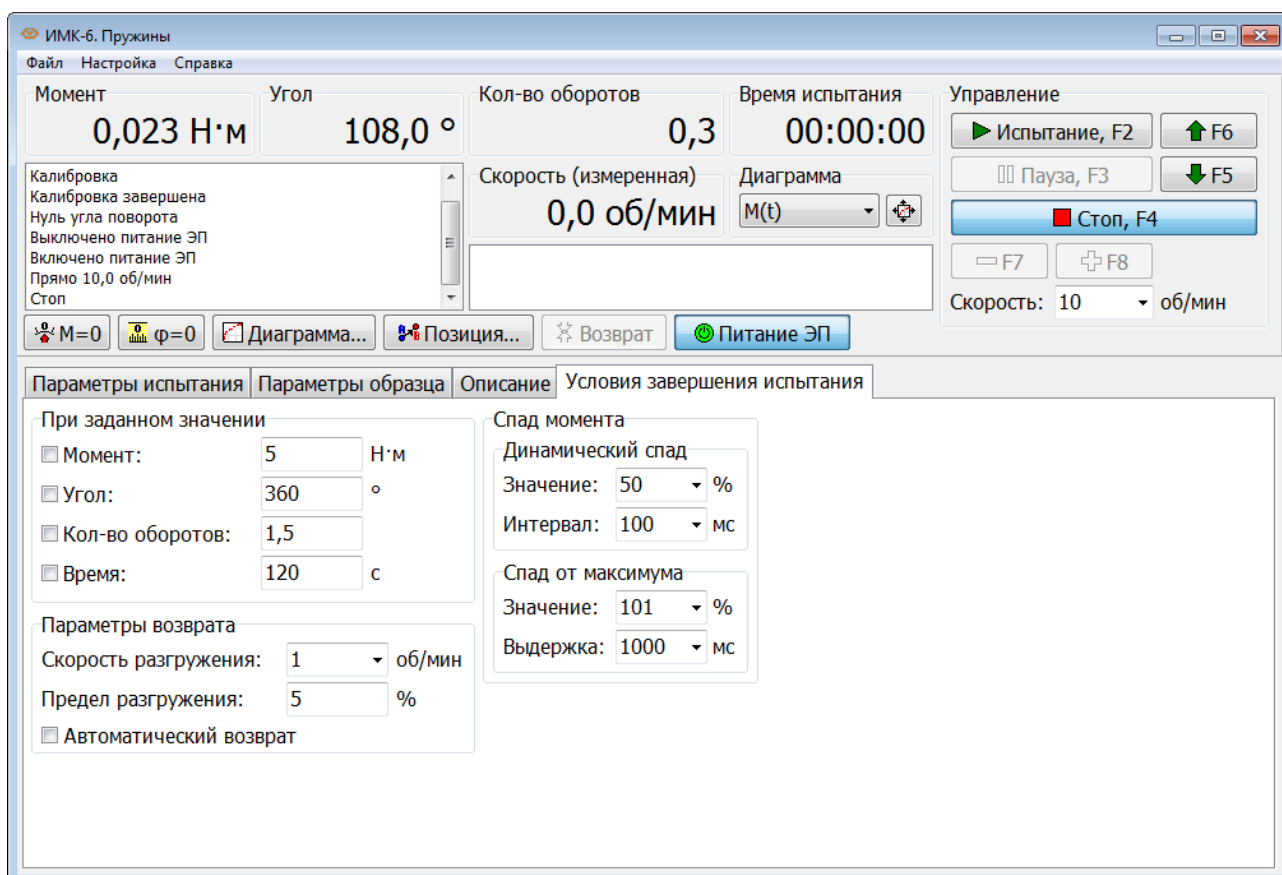


Рис. 14. Главное окно программы. Вкладка «Условия завершения испытания».

Первый критерий – «**Динамический спад**» (рис. 15) определяется как спад крутящего момента за заданный интервал времени, выраженный в процентах:

$$\frac{M(t_{i-n}) - M(t_i)}{M(t_{i-n})} \cdot 100\% \text{ , где}$$

$M(t_i)$ – крутящий момент текущей точки,

$M(t_{i-n})$ – крутящий момент, предшествовавший текущему за время $T = t_i - t_{i-n}$.

Параметр «**Интервал**» позволяет изменять временной интервал критерия с шагом 100 мс. Обычно анализируется спад момента за минимальный интервал времени 100 мс. Данный критерий позволяет обнаруживать резкое высвобождение образца из захватов во время проведения испытания. Для отключения критерия следует задать параметр «**Значение**» числом более 100 (%).

Второй критерий – «**Спад от максимума**» (рис. 16) определяется как спад крутящего момента от достигнутого максимального значения до текущего значения, выраженный в процентах:

$$\frac{M_{\max} - M(t_i)}{M_{\max}} \cdot 100\% \text{ , где}$$

$M(t_i)$ – крутящий момент текущей точки,

M_{\max} – максимальный крутящий момент.

Данный критерий регистрирует высвобождение образца из захватов с плавным спадом крутящего момента. Параметр «**Выдержка**» определяет время, в течение которого после достижения максимального крутящего момента данный критерий не анализируется. Этот параметр позволяет избежать ложного срабатывания данного критерия на начальной стадии испытания. Для отключения критерия следует задать параметр «**Значение**» числом более 100 (%).

Для каждого вида образцов и испытаний значения параметров динамического спада и спада от максимума подбираются экспериментально.

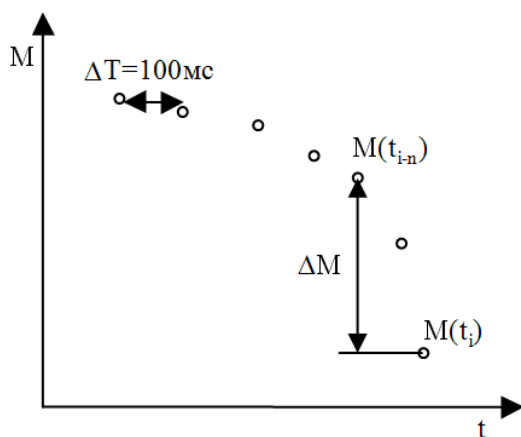


Рис. 15. Динамический спад

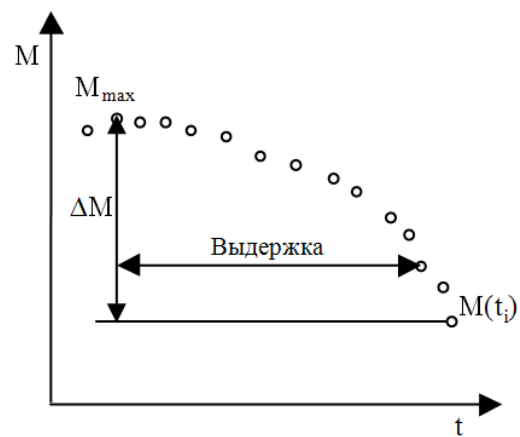


Рис. 16. Спад от максимума

Группа элементов «**Параметры возврата**» (рис. 14) определяет параметры режима возврата ведущего захвата в исходное положение после завершения испытания. При возврате сначала выполняется разгрузка образца до минимального значения крутящего момента. Скорость разгрузки и минимальное значение момента задаются в элементах «**Скорость разгрузки**» и «**Предел разгрузки**» соответственно. Затем выдается запрос на продолжение возврата ведущего захвата на повышенной скорости. Разгрузка образца не выполняется, если момент ниже предела разгрузки. В этом случае сразу осуществляется ускоренный возврат, т.к. считается, что образец освобожден из ведущего захвата. Предел разгрузки задается в процентах от номинального значения датчика момента в диапазоне от 1 до 10 %. Установка большего или меньшего значения может привести к неправильному определению наличия нагруженного образца. Скорость разгрузки не следует устанавливать более 2 об/мин.

Галочка в элементе «**Автоматический возврат**» указывает, что возврат будет производиться сразу после завершения испытания без дополнительных запросов. **Использовать данную возможность следует осторожно, чтобы не повредить датчик момента.** Если в элементе «**Автоматический возврат**» галочка снята, то возврат может быть произведен по нажатию кнопки «**Возврат**».

Параметры возврата также применяются при позиционировании ведущего захвата.

Параметры расчета

Параметры расчета используются при расчете результатов испытания. Они должны быть заданы перед проведением испытания. После завершения испытания параметры расчета можно откорректировать.

Настройка параметров расчета производится в окне «**Параметры расчета**» (рис. 17). Перед проведением испытания для открытия этого окна следует выбрать пункт меню «**Настройка**» / «**Параметры расчета...**» в главном окне программы. После завершения испытания окно открывается при выборе пункта меню «**Расчет**» / «**Параметры расчета...**» в окне «**Диаграмма испытания**».

Выпадающий список «**Вид испытания**» позволяет выбрать вид испытания, для которого производится настройка параметров расчета. Для каждого вида испытания задаются свои значения параметров расчета.

Элемент «**Точка завершения. Отбросить после испытания последние точки**» задает количество последних точек, которые следует отбросить после завершения испытания по динамическому спаду и/или по спаду от максимума крутящего момента. Отбираются точки с периодом обновления данных в устройстве. Данный параметр предназначен для настройки определения точки завершения – последней точки в диаграмме испытания.

В этой программе другие параметры расчета отсутствуют.

После завершения настройки параметров нажмите кнопку «**Сохранить**», чтобы сохранить изменения и закрыть окно. Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

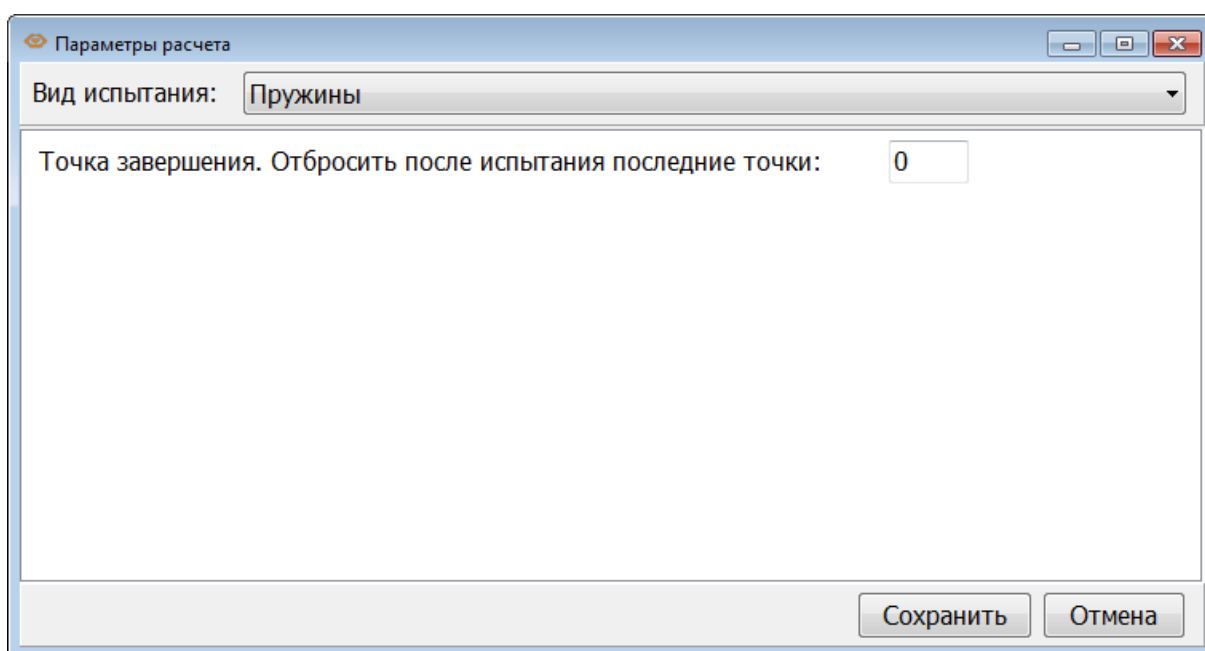


Рис. 17. Параметры расчета

Выбор единицы измерения крутящего момента

Выбор единицы измерения крутящего момента производится в окне «Единицы измерения» (рис. 18), которое открывается при выборе пункта меню «Настройка» / «Единицы измерения...» в главном окне программы или в окне «Диаграмма испытания» (рис. 26).

Выпадающий список «Крутящий момент» позволяет задать единицу измерения крутящего момента:

- Н · мм;
- Н · см;
- Н · м;
- кгс · мм;
- кгс · см;
- кгс · м.

Элемент «Ускорение свободного падения g , m/c^2 » задает ускорение свободного падения, которое используется для перевода значения крутящего момента из базовой единицы измерения (Н · м) в выбранную. Например, если $g = 9,8 m/c^2$, то:

$$1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 100 \text{ Н} \cdot \text{см} = 1000 \text{ Н} \cdot \text{мм} = (1 / g) \text{ кгс} \cdot \text{м} = (100 / g) \text{ кгс} \cdot \text{см} = (1000 / g) \text{ кгс} \cdot \text{мм}.$$

$$1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 100 \text{ Н} \cdot \text{см} = 1000 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 0,10204 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 10,204 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 102,04 \text{ кгс} \cdot \text{мм}.$$

В заданной единице измерения крутящего момента производится:

- отображение измеренного значения момента;
- задание предварительного момента;
- задание условия завершения испытания при заданном значении момента;
- отображение диаграммы испытания;
- отображение результатов испытания;
- отображение списка точек диаграммы испытания;
- создание протоколов испытания.

При настройке параметров и тарировочной характеристики датчика крутящего момента значения момента должны задаваться только в базовой единице измерения (Н · м).

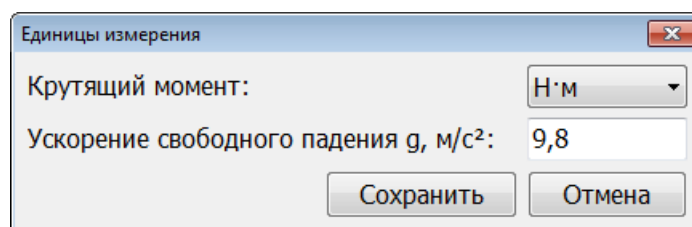



Рис. 18. Выбор единиц измерения

Позиционирование ведущего захвата

Поворот ведущего захвата может проводиться двумя способами: в режиме свободного перемещения по командам оператора или в режиме позиционирования. Для перехода к режиму позиционирования (рис. 22) необходимо нажать кнопку «**Позиция...**» в главном окне программы.

Режим позиционирования применяется в том случае, если известен угол, на который нужно повернуть ведущий захват. Значение угла вводится в элемент «**Приращение угла**». Кнопки «**Прямо**» и «**Обратно**» в группе элементов «**Позиционирование**» предназначены для поворота ведущего захвата в соответствующем направлении на заданный угол. Для удобства наблюдения за величиной пройденного угла поворота перед началом позиционирования его можно обнулить нажатием кнопки . Чтобы повернуть ведущий захват в заданную позицию необходимо ввести значение угла поворота в элемент «**Перейти к углу**» и нажать кнопку «**Пуск**» в группе элементов «**Позиционирование**». Позиционирование производится на повышенной скорости с автоматическим замедлением при подходе к заданной точке.

Группа элементов «**Установка угла**» предназначена для установки заданного значения угла поворота без позиционирования ведущего захвата.

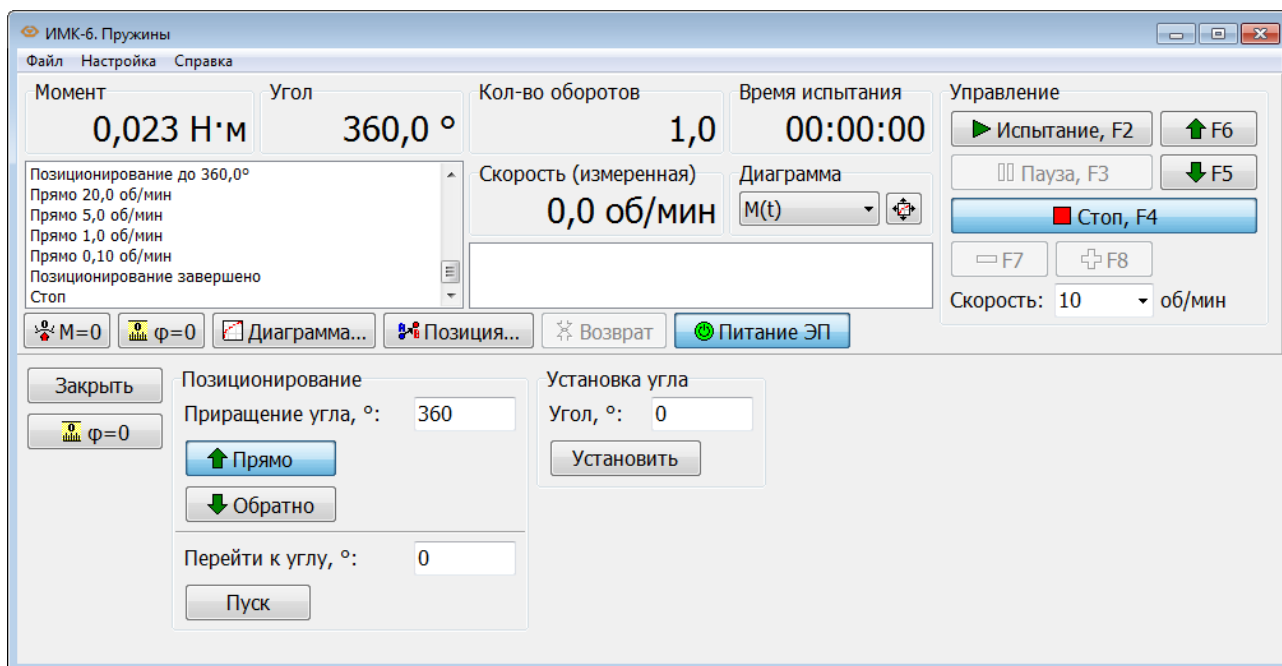




Рис. 22. Режим позиционирования ведущего захвата

Проведение испытания

Перед проведением испытания необходимо задать в главном окне программы параметры испытания и образца, описание и условия завершения испытания. В окне «Параметры расчета» необходимо задать параметры расчета.

Затем необходимо убедиться, что нуль крутящего момента установлен правильно. Проверка правильности установки нуля крутящего момента производится на разгруженной машине с установленными захватами или другими приспособлениями. Образец (пружину) можно оставить закрепленным только в ведомом захвате, из ведущего захвата его следует освободить. Фиксатор датчика момента должен быть выдвинут. В таком положении значение момента должно быть равно 0. В противном случае необходимо выполнить обнуление крутящего момента нажатием на кнопку .

Во время установки или освобождения образца из захватов обязательно должен быть вставлен фиксатор датчика момента (для защиты датчика от повреждения).

Для начала испытания нажмите кнопку  (рис. 5). Откроется окно «Подтверждение начала испытания» (рис. 23). При нажатии в этом окне кнопки «ПУСК, F2» программа переключается в режим проведения испытания. При этом в нижней части главного окна программы отображается координатная сетка диаграммы (рис. 24) – начинается этап предварительного нагружения. До достижения предварительного крутящего момента график не строится, а значения момента, угла поворота и количества оборотов отображаются в **независимой** системе координат.

После достижения предварительного крутящего момента начинает строиться диаграмма, а отображение значений момента, угла поворота и количества оборотов осуществляется в **зависимой** системе координат. Вид отображаемой диаграммы выбирается из выпадающего списка в группе элементов «Диаграмма».

В процессе испытания допускается детализация фрагментов диаграммы. Для этого нужно поместить указатель мыши в левый верхний или нижний угол требуемого фрагмента, нажать левую кнопку мыши и переместить указатель в правый нижний или верхний угол. Выделяемый фрагмент отмечается прямоугольником. В момент отпущения кнопки мыши фрагмент диаграммы займет все поле графика и автоматическое перемасштабирование прекратится.

Для перемещения диаграммы без изменения масштаба по осям (Scrolling) следует поместить указатель мыши в какую-нибудь точку графика, нажать правую кнопку мыши, затем переместить указатель в другую точку (автоматическое перемасштабирование прекращается) и отпустить кнопку мыши.

Возврат к автоматическому перемасштабированию осуществляется аналогично детализации фрагмента. Отличие состоит в обратном направлении движения указателя, т.е. из правого нижнего или верхнего угла в левый верхний или нижний угол. Положение начальной точки и величина перемещения не имеют значения.

Подтверждение начала испытания

П У С К , F2

Конфигурация машины	Образец
Диапазон скоростей: 0,1-20 об/мин	Номер образца: 1
Датчик момента: 6 Н·м	Номер серии: 1
Период обновления данных в устройстве, мс: 100	Оператор: Иванов А. Н.
	Температура, °С: 20

Параметры испытания

Вид испытания: Пружины

Рабочая скорость, об/мин: 2

Период записи, мс: 100

Отмена

Рис. 23. Подтверждение начала испытания

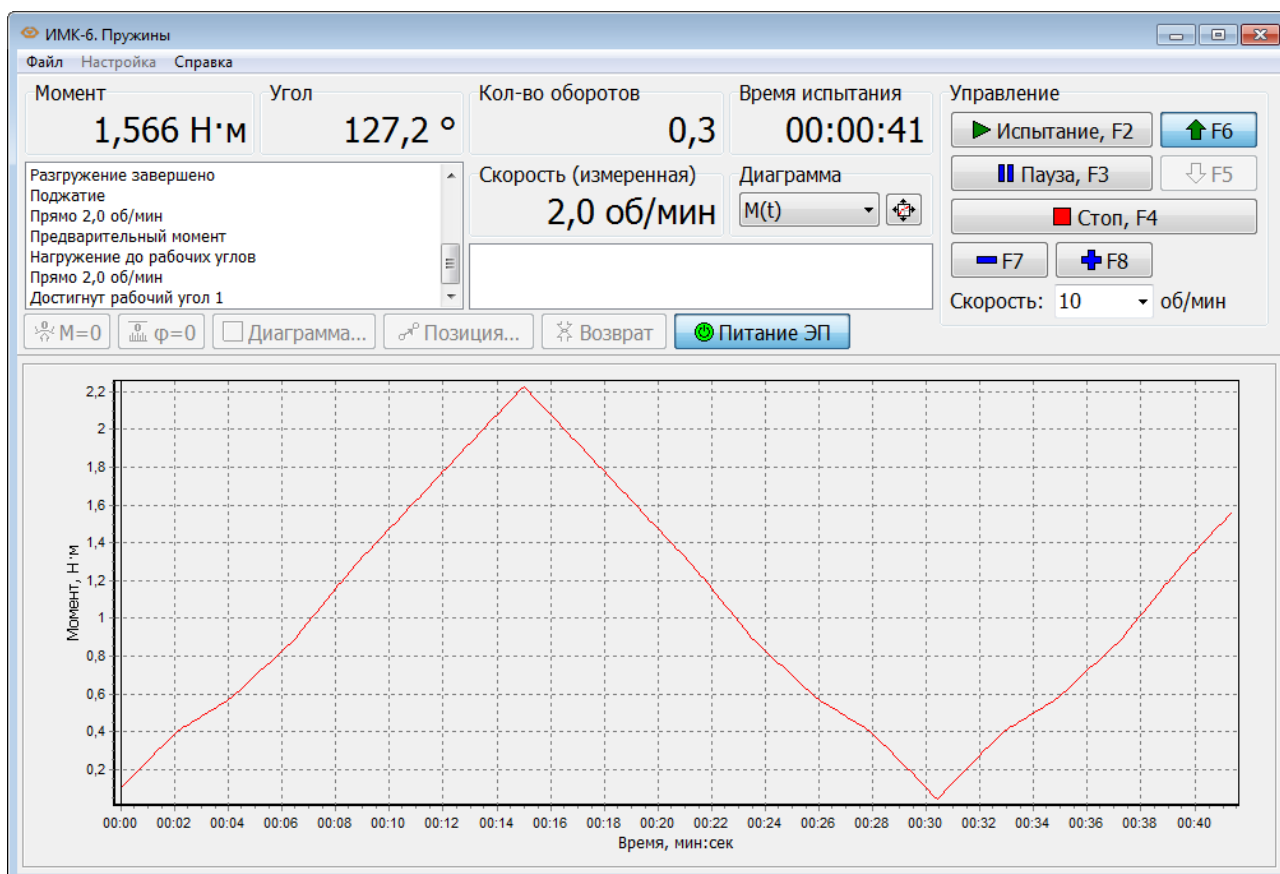
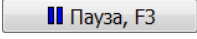
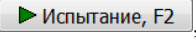


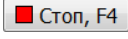
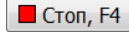
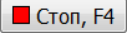


Рис. 24. Проведение испытания

Кнопка  предназначена для организации перерыва при проведении испытания. При ее нажатии происходит выключение ЭП и приостановка регистрации диаграммы. Для продолжения испытания следует нажать кнопку , затем в открывшемся окне «Подтверждение начала испытания» (рис. 23) нажать кнопку «ПУСК, F2». Чтобы завершить приостановленное испытание, следует в окне «Подтверждение начала испытания» нажать кнопку «Завершить испытание» (на рис. 23 не показана). Когда испытание приостановлено, вращение ведущего захвата по кнопкам  и  не запрещается. А при нажатии кнопки  происходит только выключение ЭП, испытание не завершается.

Кнопка  предназначена для выключения ЭП (остановки вращения) и завершения испытания. Аналогичное действие происходит при нажатии на клавиатуре клавиши «Пробел» или «F4».

После завершения испытания по любому из условий или по кнопке  программа переходит в режим свободного перемещения, а диаграмма испытания сохраняется в файле в папке «Data\mm.yyyy\dd.mm.yyyy», где dd, mm, yyyy – текущие день, месяц и год. Имена файлам диаграммы испытания присваиваются автоматически, исходя из времени начала проведения испытания, в формате «dd.mm.yyyy_hh-nn-ss_tt.dat», где dd – день, mm – месяц, yyyy – год, hh – час, nn – минута, ss – секунда, tt – краткое описание вида испытания.

Результаты проведенного испытания также автоматически добавляются в соответствующий файл серии испытаний, который расположен в той же папке и имеет имя «серия s. tt.ser», где s – номер серии, tt – вид испытания. Например, результаты всех испытаний «Пружины» для серии №1 сохраняются в файле «серия 1. Пружины.ser». Файл серии испытаний создается для выполнения статистической обработки результатов серии испытаний.

Возврат ведущего захвата после испытания

Кнопка «Возврат» (рис. 5) в главном окне программы обеспечивает возврат ведущего захвата в исходное положение после завершения испытания. Сначала выполняется разгрузка образца до минимального значения крутящего момента (предел разгрузки). Скорость и предел разгрузки задаются в группе элементов «Параметры возврата» (рис. 14). Затем выдается запрос на продолжение возврата на повышенной скорости. При подходе к исходному положению выполняется замедление для точного позиционирования.

Разгрузка образца не выполняется, если в начале возврата крутящий момент ниже предела разгрузки. В этом случае сразу осуществляется ускоренный возврат, т.к. считается, что образец освобожден из захватов.

Галочка в элементе «Автоматический возврат» указывает, что возврат будет производиться сразу после завершения испытания без дополнительных запросов. **Использовать данную возможность следует осторожно, чтобы не повредить датчик момента.**

При обнулении угла поворота возврат ведущего захвата в исходное положение становится невозможным, пока не будет проведено новое испытание.

Настройка параметров замедления при возврате и позиционировании ведущего захвата производится в окне «Замедление» (рис. 53), которое открывается при выборе пункта меню «**Настройка**» / «**Замедление...**» в главном окне программы.

Продолжение прерванного или завершенного испытания

Программа позволяет продолжить любое испытание, которое ранее было завершено или прервано, например, из-за пропадания электричества. В основном это относится к длительным испытаниям. Чтобы продолжить испытание, сначала необходимо открыть его в окне «**Диаграмма испытания**». Для этого в главном окне программы следует нажать кнопку «**Диаграмма...**» (рис. 5). В открывшемся окне «**Диаграмма испытания**» (рис. 26) всегда сначала отображаются результаты и диаграмма последнего проведенного испытания в текущем сеансе работы с программой. Чтобы открыть для просмотра ранее сохраненный файл диаграммы испытания, необходимо нажать кнопку «**Открыть...**» и выбрать этот файл.

Для открытого испытания при необходимости можно вручную задать точку завершения испытания. При продолжении испытания все точки, расположенные после точки завершения, будут отброшены и вместо них будут записаны новые. Чтобы сохранить сделанные изменения в файле диаграммы испытания, следует нажать кнопку «**Сохранить**». Подробнее о редактировании параметров и диаграммы испытания смотрите главу «**Просмотр результатов и диаграммы испытания**».

Для продолжения открытого испытания необходимо выбрать пункт меню «**Файл**» / «**Продолжить испытание...**». На запрос «Вы действительно хотите продолжить испытание, сохраненное в файле?» следует ответить «Да». После этого производится проверка текущей конфигурации машины (вид испытания, диапазон скоростей, датчик момента, период обновления данных в устройстве). Если она отличается от конфигурации, при которой испытание проводилось ранее, то испытание не будет продолжено. В этом случае следует изменить конфигурацию машины и снова попробовать продолжить испытание. Если конфигурация машины задана верно, то откроется окно «**Подтверждение начала испытания**» (рис. 23). При нажатии в этом окне кнопки «**ПУСК, F2**» программа переключится в режим проведения (продолжения) испытания, а в нижней части главного окна программы будет отображена диаграмма.

Испытание «Пружины»

Испытание «Пружины» позволяет определить следующие показатели:

- Моменты M_1 и M_2 при рабочих углах φ_1 и φ_2 .

Параметры проведения испытания задаются в нижней части главного окна программы на вкладке «**Параметры испытания**» (рис. 25).

Элемент «**Рабочая скорость**» задает рабочую скорость испытания – скорость скручивания и разгрузки пружины.

Предварительные параметры «**Начальная скорость**» и «**Момент**» задают скорость и момент поджатия. Рекомендуется установить начальную скорость меньше или равную рабочей скорости.

Список «**Направление вращения**» задает направление вращения ведущего захвата для скручивания пружины:

- «**Прямое, левая навивка**» – вращение прямо для скручивания пружины с левой навивкой;
- «**Обратное, правая навивка**» – вращение обратно для скручивания пружины с правой навивкой.

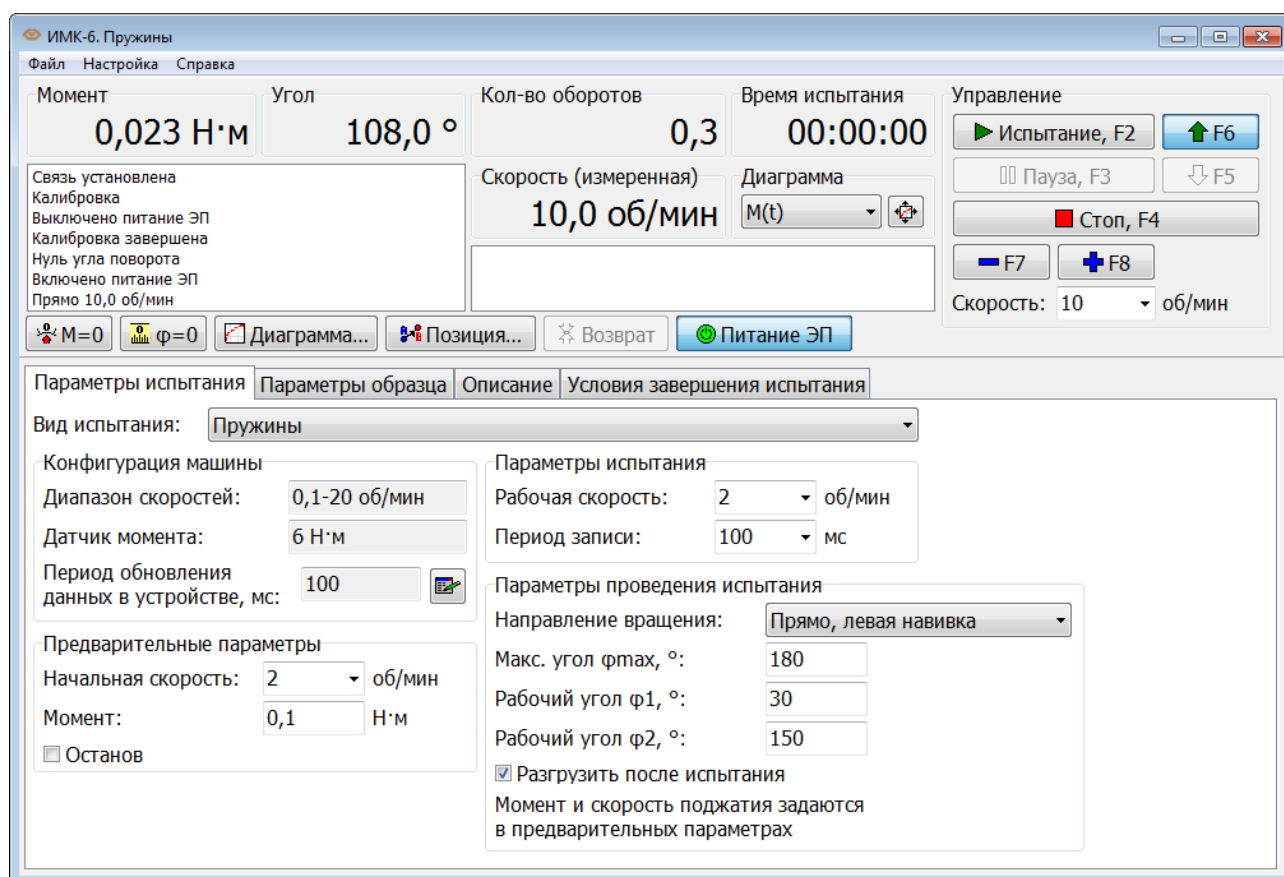


Рис. 25. Параметры проведения испытания «Пружины»

Элемент «**Макс. угол φ_{\max} , °**» задает максимальный угол скручивания пружины.

Элементы «**Рабочий угол φ_1 , °**» и «**Рабочий угол φ_2 , °**» задают рабочие углы, при которых определяется крутящий момент пружины.

Если установлена галочка в элементе «**Разгрузить после испытания**», то после завершения испытания (определения момента при рабочих углах) будет выполнено разгружение образца и возврат ведущего захвата в исходное положение. Скорость разгружения равна рабочей скорости испытания. Если галочка не установлена, то после завершения испытания образец останется нагруженным. Разгружение образца и возврат ведущего захвата в исходное положение также может быть произведен по нажатию кнопки «**Возврат**».

Программа проводит испытание в следующем порядке. Сначала производится поджатие пружины до заданного момента со скоростью поджатия (начальная скорость). Когда момент поджатия будет достигнут, обнуляется угол поворота и начинает строиться диаграмма испытания. Пружина скручивается до заданного максимального угла φ_{\max} с рабочей скоростью. Затем выполняется разгружение и повторное поджатие пружины до заданного момента. Фиксируется точка для момента поджатия, относительно которой далее определяются рабочие углы φ_1 , φ_2 и моменты M_1 , M_2 . Пружина скручивается до заданных рабочих углов. Затем, если задано, выполняется разгружение образца и возврат ведущего захвата в исходное положение.

Для автоматического обнаружения высвобождения образца из захватов во время проведения испытания необходимо задать условия завершения испытания по динамическому спаду и/или по спаду от максимума крутящего момента. Величину спада крутящего момента можно задать равной 50%. В параметрах расчета (рис. 17) можно задать количество последних точек, которые следует отбросить после завершения испытания. Изначально точка завершения является последней точкой в диаграмме испытания.

Просмотр результатов и диаграммы испытания

В программе имеется возможность просмотра диаграммы после испытания. При выборе в главном окне программы пункта меню «Файл» / «Диаграмма испытания...» или нажатии кнопки «Диаграмма...» открывается окно «Диаграмма испытания». В этом окне можно просмотреть параметры испытания (рис. 26), параметры образца (рис. 27), описание (рис. 28), результаты (рис. 29) и диаграмму испытания (рис. 30).

При открытии окна «Диаграмма испытания» в нем всегда сначала отображаются результаты и диаграмма последнего проведенного испытания в текущем сеансе работы с программой. Открытие для просмотра ранее сохраненных файлов диаграммы испытания производится по нажатию кнопки «Открыть...» или при выборе пункта меню «Файл» / «Открыть за сегодня...».

Нажатие кнопки «Открыть...» вызывает стандартный диалог открытия файла (рис. 33), в котором можно выбрать ранее сохраненный файл диаграммы испытания. При открытии файла в окне «Диаграмма испытания» будет показано его содержимое: параметры испытания, образца и расчета, описание, результаты и диаграмма испытания. При необходимости можно откорректировать описание и параметры образца и расчета, а также выполнить расчет результатов испытания для новых параметров. В файле диаграммы испытания все изменения сохраняются **только** при нажатии кнопки «Сохранить».

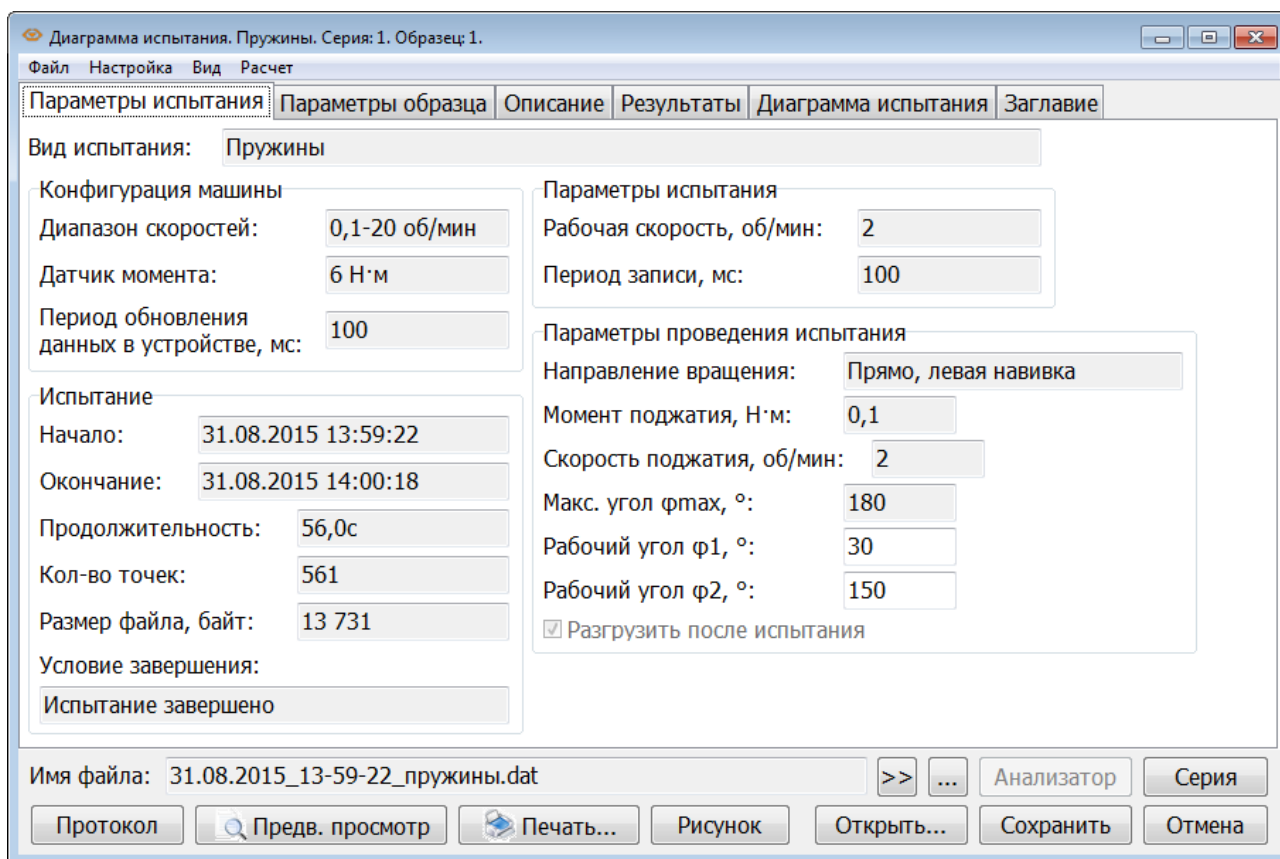


Рис. 26. Просмотр параметров испытания

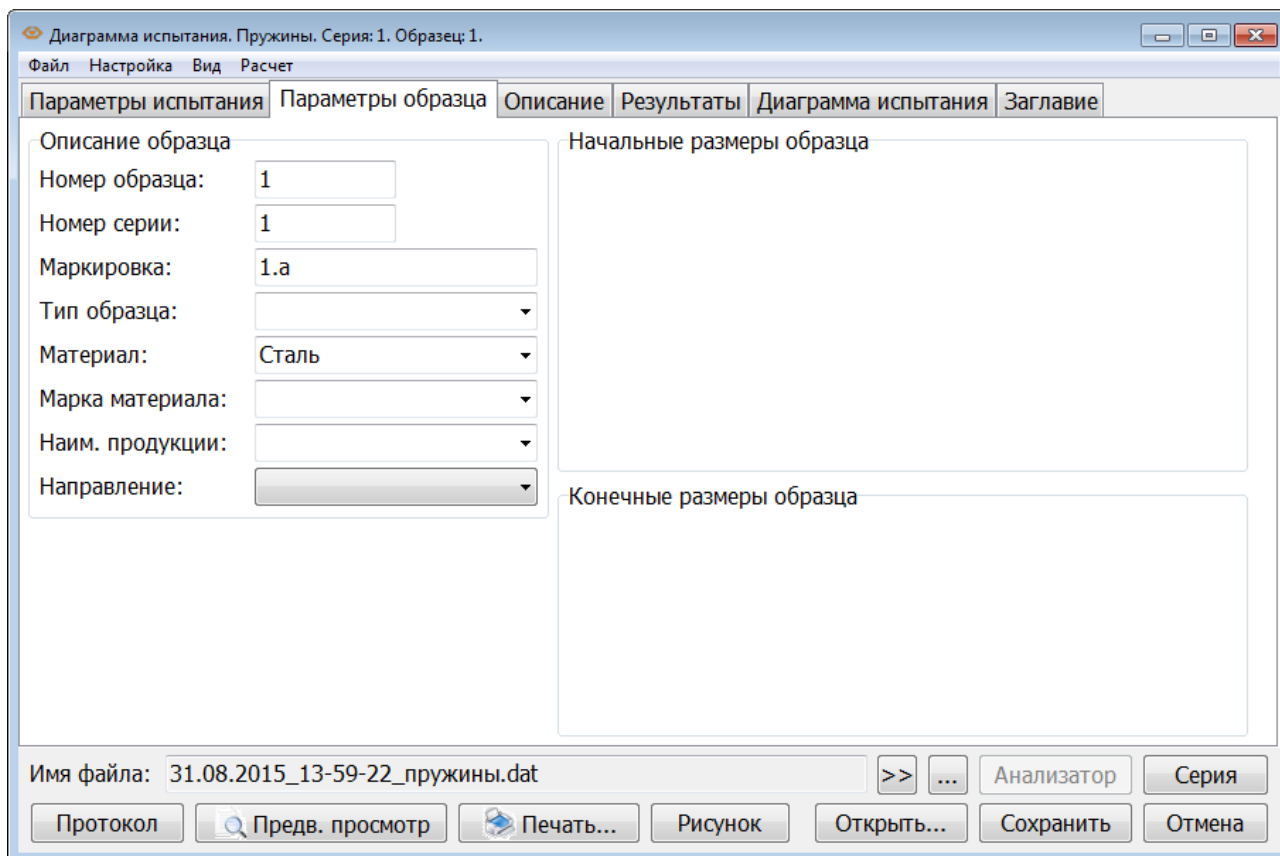


Рис. 27. Просмотр параметров образца

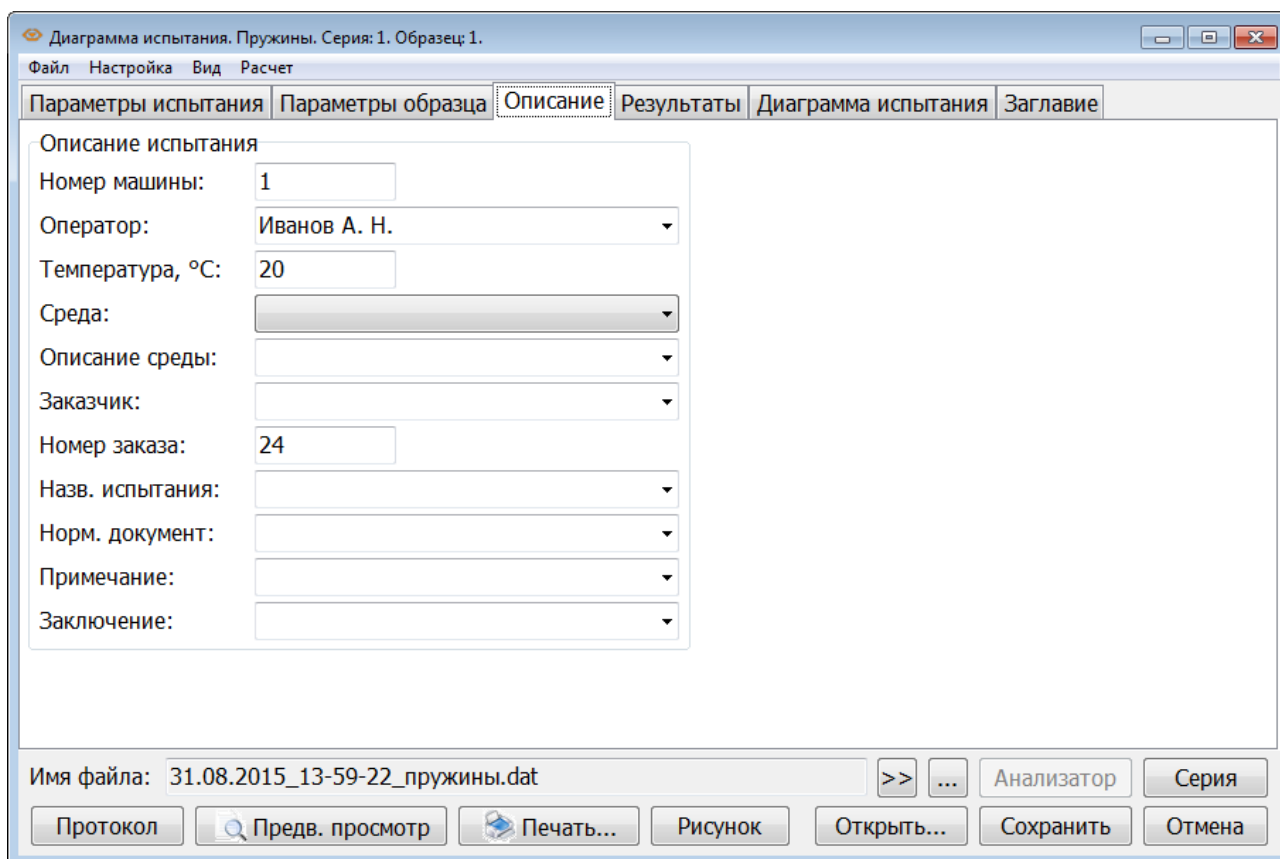


Рис. 28. Просмотр описания испытания

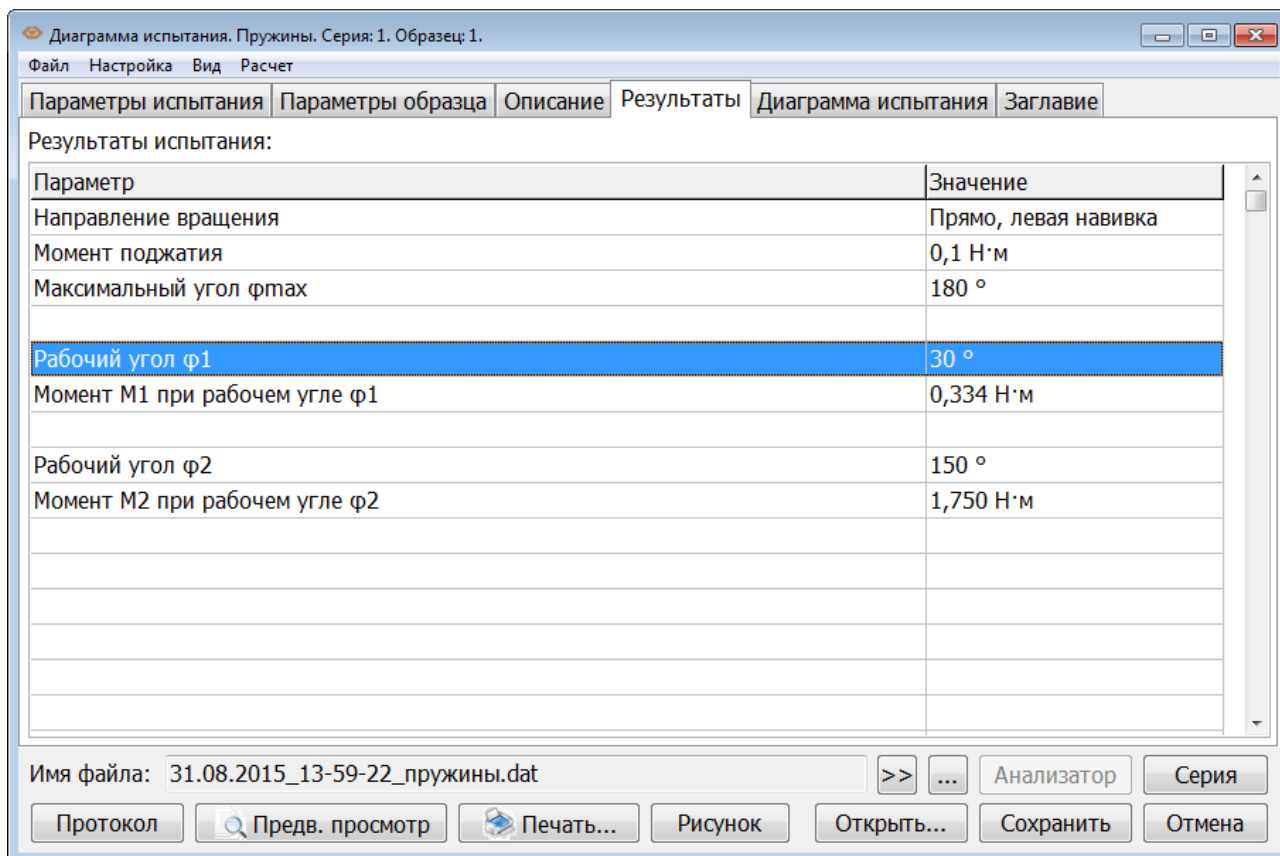


Рис. 29. Просмотр результатов испытания

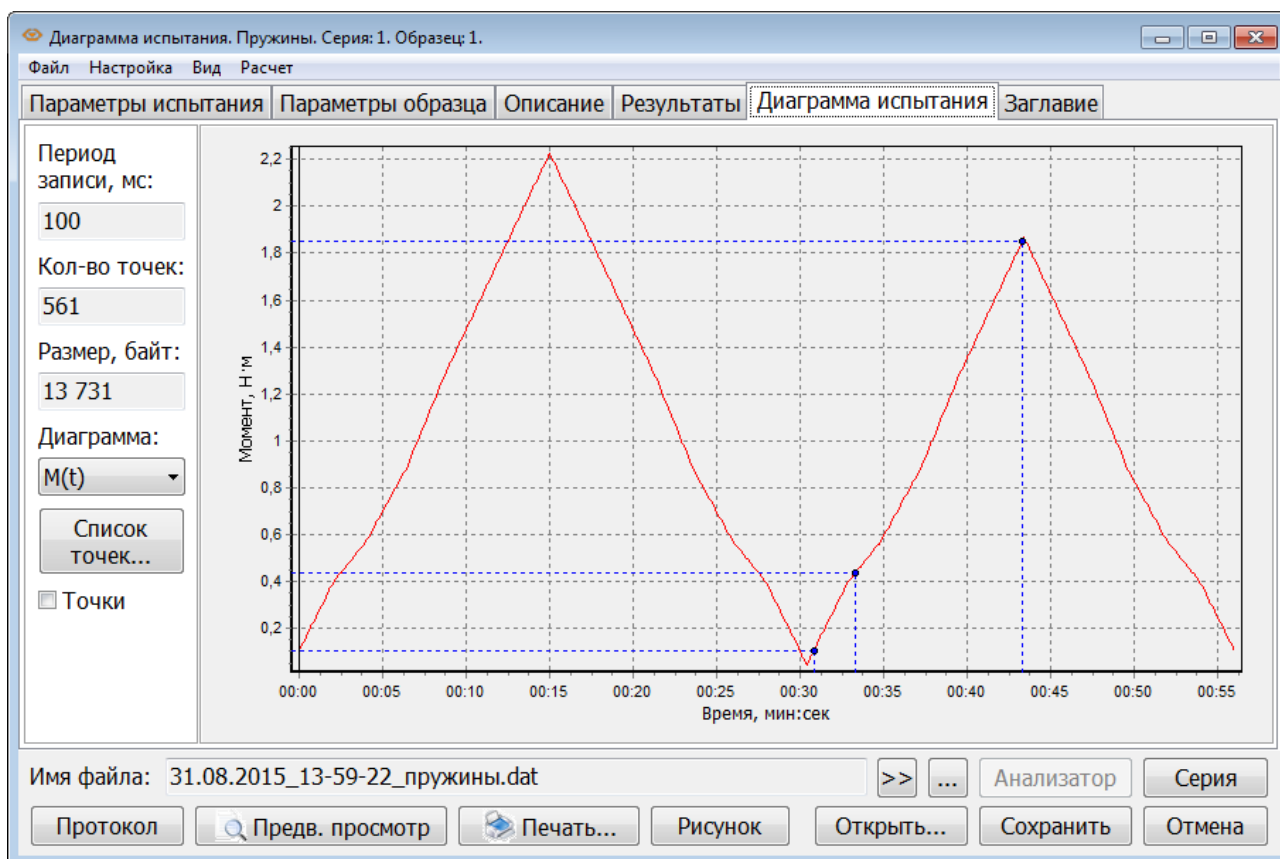


Рис. 30. Просмотр диаграммы испытания

Выбор пункта меню «**Файл**» / «**Открыть за сегодня...**» вызывает стандартный диалог открытия файла из папки, содержащей полученные сегодня файлы диаграмм испытаний.

Кнопка «**Сохранить**» предназначена для перезаписи файла диаграммы испытания с новыми параметрами, описанием и результатами испытания. Перед записью в файл автоматически производится расчет результатов испытания для новых параметров образца и расчета. Затем обновляется файл серии испытаний, содержащий результаты этого и других испытаний одного вида с одинаковым номером серии. После этого выдается запрос (рис. 31) на подтверждение закрытия окна «**Диаграмма испытания**». Нажмите кнопку «**Да**» для закрытия окна или кнопку «**Нет**», чтобы не закрывать окно.

Кнопка «**Отмена**» предназначена для закрытия окна без перезаписи файла диаграммы испытания.

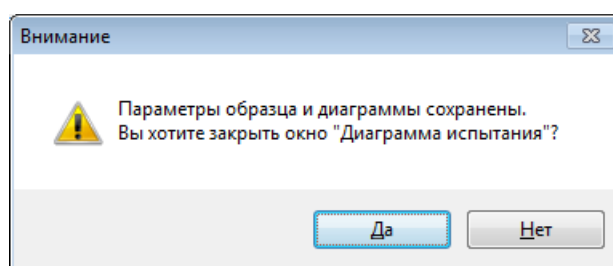


Рис. 31. Запрос на подтверждение закрытия окна «Диаграмма испытания»

Детализация фрагментов диаграммы испытания (рис. 30) осуществляется так же, как и при проведении испытания. Чтобы выделить фрагмент, нужно поместить указатель мыши в его левый верхний или нижний угол, прижать левую кнопку мыши и переместить указатель в правый нижний или верхний угол. Выделяемый фрагмент отмечается прямоугольником. В момент отпускания кнопки мыши фрагмент диаграммы займет все поле графика.

Для перемещения диаграммы без изменения масштаба по осям следует поместить указатель мыши в какую-нибудь точку графика, прижать правую кнопку мыши, затем переместить указатель в другую точку и отпустить кнопку мыши.

Возврат к отображению всей диаграммы осуществляется аналогично детализации фрагмента. Отличие состоит в обратном направлении движения указателя мыши, т.е. из правого нижнего или верхнего угла в левый верхний или нижний угол. Положение начальной точки и величина перемещения не имеют значения.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Момент поджатия**» приводит к отметке на диаграмме испытания точки для момента поджатия. Для этого из этой точки проводятся 2 пунктирные линии синего цвета: горизонтальная и вертикальная.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Момент при рабочих углах**» приводит к отметке на диаграмме испытания точек для рабочих углов. Для этого из этих точек проводятся 2 пунктирные линии синего цвета: горизонтальная и вертикальная.

Установка галочки в пункте меню **«Вид» / «Завершение испытания»** приводит к отметке на диаграмме испытания точки завершения испытания, если она задана. Для этого из этой точки проводятся 2 пунктирные линии: горизонтальная и вертикальная.


Установка галочки в пункте меню **«Вид» / «Точки после завершения испытания»** приводит к отображению на диаграмме всех точек, даже тех, что расположены после точки завершения испытания. Отображение всех точек делает удобным задание вручную правильной точки завершения. При отсутствии галочки на диаграмме испытания отображаются все точки до точки завершения включительно.

Выбор пункта меню **«Расчет» / «Параметры расчета...»** открывает окно **«Параметры расчета»** (рис. 17). В этой программе параметры расчета, которые можно изменять после завершения испытания отсутствуют. Поэтому окно не открывается.

Выбор пункта меню **«Расчет» / «Рассчитать результаты»** предназначен для выполнения расчета результатов испытания без перезаписи файла диаграммы испытания. Его можно использовать, например, после редактирования параметров проведения испытания (рабочие углы), начальных и конечных размеров образца.

При установке галочки в элементе **«Точки»** (рис. 30) все точки на диаграмме испытания будут выделены небольшими квадратами. Выделение точек делает удобнее ручную установку точки завершения испытания, а также исследование фрагментов диаграммы.

Кнопка **«Список точек...»** (рис. 30) предназначена для открытия окна **«Список точек диаграммы»** (рис. 32). В этом окне можно вручную задать точку завершения испытания и просмотреть список точек диаграммы. Выбранная в списке точка отмечается на графике диаграммы (рис. 30) при помощи вертикальной и горизонтальной пунктирных линий красного цвета. Выбрать произвольную точку прямо на диаграмме можно двойным нажатием левой кнопки мыши. При этом также открывается окно **«Список точек диаграммы»**.

Группа элементов **«Завершение испытания»** (рис. 32) отображает точку завершения испытания. При необходимости точку завершения можно задать вручную. Для этого следует выделить нужную точку в списке или прямо на диаграмме, затем нажать кнопку . Если точка завершения была задана ранее, то кнопку нужно будет нажать два раза. При первом нажатии удаляется старая точка, а при втором задается новая. После изменения точки завершения автоматически выполняется расчет результатов испытания.

Выбор пункта меню **«Файл» / «Открыть...»** вызывает стандартный диалог открытия файла (рис. 33), в котором можно выбрать ранее сохраненный файл диаграммы испытания.

Выбор пункта меню **«Файл» / «Удалить...»** удаляет файл диаграммы испытания, содержимое которого в данный момент отображается в окне **«Диаграмма испытания»**. Перед удалением файла делается запрос на подтверждение его удаления.

Список точек диаграммы

Завершение испытания

$M = 0,103 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $\varphi = 0,0^\circ$, $N = 0,0$

Время	Момент	Угол	Кол. об.
t, [ч:]м:с	M, Н·м	φ , °	N
00:24,4	0,776	67,2	0,1
00:24,5	0,763	66,0	0,1
00:24,6	0,750	64,8	0,1
00:24,7	0,737	63,6	0,1
00:24,8	0,724	62,4	0,1
00:24,9	0,711	61,2	0,1
00:25,0	0,698	60,0	0,1
00:25,1	0,685	58,8	0,1
00:25,2	0,672	57,6	0,1
00:25,3	0,659	56,4	0,1
00:25,4	0,646	55,2	0,1
00:25,5	0,633	54,0	0,1
00:25,6	0,620	52,8	0,1
00:25,7	0,607	51,6	0,1
00:25,8	0,594	50,4	0,1

Рис. 32. Список точек диаграммы

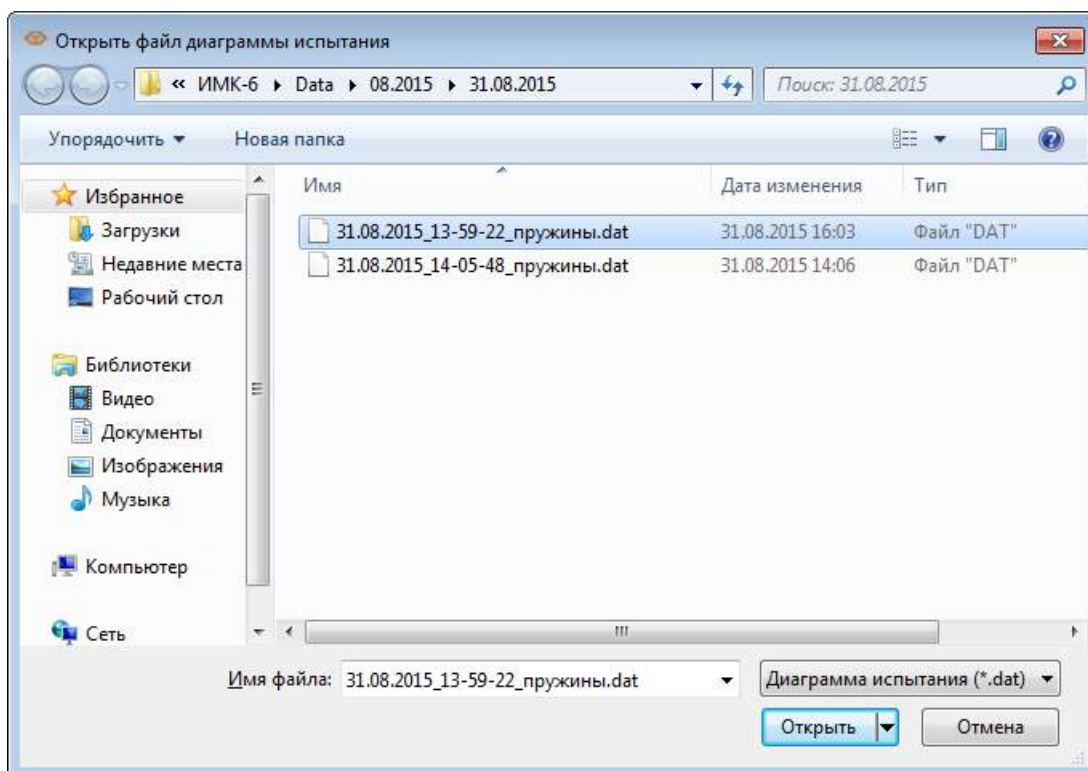


Рис. 33. Открытие файла диаграммы испытания

Выбор пункта меню «Файл» / «Переименовать...» вызывает стандартный диалог сохранения файла (рис. 34), в котором следует указать новое имя файла диаграммы испытания. Нажатие кнопки «Сохранить» (рис. 34) переименовывает файл диаграммы испытания.

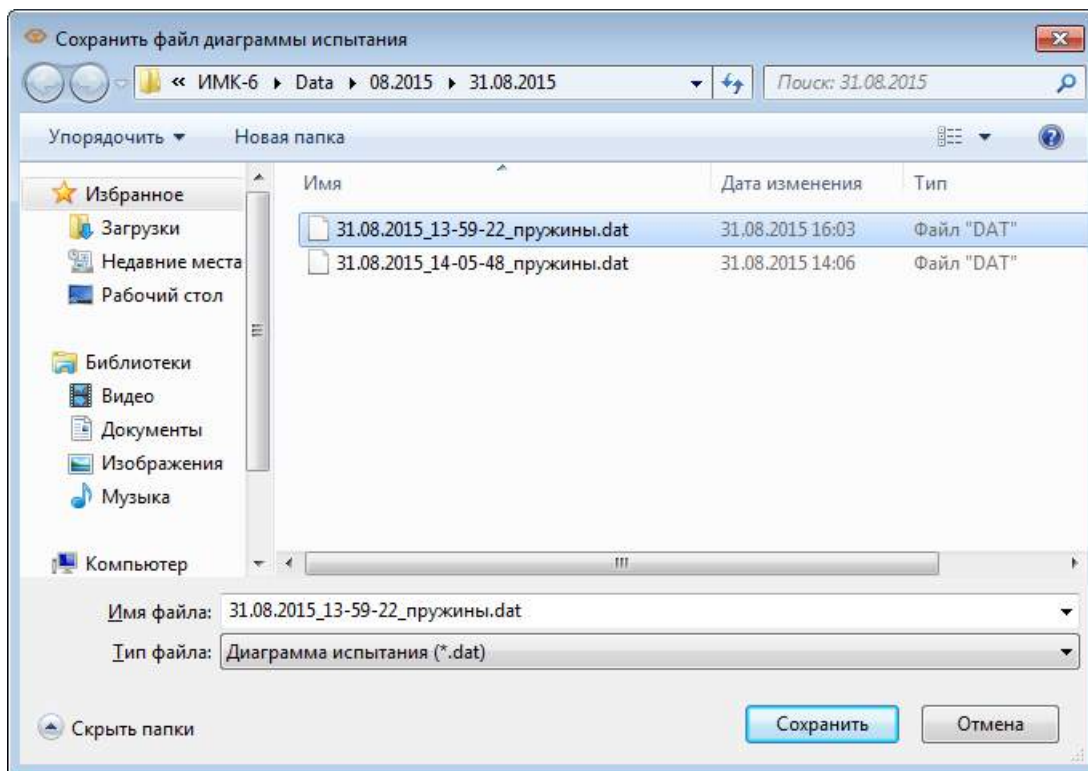


Рис. 34. Сохранение (переименование) файла диаграммы испытания

Выбор пункта меню «**Файл**» / «**Экспорт данных...**» создает текстовый файл с данными испытания, содержащий значения измеренных и рассчитанных величин всех точек испытания. После этого выдается запрос на открытие созданного файла в программе для просмотра. Каждая строка файла содержит значения величин одной точки испытания. Значения отделяются друг от друга символом табуляции. Первые три строки файла содержат соответственно наименования величин, их условные обозначения и единицы измерения. Часть или все содержимое созданного файла легко скопировать в другой файл, например, в документ Excel. Файлу с данными присваивается имя такое же, как и у файла диаграммы испытания, но расширение изменяется на **txt**. Файл с данными сохраняется в папке с файлом диаграммы испытания.

Выбор пункта меню «**Файл**» / «**Папка с шаблонами протоколов**» открывает в проводнике Windows папку с файлами шаблонов протоколов.

Выбор пункта меню «**Файл**» / «**Папка с результатами испытаний**» открывает в проводнике Windows папку, содержащую все файлы диаграмм испытаний «**Data**».

Выбор пункта меню «**Файл**» / «**Папка с результатами испытаний за сегодня**» открывает в проводнике Windows папку, содержащую полученные сегодня файлы диаграмм испытаний.

Выбор пункта меню «**Файл**» / «**Продолжить испытание...**» предназначен для продолжения испытания, сохраненного в открытом файле диаграммы испытания. Подробнее смотрите главу «**Продолжение прерванного или завершенного испытания**».

Нажатие кнопки «>>» (рис. 26–30) приводит к отображению в элементе **«Имя файла»** полного пути и имени файла диаграммы испытания. После нажатия кнопки «>>» ее название изменяется на «<<».

Нажатие кнопки «<<» приводит к отображению в элементе **«Имя файла»** только имени файла диаграммы испытания. После нажатия кнопки «<<» ее название изменяется на «>>».

Нажатие кнопки «...» открывает в проводнике Windows папку с файлом диаграммы испытания.

Для параметров образца **«Тип образца»**, **«Материал»**, **«Марка материала»** и **«Наим. продукции»** можно сформировать список значений для выбора. Пункт меню **«Настройка»** / **«Параметры образца»** / **«Материал...»** открывает окно **«Параметры образца. Материал»**, в котором задается список материалов. Аналогично настраиваются списки значений для других параметров образца.

Для параметров описания **«Оператор»**, **«Описание среды»**, **«Заказчик»**, **«Назв. испытания»**, **«Норм. документ»**, **«Примечание»** и **«Заключение»** можно сформировать список значений для выбора. Пункт меню **«Настройка»** / **«Описание»** / **«Оператор...»** открывает окно **«Описание. Оператор»**, в котором задается список операторов. Аналогично настраиваются списки значений для других параметров описания.

Кнопка **«Предв. просмотр»** (рис. 26–30) предназначена для открытия окна предварительного просмотра печати диаграммы испытания (рис. 35).

Кнопка **«Печать...»** (рис. 26-30) предназначена для печати диаграммы испытания. На печать выводится диаграмма, которая отображается на вкладке **«Диаграмма испытания»** (рис. 30). Таким образом, можно выбрать нужный вид диаграммы или выделить интересующий фрагмент. Над диаграммой печатается заголовок, текст которого можно откорректировать на вкладке **«Заглавие»**. На печать выводятся первые 3 строки заголовка.

Кнопка **«Рисунок»** предназначена для создания рисунка испытания (emf-файл векторной графики) и открытия его во внешней программе для просмотра.

Кнопка **«Анализатор»** предназначена для расчета дополнительных показателей испытания. В этой программе кнопка недоступна по причине отсутствия необходимости.

Кнопка **«Серия»** предназначена для открытия файла серии испытаний, созданного автоматически для проведенного испытания и содержащего результаты испытаний одного вида с одинаковым номером серии и результаты их статистической обработки.

При нажатии кнопки **«Протокол»** создается и отображается во внешней программе для просмотра протокол испытания. Протокол испытания представляет собой текстовый файл в формате RTF. Созданному файлу протокола испытания присваивается имя такое же, как и у файла диаграммы испытания, но расширение изменяется на **rtf**. Протокол сохраняется в папке с файлом диаграммы испытания. Печать протоколов осуществляется из внешней программы для просмотра. В главе **«Редактирование шаблона протокола испытания»** показано, как можно изменить форму протокола испытания.

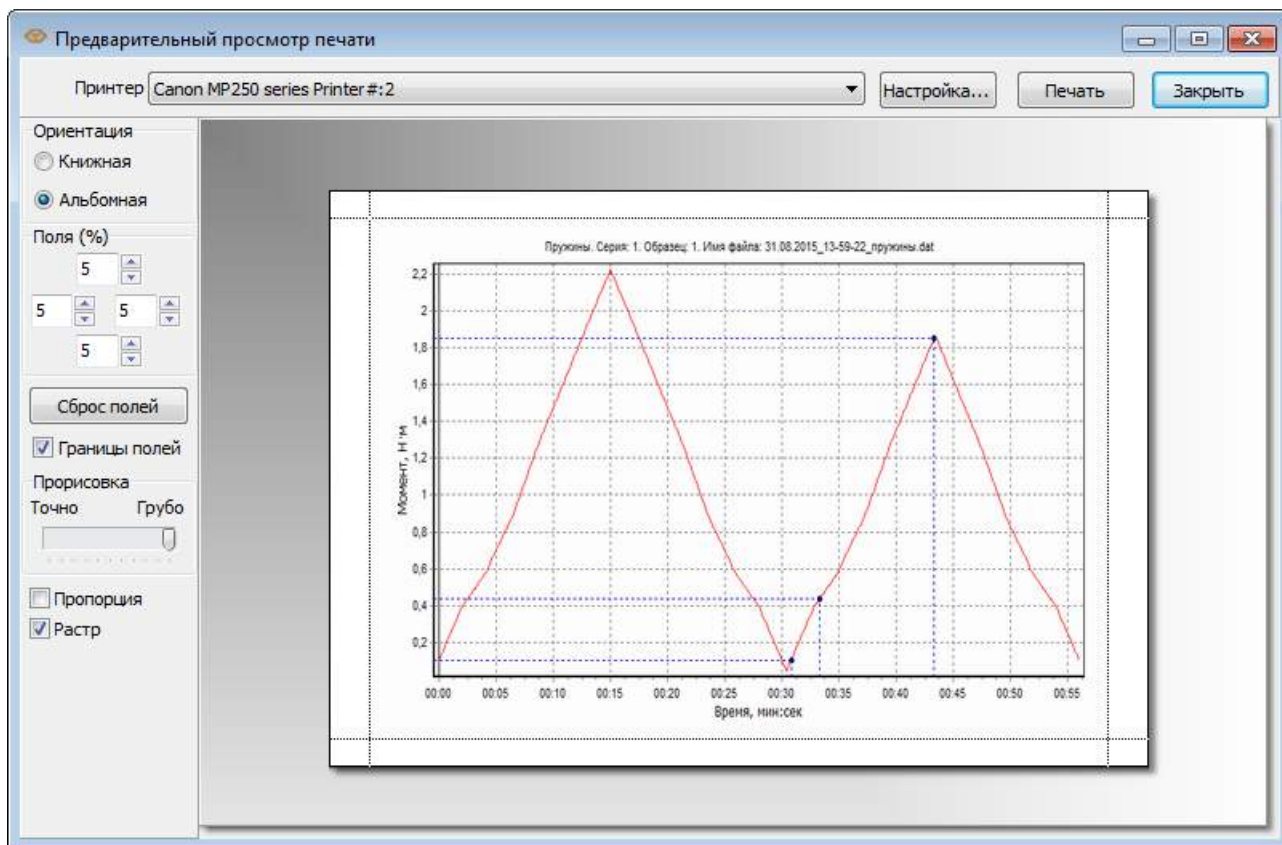


Рис. 35. Предварительный просмотр печати

Создание протокола испытания по кнопке «**Протокол**» производится по шаблону, который соответствует виду проведенного испытания. В папке «**Template**» для каждого вида испытания имеется свой файл шаблона. Имя файла шаблона совпадает с названием вида испытания, которому он соответствует (например, «**Пружины.rtf**»).

Чтобы создать протокол испытания по другому шаблону следует выбрать в меню «**Файл**» пункт «**Протокол испытания по шаблону...**». Для выбора шаблона вызывается стандартный диалог открытия файла. Затем по заданному шаблону создается протокол и отображается во внешней программе для просмотра.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Протоколы с рисунками**» приводит к созданию протоколов испытаний с рисунком – диаграммой испытания. Вид рисунка испытания можно выбрать на вкладке «**Диаграмма испытания**» (рис. 30). При отсутствии галочки протоколы испытаний будут создаваться без рисунков.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Единицы измерения в протоколе**» приводит к отображению в протоколе испытания значений всех величин с единицами измерения. При отсутствии галочки единицы измерения не отображаются.

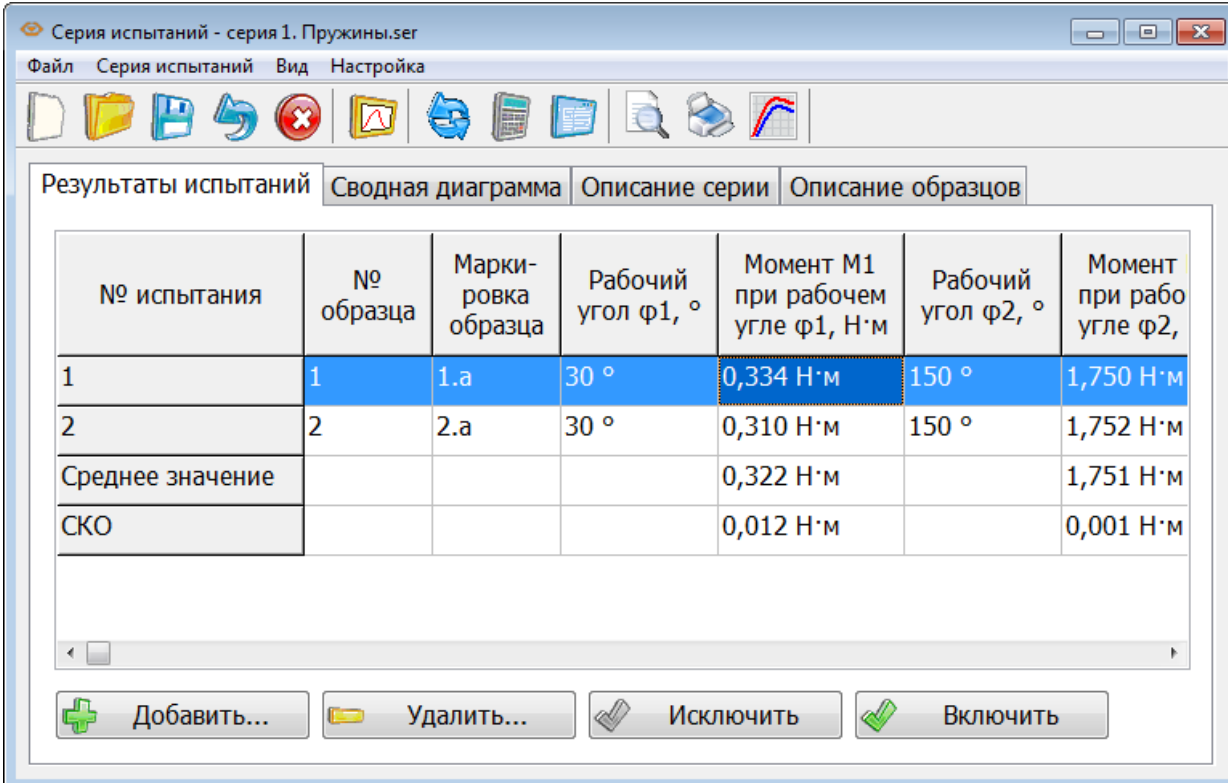
Серия испытаний

Серия испытаний состоит из нескольких испытаний одного вида. Для серии испытаний возможно создание протокола, содержащего результаты всех испытаний в серии и их статистику: минимальное, максимальное и среднее значения, среднеквадратическое отклонение, стандартное отклонение, коэффициент вариации, стандартное отклонение среднего значения, коэффициент вариации среднего значения.

Программа автоматически создает файлы серии испытаний и сохраняет в них результаты испытаний. Так результаты всех испытаний одного вида, проведенных в один день и имеющих одинаковый номер серии, автоматически сохраняются в одном файле серии испытаний в папке «Data\mm.yyyy\dd.mm.yyyy», где dd, mm, yyyy – день, месяц и год проведения испытаний. Файл серии испытаний получает имя «серия s. tt.ser», где s – номер серии, tt – вид испытания. Например, результаты всех испытаний «Пружины» для серии №1, проведенных 1 августа 2015 г. сохраняются в файле «Data\08.2015\01.08.2015\серия 1. Пружины.ser».

Программа также позволяет вручную создавать файлы серии испытаний и добавлять в них произвольное количество результатов испытаний одного вида.

Для открытия файла серии испытаний, созданного автоматически для проведенного испытания, необходимо в окне «**Диаграмма испытания**» (рис. 26) нажать кнопку «**Серия**». Откроется окно «**Серия испытаний**», в котором можно просмотреть результаты испытаний в серии и их статистику (рис. 36), описание серии испытаний (рис. 37.а), описание образцов (рис. 37.б) и сводную диаграмму (рис. 38).



The screenshot shows a software window titled "Серия испытаний - серия 1. Пружины.ser". The window has a menu bar with "Файл", "Серия испытаний", "Вид", and "Настройка". Below the menu is a toolbar with various icons. The main area has four tabs: "Результаты испытаний" (selected), "Сводная диаграмма", "Описание серии", and "Описание образцов". A table displays the test results for two samples, with summary statistics for the average and standard deviation.

№ испытания	№ образца	Маркировка образца	Рабочий угол $\phi_1, ^\circ$	Момент M1 при рабочем угле $\phi_1, \text{Н}\cdot\text{м}$	Рабочий угол $\phi_2, ^\circ$	Момент при рабочем угле $\phi_2, \text{Н}\cdot\text{м}$
1	1	1.а	30 °	0,334 Н·м	150 °	1,750 Н·м
2	2	2.а	30 °	0,310 Н·м	150 °	1,752 Н·м
Среднее значение				0,322 Н·м		1,751 Н·м
СКО				0,012 Н·м		0,001 Н·м

At the bottom of the window, there are four buttons: "Добавить..." (Add...), "Удалить..." (Delete...), "Исключить" (Exclude), and "Включить" (Include).

Рис. 36. Серия испытаний. Результаты испытаний

На вкладке «**Результаты испытаний**» (рис. 36) в таблице отображаются результаты испытаний в серии и их статистика. Параметры статистики для отображения в таблице и протоколе серии испытаний можно выбрать в меню «**Вид**» / «**Статистика**».

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Единицы измерения в таблице результатов**» приводит к отображению в таблице значений всех величин с единицами измерения. При отсутствии галочки единицы измерения не отображаются, но остаются указанными в названиях столбцов и строк таблицы. При создании протокола серии испытаний эта галочка имеет аналогичное действие.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Разделить результаты по направлению образца**» приводит к отображению в таблице отдельно (в разных колонках) результатов испытаний для образцов с направлением «**Вдоль**» и «**Поперек**». При отсутствии галочки результаты испытаний отображаются вместе независимо от направления образцов. На создание протокола серии испытаний установка или отсутствие данной галочки влияния не оказывает. В любом случае протокол может содержать как разделенные по направлению образцов («**Вдоль**» и «**Поперек**») результаты испытаний и их статистику, так и неразделенные. Для некоторых видов испытаний разделение результатов по направлению образца не предусмотрено.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Закрепить 1-ю колонку в таблице результатов**» приводит к закреплению первой колонки в таблице результатов испытаний. В этом случае при прокрутке по горизонтали содержимого таблицы первая колонка всегда остается видимой, что позволяет легко определить какому номеру испытания или параметру статистики соответствует то или иное значение в таблице.

Установка галочки в пункте меню «**Вид**» / «**Автоподбор ширины столбцов**» приводит к автоматической установке ширины столбцов в таблице результатов испытаний. При отсутствии галочки ширина столбцов таблицы может быть изменена только вручную. Для этого следует поместить указатель мыши на границу двух столбцов в первой строке таблицы, прижать левую кнопку мыши, затем переместить указатель влево или вправо на необходимое расстояние и отпустить кнопку мыши.

Статистика результатов испытаний определяется по следующим формулам:

$$\text{Среднее значение } \bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\text{Среднеквадратическое отклонение } \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\text{Стандартное отклонение } s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\text{Коэффициент вариации (в процентах) } cv = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$\text{Стандартное отклонение среднего значения } \bar{s} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Коэффициент вариации среднего значения (в процентах) } v = \frac{\bar{s}}{\bar{x}} \cdot 100$$

Здесь n – количество испытаний в серии; x_i – значение результата i -го испытания.

В нижней части окна «Серия испытаний» (рис. 36) расположены кнопки для управления результатами испытаний в серии.

Кнопка «Добавить...» предназначена для добавления испытаний в серию. При ее нажатии вызывается стандартный диалог открытия файла, в котором можно выбрать ранее сохраненные файлы диаграмм испытания.

Кнопка «Удалить...» предназначена для удаления выделенных в таблице испытаний из серии. Перед удалением испытаний делается запрос на подтверждение их удаления.

Кнопка «Исключить» предназначена для исключения выделенных в таблице испытаний из серии. При этом исключенные испытания не удаляются из серии и в дальнейшем могут быть снова в нее включены. Исключенные испытания выделяются в таблице серым фоном, не используются при расчете статистики и не выводятся в протокол. Диаграммы исключенных испытаний не отображаются на сводной диаграмме.

Кнопка «Включить» предназначена для включения выделенных в таблице испытаний в серию.

После добавления, удаления, исключения или включения испытаний производится автоматический перерасчет статистики.

Серия испытаний - серия 1. Пружины.ser

Файл Серия испытаний Вид Настройка

Результаты испытаний Сводная диаграмма Описание серии Описание образцов

Описание серии испытаний

Номер серии:	1
Дата испытаний:	31.08.2015 г.
Количество испытаний:	2
Номер машины:	1
Оператор:	Иванов А. Н.
Рабочая скорость, об/мин:	2
Температура, °С:	20
Среда:	
Описание среды:	
Заказчик:	
Номер заказа:	24
Назв. испытания:	
Норм. документ:	
Примечание:	
Заключение:	

Рис. 37.а. Описание серии испытаний

На вкладках «**Описание серии**» (рис. 37.а) и «**Описание образцов**» (рис. 37.б) отображаются соответственно параметры описания серии испытаний и параметры описания образцов. Значения всех параметров описания используются для создания протокола серии испытаний.

Первоначально для каждой серии испытаний значения параметров описания устанавливаются автоматически по значениям соответствующих параметров отдельных испытаний из этой серии. В дальнейшем значения параметров описания можно изменить. Для удобства каждый параметр описания имеет свой список значений для выбора. Сначала в этот список добавляются значения соответствующего параметра описания из всех отдельных испытаний в серии. Затем добавляются значения из общего списка значений этого параметра. Для настройки общего списка значений какого-либо параметра необходимо в главном окне программы (рис. 5) или в окне «**Диаграмма испытания**» (рис. 26) выбрать в меню «**Настройка**» / «**Параметры образца**» или «**Настройка**» / «**Описание**» соответствующий пункт с названием этого параметра.

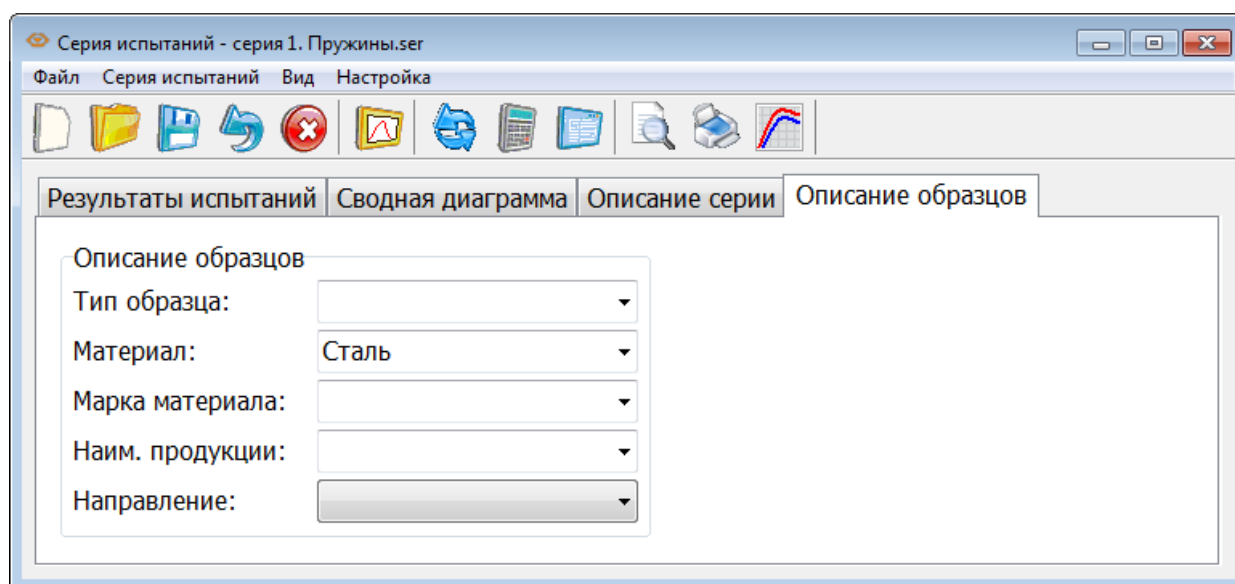
















Рис. 37.б. Описание образцов в серии испытаний


В верхней части окна «**Серия испытаний**» расположен ряд кнопок для выполнения следующих действий:


-  – Создать новый файл серии испытаний;
-  – Открыть файл серии испытаний;
-  – Сохранить изменения в файле серии испытаний;
-  – Отменить изменения в серии испытаний;
-  – Закрыть файл серии испытаний;
-  – Открыть окно просмотра диаграммы испытания, выделенного в таблице;
-  – Обновить результаты испытаний в серии;
-  – Рассчитать результаты серии испытаний (статистику);
-  – Создать протокол серии испытаний и открыть его во внешней программе для просмотра;


-  – Предварительный просмотр печати сводной диаграммы;
-  – Печать сводной диаграммы;
-  – Создать рисунок сводной диаграммы и открыть его во внешней программе для просмотра;


Кнопка  предназначена для создания нового файла серии испытаний.



Кнопка  предназначена для открытия файла серии испытаний. При ее нажатии вызывается стандартный диалог открытия файла, в котором можно выбрать ранее сохраненный файл серии испытаний.



Кнопка  предназначена для сохранения всех изменений в файле серии испытаний.


Кнопка  предназначена для отмены всех изменений в серии испытаний, сделанных после открытия или последнего сохранения файла серии испытаний.


Кнопка  предназначена для закрытия файла серии испытаний.


Кнопка  предназначена для открытия окна просмотра диаграммы испытания, выделенного в таблице (рис. 36). То же происходит при двойном нажатии левой кнопки мыши в строке таблицы с результатами испытания.

При нажатии кнопки  обновляются результаты испытаний в серии. Результаты каждого испытания считываются из соответствующего файла диаграммы испытания. После этого производится автоматический перерасчет статистики. Чтобы сохранить изменения в файле серии испытаний необходимо нажать кнопку .

Обновлять результаты испытаний в серии требуется после сохранения изменений в файлах диаграмм испытаний. Файл серии испытаний, созданный автоматически для проведенного испытания, обновляется автоматически при сохранении изменений в файле диаграммы испытания. Файл серии испытаний, в который испытание было добавлено вручную, требуется обновлять последовательным нажатием кнопок  и .


При нажатии кнопки  выполняется расчет результатов серии испытаний (статистики). В этой программе расчет статистики производится автоматически при любых изменениях в серии. Поэтому нажимать эту кнопку для пересчета результатов не требуется.

При нажатии кнопки  создается и отображается во внешней программе для просмотра протокол серии испытаний. Протокол представляет собой текстовый файл в формате RTF. Созданному файлу протокола присваивается имя такое же, как и у файла серии испытаний, но расширение изменяется на **rtf**. Протокол сохраняется в папке с файлом серии испытаний. Печать протоколов осуществляется из внешней программы для просмотра. В главе «**Редактирование шаблона протокола серии испытаний**» показано, как можно изменить форму протокола.


Создание протокола серии испытаний по кнопке  производится по шаблону, который соответствует виду проведенной серии испытаний. В папке «**Template**» для каждого вида серии испытаний имеется свой файл шаблона. Имя файла шаблона серии испытаний начинается с «**Серия.** » и содержит название вида испытания, которому он соответствует (например, «**Серия. Пружины.rtf**»).

Чтобы создать протокол серии испытаний по другому шаблону следует выбрать в меню «Серия испытаний» пункт «Протокол серии испытаний по шаблону...». Для выбора шаблона вызывается стандартный диалог открытия файла. Затем по заданному шаблону создается протокол и отображается во внешней программе для просмотра.

Установка галочки в пункте меню «Вид» / «Протоколы с рисунками» приводит к созданию протоколов серии испытаний с рисунком – сводной диаграммой испытаний. Вид диаграммы можно выбрать на вкладке «Сводная диаграмма» (рис. 38). При отсутствии галочки протоколы будут создаваться без рисунков.

Кнопка  предназначена для открытия окна предварительного просмотра печати сводной диаграммы.

Кнопка  предназначена для печати сводной диаграммы.

Кнопка  предназначена для создания рисунка сводной диаграммы (emf-файл векторной графики) и открытия его во внешней программе для просмотра.

Выводится на печать и сохраняется в файле рисунка диаграмма, которая отображается на вкладке «Сводная диаграмма» (рис. 38). Таким образом, можно выбрать нужный вид диаграммы или выделить интересующий фрагмент.

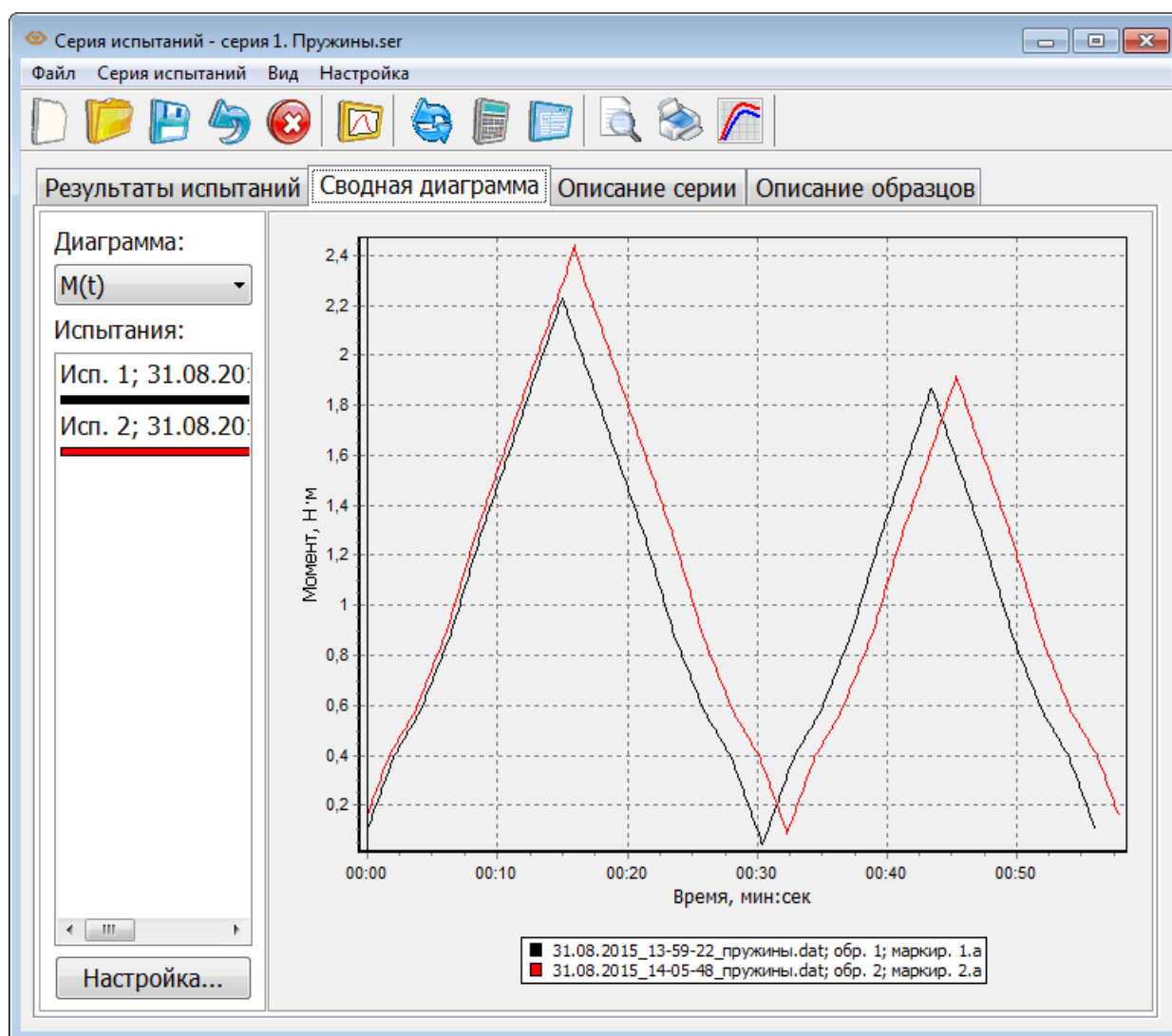


Рис. 38. Сводная диаграмма

Сводная диаграмма серии испытаний

Сводная диаграмма серии испытаний отображается в окне «Серия испытаний» на вкладке «Сводная диаграмма» (рис. 38).

Вид отображаемой диаграммы выбирается из выпадающего списка «Диаграмма».

Список «Испытания» содержит краткую информацию об испытаниях, отображаемых на сводной диаграмме:

- Номер испытания в серии, как в первом столбце таблицы результатов (рис. 36);
- Имя файла диаграммы испытания, как в последнем столбце таблицы;
- Цвет графика на сводной диаграмме.

Диаграммы исключенных испытаний на сводной диаграмме не отображаются.

Детализация фрагментов диаграммы осуществляется так же, как и в окне «Диаграмма испытания».

Вместе с диаграммой может быть показана **легенда** – обозначения графиков на диаграмме. Легенда содержит цвета графиков и информацию о соответствующих им испытаниях.

Кнопка «Настройка...» предназначена для открытия окна «Настройка сводной диаграммы» (рис. 39). В этом окне можно задать цвета графиков, содержимое и положение легенды для сводной диаграммы.

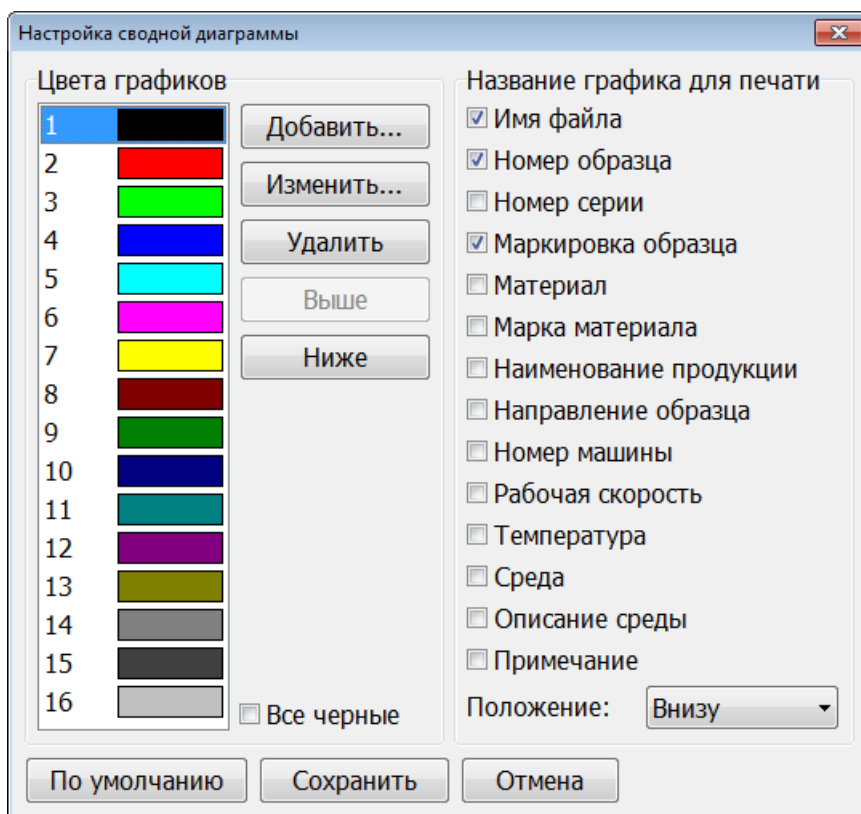


Рис. 39. Настройка сводной диаграммы

Группа элементов «**Цвета графиков**» (рис. 39) предназначена для настройки списка цветов графиков на сводной диаграмме.

Чтобы добавить новый цвет в список, необходимо нажать кнопку «**Добавить...**». Откроется стандартный диалог выбора цвета (рис. 40). В нем нужно выбрать новый цвет и нажать кнопку «**ОК**».

Чтобы изменить имеющийся в списке цвет, необходимо выбрать его в списке и нажать кнопку «**Изменить...**». Откроется стандартный диалог выбора цвета. В нем нужно выбрать новый цвет и нажать кнопку «**ОК**».

Кнопка «**Удалить...**» предназначена для удаления из списка выбранного цвета. Подтверждение на удаление не запрашивается.

Кнопка «**Выше**» перемещает выбранный в списке цвет выше на одну позицию.

Кнопка «**Ниже**» перемещает выбранный в списке цвет ниже на одну позицию.

При установке галочки в элементе «**Все черные**» все графики на сводной диаграмме будут иметь черный цвет.

Группа элементов «**Название графика для печати**» предназначена для настройки содержимого и положения легенды на сводной диаграмме.

В содержимое легенды добавляется только та часть информации об испытании, для которой соответствующие элементы отмечены галочкой (рис. 39). Если выбрать очень много элементов и размер легенды превысит размер диаграммы, то легенда не будет показана. Чтобы легенда стала отображаться, необходимо уменьшить ее содержимое или увеличить размеры окна «**Серия испытаний**», в котором отображается сводная диаграмма.

Положение легенды на сводной диаграмме выбирается из выпадающего списка «**Положение**».

Кнопка «**По умолчанию**» предназначена для установки параметров сводной диаграммы по умолчанию.

После завершения настройки параметров нажмите кнопку «**Сохранить**», чтобы сохранить изменения и закрыть окно.

Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

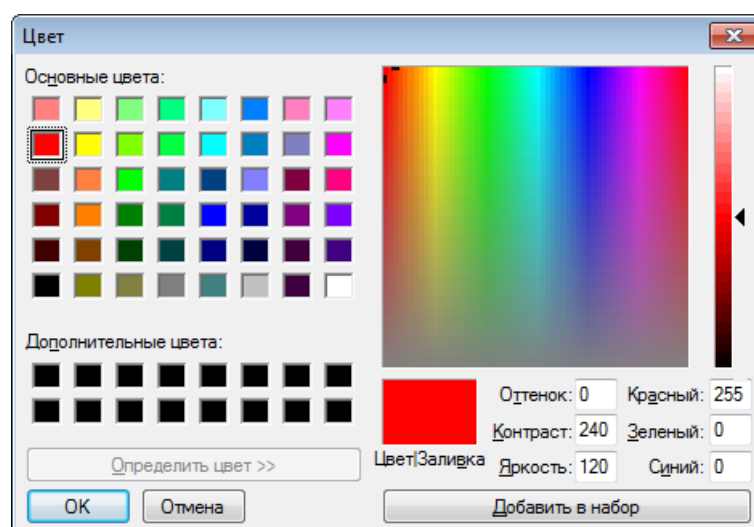


Рис. 40. Стандартный диалог выбора цвета

Настройка параметров СОМ-порта

Связь компьютера с МБУ осуществляется через последовательный интерфейс USB (виртуальный СОМ-порт). Подключение МБУ к интерфейсу USB выполнено гальванически изолированным.

В программе предусмотрена возможность выбора любого свободного СОМ-порта ПК. Если при запуске программы ранее выбранный СОМ-порт оказывается недоступен (удален из системы или занят другой программой), то в список событий выводится соответствующее сообщение.

Настройка параметров СОМ-порта производится в окне «**СОМ-порт**» (рис. 41), которое открывается при выборе пункта меню «**Настройка**» / «**СОМ-порт...**» в главном окне программы.

Выпадающий список «**СОМ-порт**» позволяет задать СОМ-порт ПК, который используется для связи с МБУ. В списке отображаются все СОМ-порты, имеющиеся на используемом ПК.

Выпадающий список «**Скорость связи, бит/с**» позволяет задать скорость связи по СОМ-порту. Скорость связи должна быть равна **115200** бит/с. Данная настройка устанавливается изготовителем испытательной машины, пользователю изменять этот параметр не следует.

После завершения настройки параметров СОМ-порта нажмите кнопку «**Сохранить**», чтобы сохранить изменения и закрыть окно. После закрытия окна новые параметры сразу вступают в силу. Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

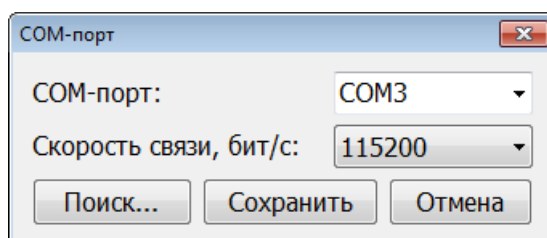


Рис. 41. Настройка СОМ-порта

Для автоматического определения СОМ-порта ПК, который используется для связи с МБУ, нажмите кнопку «**Поиск...**». При этом необходимо, чтобы МБУ был подключен к компьютеру.

При нажатии кнопки «**Поиск...**» открывается окно «**Поиск устройства**» (рис. 42), в котором отображается процесс поиска устройства МБУ. После завершения поиска в этом же окне выводится сообщение с результатом поиска (рис. 43, 44).

Если устройство будет обнаружено (рис. 43), то кнопка «**Сохранить**» станет доступной для нажатия. Нажмите кнопку «**Сохранить**», чтобы сохранить новые параметры СОМ-порта и закрыть окно. Окно «**СОМ-порт**» (рис. 41) также будет закрыто.

Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы прервать поиск и закрыть окно без изменений параметров СОМ-порта.

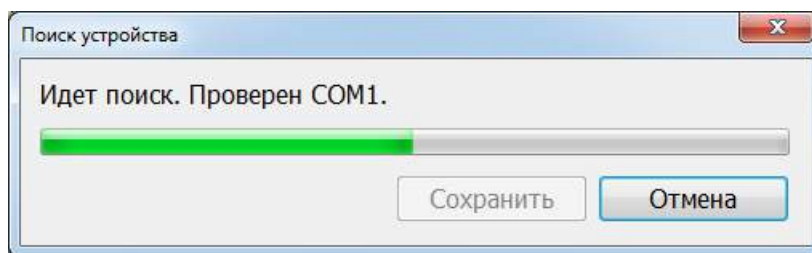


Рис. 42. Окно «Поиск устройства»

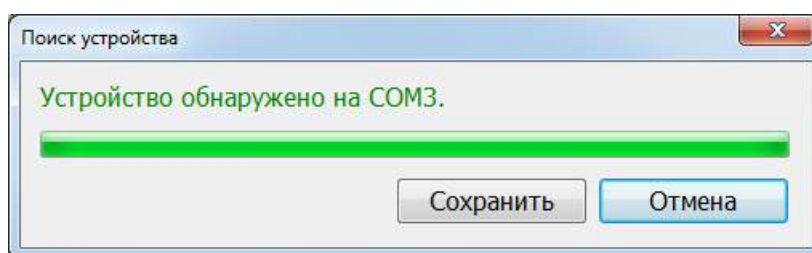


Рис. 43. Поиск завершен, устройство обнаружено

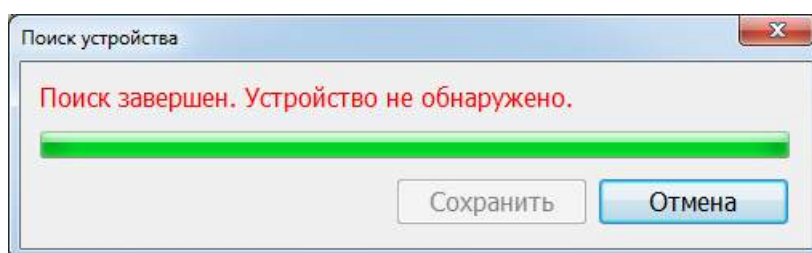


Рис. 44. Поиск завершен, устройство не обнаружено

Диапазоны и ряд скоростей вращения ведущего захвата

Настройка диапазонов и ряда скоростей вращения ведущего захвата производится в окне «Ряд скоростей вращения» (рис. 45), которое открывается при выборе пункта меню «Настройка» / «Ряд скоростей вращения...» в главном окне программы.

Выпадающий список «Активный диапазон скоростей» предназначен для указания фактического диапазона скоростей, установленного на испытательной машине.

Ряд скоростей вращения ведущего захвата устанавливается для удобства выбора фиксированных значений скоростей в выпадающих списках главного окна программы.

Для каждого диапазона скоростей может быть задан свой ряд скоростей. Чтобы сформировать ряд скоростей для диапазона также можно использовать общий ряд скоростей. При этом значения скоростей для диапазона будут получены путем умножения значений скоростей из общего ряда на заданный множитель. Общий ряд скоростей удобно использовать, если имеются диапазоны скоростей, отличающиеся значениями скоростей в целое число раз.

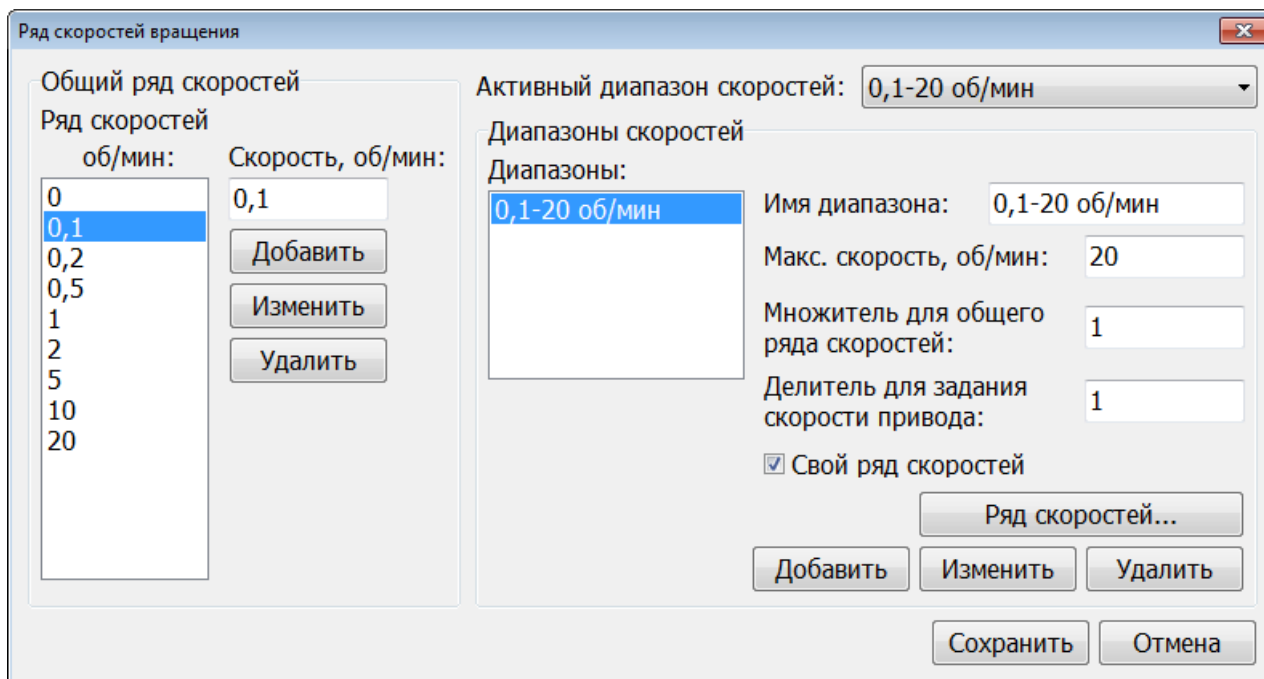


Рис. 45. Диапазоны и общий ряд скоростей вращения

Для редактирования общего ряда скоростей предназначена группа элементов **«Общий ряд скоростей»**.

Для добавления нового значения скорости требуется ввести это значение в элемент **«Скорость, об/мин»** и нажать кнопку **«Добавить»**.

Для изменения какого-либо значения скорости требуется выделить это значение в списке **«Ряд скоростей, об/мин»**, ввести новое значение в элемент **«Скорость, об/мин»** и нажать кнопку **«Изменить»**.

Для удаления какого-либо значения скорости требуется выделить это значение в списке **«Ряд скоростей, об/мин»** и нажать кнопку **«Удалить»**. Подтверждение на удаление значения скорости не запрашивается.

Для редактирования списка диапазонов скоростей предназначена группа элементов **«Диапазоны скоростей»**.

Список **«Диапазоны»** отображает все диапазоны скоростей, используемые для работы на испытательной машине.

Для добавления нового диапазона скоростей требуется ввести значения в элементы **«Имя диапазона»**, **«Макс. скорость, об/мин»**, **«Множитель для общего ряда скоростей»**, **«Делитель для задания скорости привода»**, установить или снять галочку в элементе **«Свой ряд скоростей»** и нажать кнопку **«Добавить»**.

Элемент **«Имя диапазона»** отображает имя диапазона скоростей.

Элемент **«Макс. скорость, об/мин»** отображает максимальную разрешенную скорость для диапазона.

Элемент **«Множитель для общего ряда скоростей»** отображает значение множителя, который используется при вычислении значений скоростей ряда. Используется только при отсутствии галочки в элементе **«Свой ряд скоростей»**. При этом значения скоростей для диапазона получаются путем умножения значений скоростей из общего ряда на заданный множитель.

Элемент **«Делитель для задания скорости привода»** отображает значение делителя d , который используется для масштабирования регулировочной характеристики электропривода при определении кода ЦАП для установки заданной скорости вращения ведущего захвата. Построение регулировочной характеристики ЭП (см. главу **«Настройка электропривода»**) производится только для одного диапазона скоростей. Для этого диапазона делитель d должен быть равен 1. Для других диапазонов скоростей делитель d должен быть меньше 1, если это менее скоростной диапазон, или больше 1, если диапазон более скоростной. Регулировочная характеристика ЭП представляет собой функцию скорости вращения ведущего захвата от кода ЦАП: $V_{вр} = f(N_{цап})$. В любом диапазоне при задании скорости $V_{зад}$ сначала вычисляется приведенное значение скорости $V_{вр} = V_{зад} / d$. Затем по регулировочной характеристике ЭП для полученного значения $V_{вр}$ определяется код ЦАП для установки задания ЭП.

При установке галочки в элементе **«Свой ряд скоростей»** для диапазона скоростей будет использоваться свой ряд скоростей.

Для изменения параметров диапазона скоростей требуется выделить этот диапазон в списке **«Диапазоны»**, ввести новые значения в элементы **«Имя диапазона»**, **«Макс. скорость, об/мин»**, **«Множитель для общего ряда скоростей»**, **«Делитель для задания скорости привода»**, **«Свой ряд скоростей»** и нажать кнопку **«Изменить»**.

Для удаления какого-либо диапазона скоростей требуется выделить этот диапазон в списке **«Диапазоны»** и нажать кнопку **«Удалить»**. Перед удалением диапазона скоростей запрашивается подтверждение.

После завершения редактирования диапазонов и ряда скоростей нажмите кнопку **«Сохранить»** (рис. 45), чтобы сохранить изменения и закрыть окно. После закрытия окна, выпадающие списки скоростей в главном окне программы будут содержать заданный для текущего диапазона ряд скоростей.

Нажмите кнопку **«Отмена»**, чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

Для любого диапазона можно задать свой ряд скоростей. Просмотр и редактирование этого ряда скоростей производится в окне **«Ряд скоростей для диапазона»** (рис. 46), для открытия которого требуется выделить нужный диапазон в списке **«Диапазоны»** и нажать кнопку **«Ряд скоростей...»** (рис. 45). Свой ряд скоростей для диапазона используется только при установке галочки в элементе **«Свой ряд скоростей»**. Редактирование ряда скоростей для диапазона производится также как и редактирование общего ряда скоростей. После завершения редактирования ряда скоростей нажмите кнопку **«Сохранить»** (рис. 46), чтобы сохранить изменения и закрыть окно. Нажмите кнопку **«Отмена»**, чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

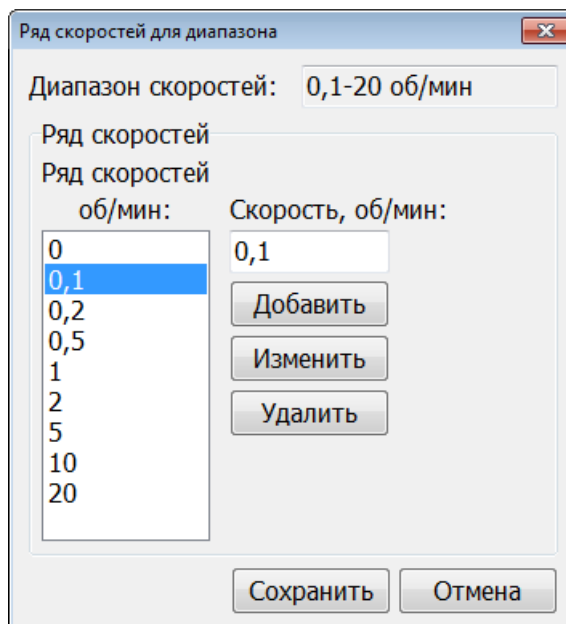


Рис. 46. Ряд скоростей для диапазона

Настройка электропривода

Перед настройкой ЭП необходимо настроить параметры измерителя угла поворота ведущего захвата.

Настройка ЭП заключается в регистрации регулировочной характеристики ЭП на холостом ходу. Регулировочная характеристика ЭП представляет собой зависимость скорости вращения ведущего захвата от кода ЦАП: $V_{вр} = f(N_{цап})$. Данный режим полностью автоматизирован. Регистрация регулировочной характеристики ЭП выполняется только для одного диапазона скоростей и длится несколько минут. Для этого диапазона скоростей параметр «**Делитель для задания скорости привода**» должен быть равен 1 (см. главу «**Диапазоны и ряд скоростей вращения ведущего захвата**»). Для других диапазонов скоростей производится масштабирование регулировочной характеристики.

Переход в режим настройки ЭП происходит при выборе пункта меню «**Настройка**» / «**Электропривод**» в главном окне программы. При этом в нижней части главного окна программы отображается группа элементов «**Электропривод**» (рис. 47).

Элемент «**Тип электропривода**» задает тип используемого электропривода. В этой программе доступно только одно значение «**Цифровой, импульсное задание скорости**».

В левой части группы элементов «**Регулировочная характеристика электропривода**» расположена таблица, в которой отображается список точек регулировочной характеристики ЭП. В колонке «**Код ЦАП**» отображаются значения относительных кодов ЦАП. В колонке «**Скорость**» отображаются измеренные значения скорости.

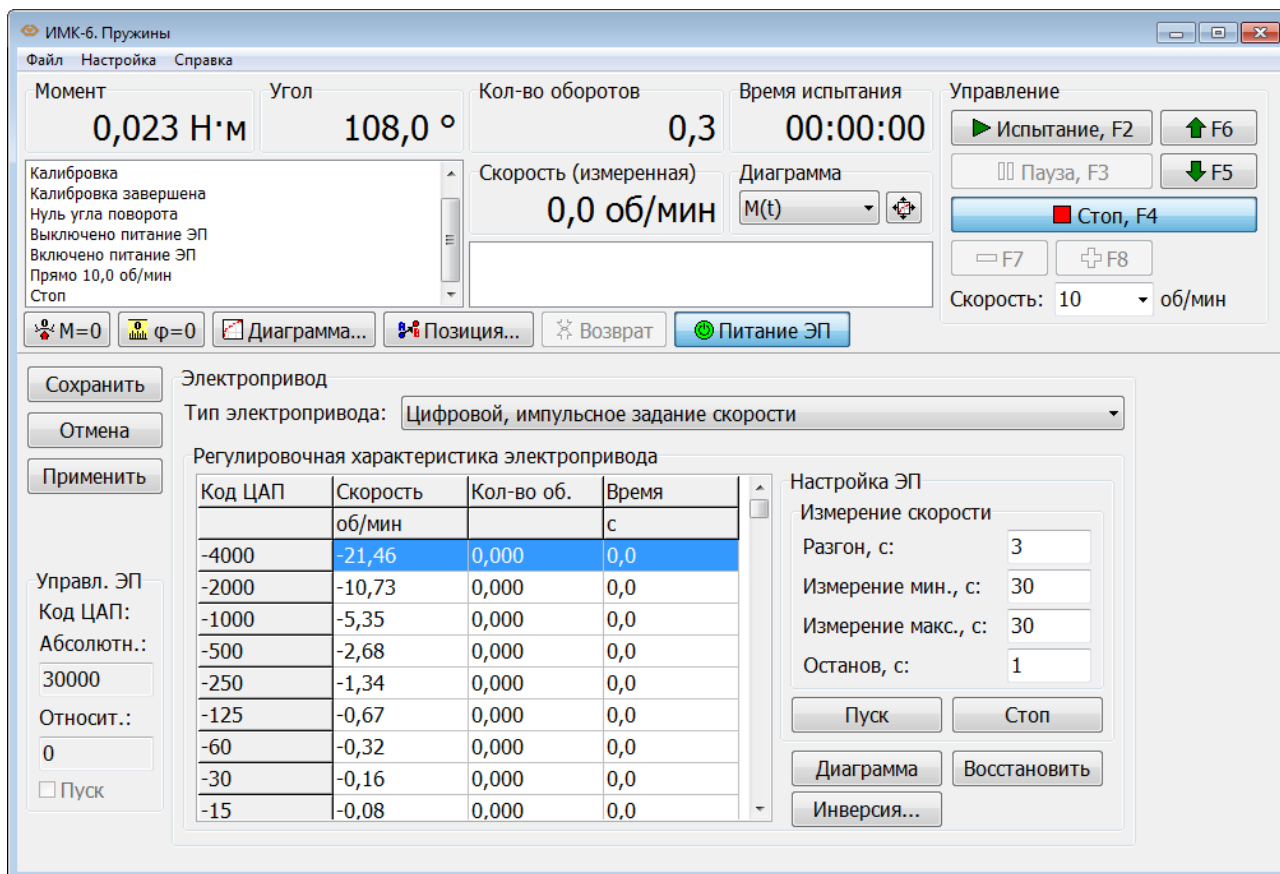


Рис. 47. Настройка электропривода

Группа элементов «**Измерение скорости**» задает параметры для измерения одного значения скорости. Значения всех параметров задаются в секундах.

Элемент «**Разгон, с**» задает время разгона перед началом измерения скорости. После записи кода в ЦАП для установки задания ЭП выжидается указанное время, чтобы скорость вращения ведущего захвата установилась.

Элементы «**Измерение мин., с**» и «**Измерение макс., с**» задают соответственно минимальный и максимальный периоды измерения скорости.

Элемент «**Останов, с**» задает время останова после окончания измерения скорости. На это время производится выключение ЭП, чтобы скорость вращения ведущего захвата спала.

Рекомендуется установить следующие значения параметров:

- Разгон = 3 с;
- Измерение мин. = 30 с;
- Измерение макс. = 30 с;
- Останов = 1 с.

Группа элементов «**Управл. ЭП**» отображает служебную информацию: код ЦАП и состояние ЭП. Элементы «**Абсолютн.**» и «**Относит.**» отображают текущие абсолютное и относительное значения кода ЦАП соответственно. Код ЦАП используется для установки задания ЭП. Если элемент «**Пуск**» отмечен галочкой, то ЭП включен. Если галочка отсутствует, то ЭП выключен.

Для начала проведения настройки ЭП нажмите кнопку «**Пуск**» (рис. 47). Во время настройки ЭП в список событий выводятся сообщения о выполняемых этапах настройки, а в таблицу добавляются полученные точки регулировочной характеристики.

Для прекращения настройки ЭП нажмите кнопку «**Стоп**».

Кнопка «**Диаграмма**» позволяет просмотреть регулировочную характеристику ЭП в графическом виде (рис. 48). Если она имеет сильные изломы, то следует повторить настройку ЭП. Если после повторной настройки характеристика не улучшилась, следует искать причину неисправности. В области малых значений скорости допустима нелинейность. Во время проведения настройки ЭП также можно просматривать в графическом виде получающуюся регулировочную характеристику.

Кнопка «**Инверсия...**» предназначена для инвертирования регулировочной характеристики электропривода. Инверсию допускается выполнять при первичной настройке машины, если направление вращения ведущего захвата противоположно от задаваемого.

После завершения настройки ЭП нажмите кнопку «**Сохранить**» (рис. 47), чтобы сохранить полученную регулировочную характеристику и другие параметры и выйти из режима настройки ЭП. Новые параметры настройки ЭП, включая регулировочную характеристику, сразу вступают в силу.

При нажатии кнопки «**Применить**» новая регулировочная характеристика ЭП вступает в силу, но выход из режима настройки ЭП не производится.

При нажатии кнопки «**Восстановить**» восстанавливается регулировочная характеристика, которая имелаась до перехода в режим настройки ЭП.

Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы отменить все изменения и выйти из режима настройки ЭП.



Рис. 48. Графическое отображение регулировочной характеристики ЭП

Настройка датчика крутящего момента

Внимание! Неправильная настройка датчика крутящего момента может привести к полной потере работоспособности испытательной машины.

Настройка датчика крутящего момента заключается в создании его тарировочной характеристики – зависимости фактического значения момента от кода АЦП. Для тарировки датчика момента необходимо использовать приспособление для поверки датчика и набор гирь. При нагружении датчика момента фиксируются характерные точки: нуль и номинальный момент датчика. Корректировка нелинейности датчика производится путем ввода промежуточных значений.

Программа позволяет настроить несколько датчиков момента. В дальнейшем при проведении испытаний необходимо будет выбрать используемый датчик момента из списка.

Переход к настройке параметров и тарировочной характеристики датчиков момента происходит при выборе пункта меню «**Настройка**» / «**Датчик момента**» в главном окне программы. При этом в нижней части главного окна программы отображаются группы элементов «**Датчики момента**» и «**Тарировка датчика момента**» (рис. 49).

При настройке параметров и тарировочной характеристики датчика момента значения момента должны задаваться только в базовой единице измерения (Н·м).

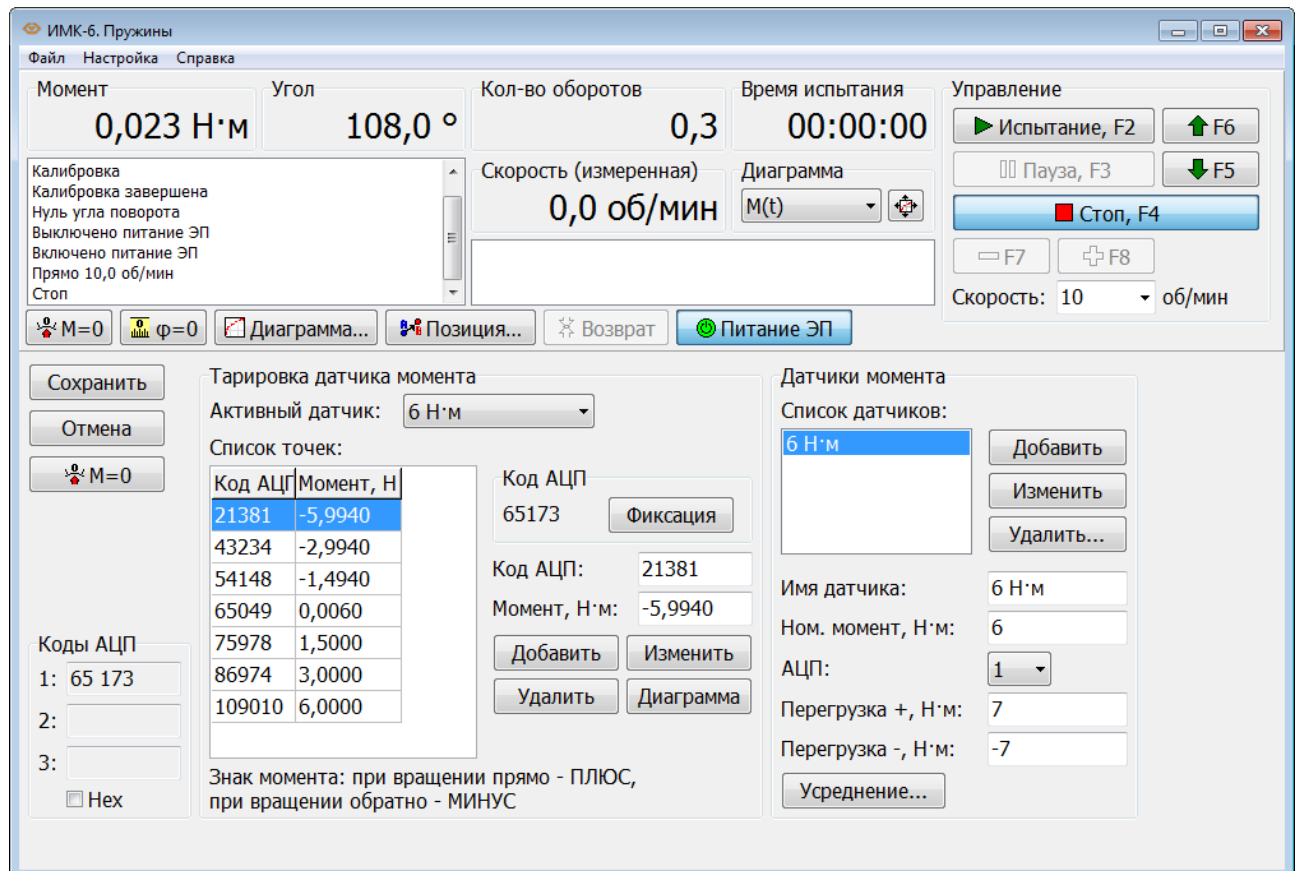


Рис. 49. Настройка датчика крутящего момента

Группа элементов «**Датчики момента**» предназначена для настройки списка датчиков момента.

Элемент «**Список датчиков**» отображает имена всех имеющихся датчиков момента. Для просмотра параметров какого-либо датчика необходимо выделить его в этом списке.

Элемент «**Имя датчика**» отображает имя датчика. Рекомендуется, чтобы имя содержало информацию об основных параметрах датчика. Например, имя «6 Н·м» говорит о том, что номинальный момент датчика равен 6 Н·м.

Элемент «**Ном. момент, Н·м**» отображает номинальный момент датчика. Параметр должен быть задан числом больше 0. Важно правильно задать этот параметр, потому что его значение используется для определения формата отображения значения момента.

Список «**АЦП**» отображает номер АЦП, к которому подключен датчик.

Элементы «**Перегрузка +, Н·м**» и «**Перегрузка –, Н·м**» отображают значения перегрузки датчика для положительных и отрицательных значений момента соответственно. Если показания датчика достигнут или превысят эти значения, то будет зафиксирована перегрузка датчика момента и выключен электропривод. Значение параметра «Перегрузка +» должно быть задано числом больше или равным 0, а «Перегрузка –» – числом меньше или равным 0.

Для создания нового датчика момента требуется ввести в соответствующие элементы новое имя датчика, его номинальный момент, значения перегрузки для положительных и отрицательных значений момента, а также указать номер АЦП, к которому подключен датчик. Затем нужно нажать кнопку «**Добавить**». При этом создается нетарированный датчик.

Если требуется изменить некоторые параметры существующего датчика, то нужно сначала выделить этот датчик в списке, затем отредактировать параметры и нажать кнопку «**Изменить**». Новые параметры сразу вступают в силу.

Чтобы удалить существующий датчик, нужно выделить этот датчик в списке и нажать кнопку «**Удалить...**». Перед удалением датчика запрашивается подтверждение. Удалить можно только неактивный датчик.

Кнопка «**Усреднение...**» предназначена для открытия окна «**Параметры усреднения значений датчика**» (рис. 50), в котором задаются параметры усреднения показаний датчика момента. Применение усреднения позволяет уменьшить разброс показаний датчика, который может возникнуть, например, из-за сильных помех. В этой программе усреднение не используется.

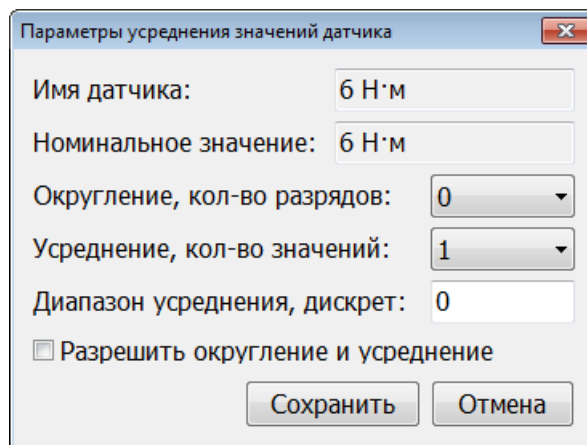



Рис. 50. Параметры усреднения значений датчика момента

Группа элементов «**Тарировка датчика момента**» (рис. 49) предназначена для редактирования тарировочной характеристики датчика момента.


Элемент «**Активный датчик**» позволяет задать датчик момента, который используется в данный момент. В верхней части главного окна программы в элементе «**Момент**» отображается текущее значение момента для этого датчика, а слева от кнопки «**Фиксация**» – значение кода АЦП, к которому датчик подключен.

Таблица «**Список точек**» отображает список настроечных точек тарировочной характеристики активного датчика момента.

Для тарировки датчика момента сначала необходимо выбрать его в списке «**Активный датчик**». Затем следует сбалансировать противовесами приспособление для поверки датчика и установить его в ведомый захват. Рычаг приспособления необходимо расположить строго горизонтально. Во время установки или снятия приспособления из ведомого захвата обязательно должен быть вставлен фиксатор датчика момента (для защиты датчика от повреждения).

Если выполняется корректировка тарировочной характеристики ранее настроенного датчика, то после установки приспособления необходимо выполнить обнуление крутящего момента нажатием на кнопку . Фиксатор датчика момента при этом должен быть выдвинут.

При тарировке нового датчика, как и в случае полного удаления настроечных точек, обнуление крутящего момента не требуется. Следует учитывать, что пока не будут введены как минимум две настроечные точки, элемент «**Момент**» будет отображать вместо момента значение кода АЦП в формате «#nnnnnn».

При обнулении крутящего момента по кнопке  выполняется коррекция значений момента для всех точек тарировочной характеристики датчика.

Подвеска для гирь в приспособлении для поверки датчика момента устанавливается на расстоянии 500 мм от оси вращения. Поэтому при установке на подвеску гири весом 1 кг, к датчику будет приложен момент $1 \text{ кг} \cdot 9,816 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ м} = 4,908 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Для гирь с другим весом момент вычисляется аналогично. Если подвеску для гирь расположить спереди машины, то при тарировке датчика необходимо задавать отрицательные значения момента, а если сзади – то положительные.

Для добавления новой точки в тарифовочную зависимость необходимо ввести код АЦП и значение момента в элементы «Код АЦП» и «Момент, Н·м» соответственно, затем нажать кнопку «Добавить». Если требуется изменить код АЦП или значение момента существующей точки, то нужно сначала выделить эту точку в списке, отредактировать код АЦП или значение момента и нажать кнопку «Изменить». Чтобы удалить существующую точку, нужно выделить эту точку в списке и нажать кнопку «Удалить». Подтверждение на удаление точки не запрашивается. Любые изменения тарифовочной характеристики сразу вступают в силу и отражаются на показаниях момента в программе.

Кнопка «Фиксация» копирует текущие значения кода АЦП и момента в элементы редактирования «Код АЦП» и «Момент, Н·м» соответственно. После копирования значения доступны для ручной корректировки.

Кнопка «Диаграмма» позволяет просмотреть тарифовочную характеристику датчика момента в графическом виде (рис. 51). Характеристика не должна иметь сильных изломов.

Группа элементов «Коды АЦП» (рис. 49) отображает значения кодов всех АЦП (служебная информация). При отсутствии галочки в элементе «Hex» отображение кодов АЦП производится в 10-чной системе счисления, а при ее установке – в 16-ричной системе счисления.

После завершения настройки параметров и тарифовочных характеристик датчиков момента нажмите кнопку «Сохранить», чтобы сохранить изменения.

Нажмите кнопку «Отмена» чтобы отменить все изменения.

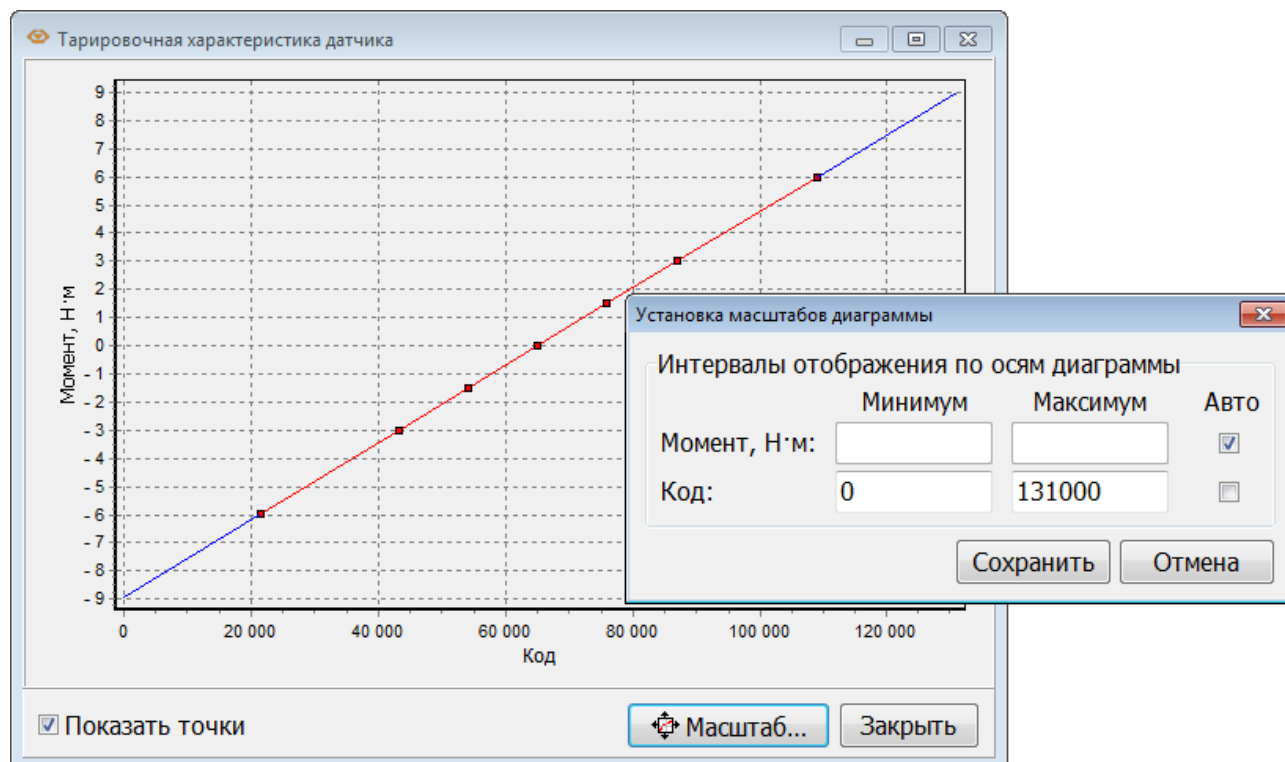


Рис. 51. Графическое отображение тарифовочной характеристики датчика момента

Настройка параметров измерителя угла поворота ведущего захвата

Переход к настройке параметров измерителя угла поворота ведущего захвата происходит при выборе пункта меню «Настройка» / «Измеритель угла поворота» в главном окне программы. При этом в нижней части главного окна программы отображается группа элементов «Измерение угла поворота» (рис. 52).

Информация от измерителя угла поворота ведущего захвата поступает в ПК в виде цифровых кодов. Масштабный коэффициент определяет зависимость между кодом и фактическим значением угла поворота:

$$K = \frac{\Delta\varphi}{\Delta Code}$$
, где $\Delta\varphi$ – значение приращения угла поворота, выраженное в миллиградусах,

$\Delta Code$ – величина изменения кода энкодера, вызванного приращением угла поворота.

Масштабный коэффициент измерения угла поворота определяется конструкцией испытательной машины. Теоретический расчет коэффициента производится по формуле:

$$K = \frac{1000 \times 360^\circ}{4 \times Z} = \frac{1000 \times 360^\circ}{4 \times 2000 \text{имп/оборот}} = 45 \text{ миллиградус/имп},$$

где Z – количество импульсов (меток) растрового датчика на один оборот.

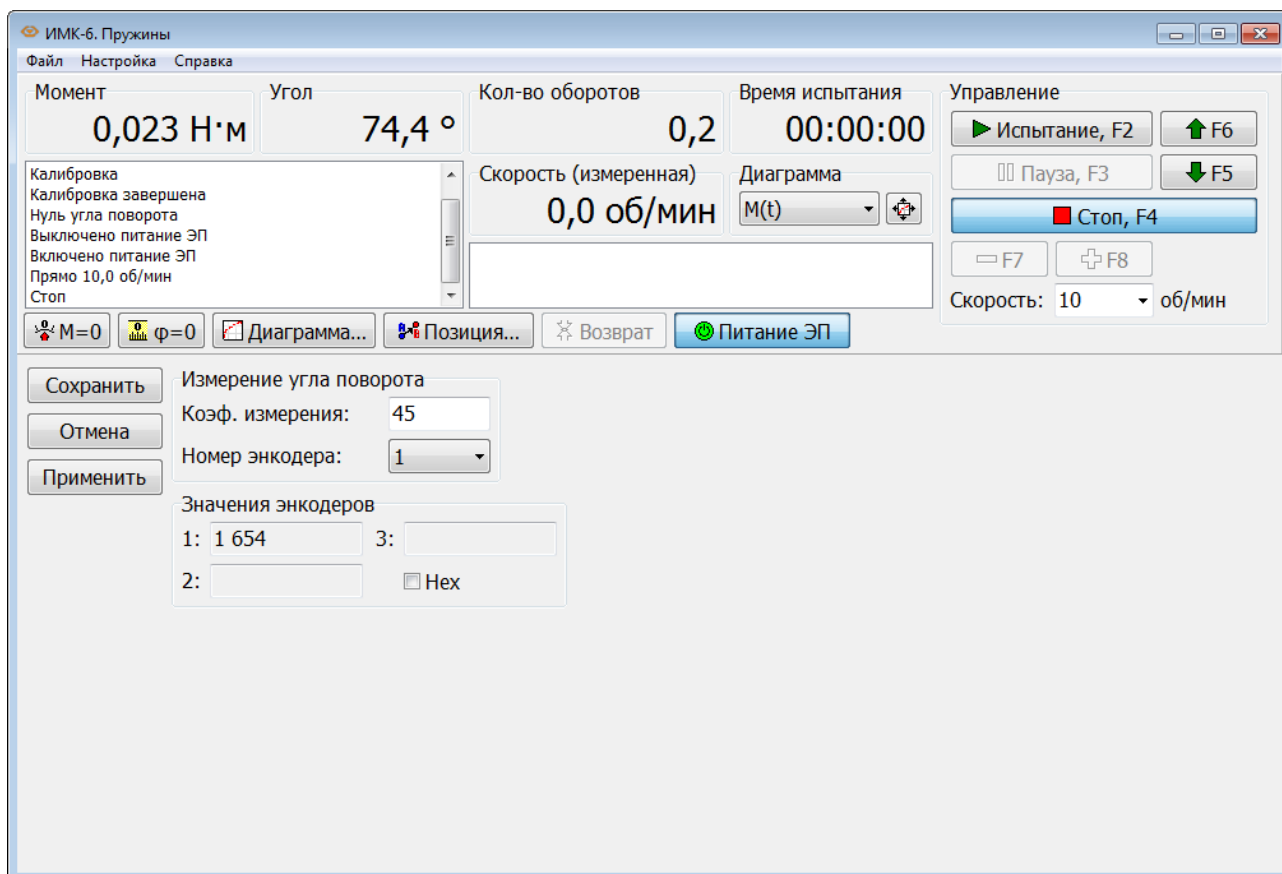


Рис. 52. Настройка параметров измерителя угла поворота

Настройка параметров измерителя угла поворота ведущего захвата производится в группе элементов **«Измерение угла поворота»**.

Элемент **«Кэф. измерения»** предназначен для ввода масштабного коэффициента измерения угла поворота. Знак масштабного коэффициента должен быть выбран так, чтобы при вращении ведущего захвата прямо показания угла поворота увеличивались.

Список **«Номер энкодера»** предназначен для указания номера энкодера, к которому подключен измеритель угла поворота.

Группа элементов **«Значения энкодеров»** отображает значения всех энкодеров (служебная информация). Отсутствие галочки в элементе **«Hex»** вызывает отображение значений в 10-чной системе счисления, а установка галочки – в 16-ричной системе счисления.

После завершения настройки параметров измерителя угла поворота нажмите кнопку **«Сохранить»**, чтобы сохранить изменения и закрыть страницу настройки. Новые параметры сразу вступают в силу.

Нажмите кнопку **«Отмена»** чтобы отменить все изменения и закрыть страницу настройки.

Нажмите кнопку **«Применить»** чтобы новые параметры вступили в силу. Страница настройки при этом не закрывается.

Настройка параметров замедления вращения

Настройка параметров замедления вращения при возврате и позиционировании ведущего захвата производится в окне **«Замедление»** (рис. 53), которое открывается при выборе пункта меню **«Настройка» / «Замедление...»** в главном окне программы.

Для добавления новой точки в характеристику замедления необходимо ввести значения угла поворота и скорости вращения в элементы **«Угол, °»** и **«Скорость, об/мин»** соответственно, затем нажать кнопку **«Добавить»**. Если требуется изменить значение угла или скорости существующей точки, то нужно сначала выделить в списке эту точку, отредактировать значение угла или скорости и нажать кнопку **«Изменить»**. Чтобы удалить существующую точку, нужно выделить в списке эту точку и нажать кнопку **«Удалить»**. Подтверждение на удаление точки не запрашивается.

Параметры замедления вращения при возврате и позиционировании ведущего захвата масштабируются в соответствии со значением параметра **«Делитель для задания скорости привода»** для текущего диапазона скоростей (см. главу **«Диапазоны и ряд скоростей вращения ведущего захвата»**).

После завершения настройки параметров нажмите кнопку **«Сохранить»**, чтобы сохранить изменения и закрыть окно. После закрытия окна новые параметры сразу вступают в силу. Нажмите кнопку **«Отмена»**, чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

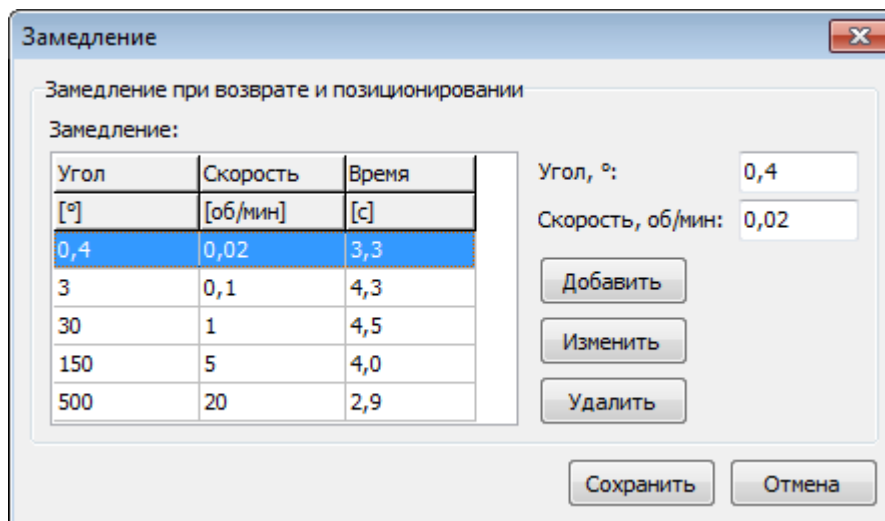


Рис. 53. Параметры замедления вращения при возврате и позиционировании ведущего захвата

Настройка управления от дискретных входов

Первоначальная настройка управления от дискретных входов выполняется изготовителем испытательной машины. Без необходимости не следует изменять значения ее параметров.

Настройка управления от дискретных входов производится в окне «Управление от дискретных входов» (рис. 54), которое открывается при выборе пункта меню «Настройка» / «Управление от дискретных входов...» в главном окне программы.

В состав МБУ входят 8 дискретных входов. К дискретному входу 1 подключается кнопка «Стоп» с передней панели машины. Дискретные входы 2 – 8 могут использоваться для выполнения специальных функций: управление вращением ведущего захвата и проведением испытания. Для каждого состояния (включен, выключен) дискретного входа может быть задана своя функция. Текущее состояние дискретных входов 2 – 8 отображается в окне зеленым кружком.

К дискретным входам 2 – 8 подключается внешний пульт управления испытательной машиной.

Если к дискретному входу N (здесь и далее в этой главе $N = 2 - 8$) подключена кнопка «Прямо» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Вращение прямо
Дискр. вход N выключен	Прекратить вращение

При этом ведущий захват будет вращаться прямо, пока кнопка «Прямо» пульта управления будет удерживаться нажатой. Скорость вращения ведущего захвата задается в главном окне программы. При отпускании кнопки вращение будет остановлено. Чтобы при отпускании кнопки вращение продолжалось, следует для состояния «Дискр. вход N выключен» задать функцию «Не используется».

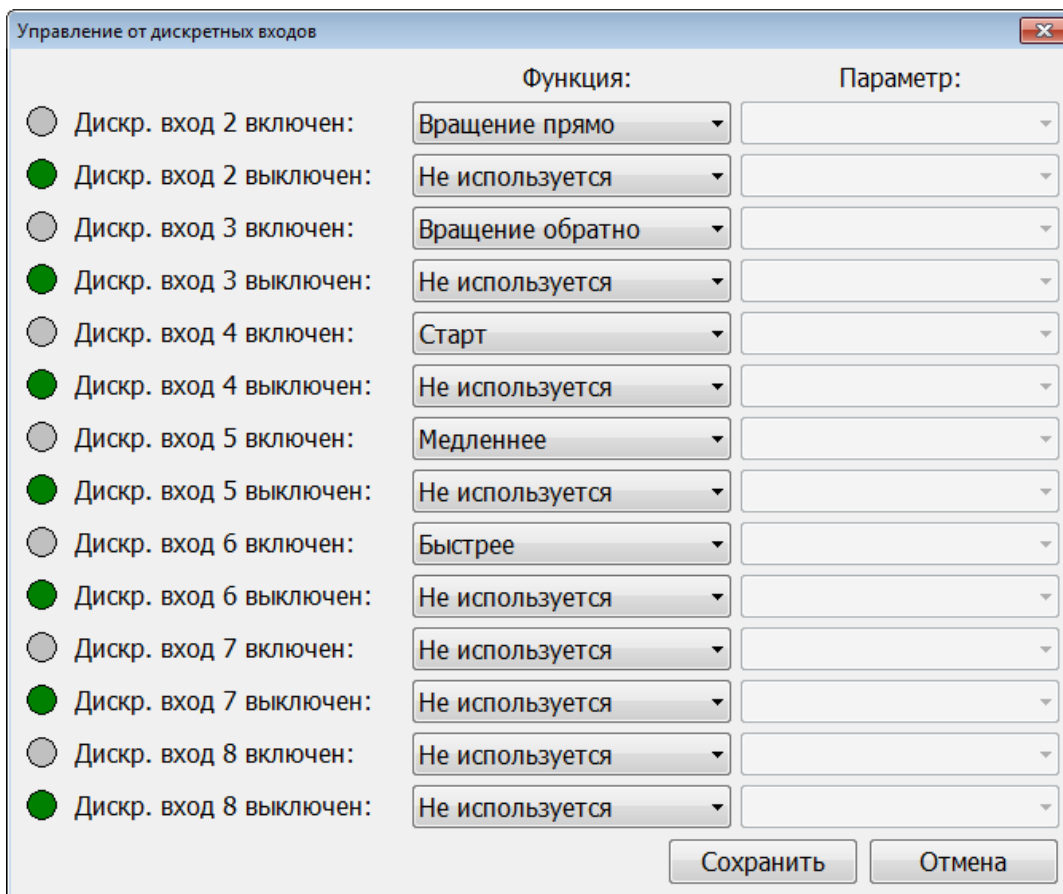


Рис. 54. Настройка управления от дискретных входов

Если к дискретному входу N подключена кнопка «Обратно» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Вращение обратно
Дискр. вход N выключен	Прекратить вращение

При этом ведущий захват будет вращаться обратно, пока кнопка «Обратно» пульта управления будет удерживаться нажатой. Скорость вращения ведущего захвата задается в главном окне программы. При отпускании кнопки вращение будет остановлено. Чтобы при отпускании кнопки вращение продолжалось, следует для состояния «Дискр. вход N выключен» задать функцию «Не используется».

Если к дискретному входу N подключена кнопка «Медленнее» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Медленнее
Дискр. вход N выключен	Не используется

При нажатии на пульте управления кнопки «Медленнее» во время вращения ведущего захвата его скорость будет уменьшена.

Если к дискретному входу N подключена кнопка «**Быстрее**» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Быстрее
Дискр. вход N выключен	Не используется

При нажатии на пульте управления кнопки «**Быстрее**» во время вращения ведущего захвата его скорость будет увеличена.

Если к дискретному входу N подключена кнопка «**Старт**» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Старт
Дискр. вход N выключен	Не используется

Кнопка «**Старт**» предназначена для начала нового испытания. При ее нажатии сначала открывается окно «**Подтверждение начала испытания**» (рис. 23). Для начала испытания необходимо снова нажать эту кнопку. Чтобы отменить проведение испытания, следует нажать на пульте кнопку «**Стоп**».

Если к дискретному входу N подключена кнопка «**Стоп**» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Стоп
Дискр. вход N выключен	Не используется

Кнопка «**Стоп**» предназначена для выключения ЭП (остановки вращения ведущего захвата) и завершения испытания.

Если к дискретному входу N подключена кнопка «**Возврат**» пульта управления, то для этого входа необходимо задать следующие функции:

	Функция
Дискр. вход N включен	Возврат
Дискр. вход N выключен	Не используется

Кнопка «**Возврат**» обеспечивает возврат ведущего захвата в исходное положение после завершения испытания. Сначала выполняется разгрузка образца до минимального значения крутящего момента. Затем выдается запрос на продолжение возврата на повышенной скорости. Для продолжения возврата необходимо снова нажать на пульте кнопку «**Возврат**». Чтобы отменить возврат, следует нажать на пульте кнопку «**Стоп**». При подходе к исходному положению выполняется замедление для точного позиционирования.

После завершения настройки нажмите кнопку «**Сохранить**», чтобы сохранить изменения и закрыть окно. После закрытия окна новые параметры сразу вступают в силу. Нажмите кнопку «**Отмена**», чтобы отменить все изменения и закрыть окно.

Редактирование шаблона протокола испытания

Программа позволяет создавать протоколы испытаний в текстовом формате RTF (см. главу «**Просмотр результатов и диаграммы испытания**»). Создание протокола испытания производится по шаблону. Шаблон представляет собой текстовый файл с ключевыми словами. При создании протокола испытания ключевые слова в шаблоне заменяются соответствующими им значениями величин.

В папке «**Template**» для каждого вида испытания имеется свой файл шаблона. Имя файла шаблона совпадает с названием вида испытания, которому он соответствует (например, «**Пружины.rtf**»).

Протокол испытания сохраняется программой в папке, в которой расположен соответствующий файл диаграммы испытания (dat-файл). В папке «**Txt**» расположены временные файлы с данными для создания протоколов испытаний по шаблону.

На рис. 55 показан пример шаблона протокола испытания, а на рис. 56 – пример протокола испытания, созданного по этому шаблону.

При необходимости шаблон протокола испытания можно изменить. Для этого следует использовать программу «**Microsoft Office Word**». Ключевые слова в шаблоне выделяются с обеих сторон символом # и содержат только буквы латинского алфавита и цифры. В таблице 1 приведен список ключевых слов шаблона для испытания «Пружины». Для других видов испытаний используются те же ключевые слова.

ПРОТОКОЛ
механических испытаний пружин

Вид испытания: #TestType#
Номер серии: #SerNum#
Номер образца: #SpNum#
Маркировка образца: #SpMark#
Материал образца: #Material#
Температура: #Temperature#
Скорость испытания: #Speed#
Примечание: #Comment#

Параметры поведения испытания:

Направление вращения: #dir#
Момент поджатия: #M0#
Максимальный угол φ_{\max} : #amax#

Результаты испытания

Рабочий угол φ_1 : #a1#
Момент M_1 при рабочем угле φ_1 : #M1#

Рабочий угол φ_2 : #a2#
Момент M_2 при рабочем угле φ_2 : #M2#

Дата: #Date#
Оператор: #Operator# Подпись:

Файл диаграммы испытания: #DataFile#

#Diag#

Рис. 55. Пример шаблона протокола испытания

**ПРОТОКОЛ
механических испытаний пружин**

Вид испытания: Пружины
 Номер серии: 1
 Номер образца: 1
 Маркировка образца: 1.а
 Материал образца: Сталь
 Температура: 20 °С
 Скорость испытания: 2 об/мин
 Примечание:

Параметры поведения испытания:

Направление вращения: Прямо, левая навивка
 Момент поджатия: 0,1 Н·м
 Максимальный угол φ_{\max} : 180 °

Результаты испытания

Рабочий угол φ_1 : 30 °
 Момент M_1 при рабочем угле φ_1 : 0,334 Н·м

Рабочий угол φ_2 : 150 °
 Момент M_2 при рабочем угле φ_2 : 1,750 Н·м

Дата: 31.08.2015 г.
 Оператор: Иванов А. Н. Подпись:

Файл диаграммы испытания: C:\Users\Женя\AppData\Local\Точприбор-КБ\ИМК\Data\08.2015\31.08.2015\31.08.2015_13-59-22_пружины.dat

Рис. 56. Пример протокола испытания

Таблица 1. Ключевые слова шаблона протокола для испытания «Пружины»

Ключевое слово	Описание	Пример отображения
TestType	Вид испытания	Пружины
TestName	Название испытания ⁽²⁾	
SerNum	Номер серии испытаний ⁽¹⁾	1
SpNum	Номер образца в серии испытаний ⁽¹⁾	1
SpMark	Маркировка образца ⁽¹⁾	1.а
Material	Материал образца ⁽¹⁾	Сталь
MaterialMark	Марка материала ⁽¹⁾	
ProductName	Наименование продукции ⁽¹⁾	
SpDir	Направление образца ⁽¹⁾	
MachNum	Номер машины ⁽²⁾	1
Client	Заказчик ⁽²⁾	
OrderNum	Номер заказа ⁽²⁾	24

Ключевое слово	Описание	Пример отображения
StartDateTime	Дата и время начала испытания	31.08.2015 13:59:22
StartDate	Дата начала испытания	31.08.2015
Date	Дата начала испытания	31.08.2015 г.
Time	Время начала испытания	13:59:22
StopDateTime	Дата и время окончания испытания	31.08.2015 14:00:18
StopDate	Дата окончания испытания	31.08.2015
StopTime	Время окончания испытания	14:00:18
Duration	Продолжительность испытания	56,0с
Speed	Рабочая скорость испытания	2 об/мин
Temperature	Температура испытания ⁽²⁾	20 °С
Env	Среда испытания ⁽²⁾	
EnvDescr	Описание среды ⁽²⁾	
NormDoc	Нормативный документ ⁽²⁾	
Comment	Примечание ⁽²⁾	
EndCondition	Условие завершения испытания	
DataFile	Полный путь и имя файла диаграммы испытания	
DataFileName	Имя файла диаграммы испытания	
Operator	Оператор ⁽²⁾	Иванов А. Н.
Conclusion	Заключение ⁽²⁾	
Diag	Диаграмма испытания (рисунок)	
SpTypeDescr	Тип образца ⁽¹⁾	
dir	Направление вращения, направление навивки пружины	Прямо, левая навивка
M0	Момент поджатия	0,1 Н·м
amax	Максимальный угол	180 °
a1	Рабочий угол φ_1	30 °
M1	Момент M_1 при рабочем угле φ_1	0,334 Н·м
a2	Рабочий угол φ_2	150 °
M2	Момент M_2 при рабочем угле φ_2	1,750 Н·м
Mu	Единица измерения крутящего момента	Н·м
Au	Единица измерения угла поворота	°

(1) – Значение параметра задается в описании образца.

(2) – Значение параметра задается в описании испытания.

Редактирование шаблона протокола серии испытаний

Программа позволяет создавать протоколы серий испытаний в текстовом формате RTF (см. главу «**Серия испытаний**»). Создание протокола серии испытаний производится по шаблону. Шаблон представляет собой текстовый файл с ключевыми словами. При создании протокола ключевые слова в шаблоне заменяются соответствующими им значениями величин.

В папке «**Template**» для каждого вида серии испытаний имеется свой файл шаблона. Имя файла шаблона серии испытаний начинается с «**Серия.** » и содержит название вида испытания, которому он соответствует (например, «**Серия. Пружины.rtf**»).

Протокол серии испытаний сохраняется программой в папке, в которой расположен файл серии испытаний (ser-файл). В папке «**Тxt**» расположены временные файлы с данными для создания протоколов по шаблону.

На рис. 57 показан пример шаблона протокола серии испытаний, а на рис. 58 – пример протокола серии испытаний, созданного по этому шаблону.

При необходимости шаблон протокола серии испытаний можно изменить. Для этого следует использовать программу «**Microsoft Office Word**». Ключевые слова в шаблоне выделяются с обеих сторон символом # и содержат только буквы латинского алфавита и цифры. В таблице 2 приведен список ключевых слов шаблона для серии испытаний «**Пружины**». Для других видов испытаний используются те же ключевые слова.

В шаблоне протокола серии испытаний можно использовать два уровня детализации. Первый уровень детализации используется для вывода в протокол результатов всех отдельных испытаний в серии и их статистики. Второй уровень детализации действует аналогично, но статистика не выводится. В обоих уровнях также можно выводить параметры образца (размеры) и описание отдельных испытаний в серии. Начало и конец первого уровня детализации выделяется в шаблоне протокола метками #D1# или #1D#, а второго – #D2# или #2D#. Уровни детализации могут располагаться в разных частях шаблона в любом количестве и в любом порядке.

Ключевые слова шаблона протокола серии испытаний для первого и второго уровней детализации совпадают с ключевыми словами шаблона протокола одного испытания. Также при создании протокола одного испытания все метки уровней детализации просто удаляются. Поэтому можно сделать общий шаблон протокола для одного испытания и для серии испытаний.

ПРОТОКОЛ СЕРИИ ИСПЫТАНИЙ

Вид испытания: #TestType#
 Номер серии: #SerNum#
 Материал образца: #Material#
 Температура: #Temperature#
 Скорость испытания: #Speed#
 Количество испытаний: #NumOfTests#

Таблица. Результаты испытаний в серии.

№ испытания	№ образца	Маркировка образца	Рабочий угол φ_1 , #Au#	Момент M_1 при рабочем угле φ_1 , #Mu#	Рабочий угол φ_2 , #Au#	Момент M_2 при рабочем угле φ_2 , #Mu#
-------------	-----------	--------------------	---------------------------------	--	---------------------------------	--

#D1#

#n#	#SpNum#	#SpMark#	#a1#	#M1#	#a2#	#M2#
-----	---------	----------	------	------	------	------

#D1#

Таблица. Параметры проведения испытаний.

№ испытания	№ образца	Маркировка образца	Направление вращения	Момент поджатия, #Mu#	Максимальный угол φ_{max} , #Au#
-------------	-----------	--------------------	----------------------	-----------------------	--

#D2#

#n#	#SpNum#	#SpMark#	#dir#	#M0#	#amax#
-----	---------	----------	-------	------	--------

#D2#

Примечание: #Comment#
 Заключение: #Conclusion#

Дата: #Date#
 Оператор: #Operator# Подпись:

#Diag#

Рис. 57. Пример шаблона протокола серии испытаний

ПРОТОКОЛ СЕРИИ ИСПЫТАНИЙ

Вид испытания: Пружины
 Номер серии: 1
 Материал образца:
 Температура: 20 °С
 Скорость испытания: 2 об/мин
 Количество испытаний: 2

Таблица. Результаты испытаний в серии.

№ испытания	№ образца	Маркировка образца	Рабочий угол φ_1 , °	Момент M_1 при рабочем угле φ_1 , Н·м	Рабочий угол φ_2 , °	Момент M_2 при рабочем угле φ_2 , Н·м
1	1	1.a	30 °	0,334 Н·м	150 °	1,750 Н·м
2	2	2.a	30 °	0,310 Н·м	150 °	1,752 Н·м
Среднее значение				0,322 Н·м		1,751 Н·м
СКО				0,012 Н·м		0,001 Н·м

Таблица. Параметры проведения испытаний.

№ испытания	№ образца	Маркировка образца	Направление вращения	Момент поджатия, Н·м	Максимальный угол φ_{\max} , °
1	1	1.a	Прямо, левая навивка	0,1 Н·м	180 °
2	2	2.a	Прямо, левая навивка	0,15 Н·м	190 °

Примечание:
 Заключение:

Дата: 31.08.2015 г.
 Оператор: Иванов А. Н. Подпись:

Рис. 58. Пример протокола серии испытаний

Таблица 2. Ключевые слова шаблона протокола серии испытаний «Пружины»

Ключевое слово	Описание	Пример отображения
sTestType ⁽³⁾	Вид испытания	Пружины
sTestName ⁽³⁾	Название испытания ⁽²⁾	
sSerNum ⁽³⁾	Номер серии испытаний ⁽²⁾	1
sDate ⁽³⁾	Дата начала испытаний	31.08.2015 г.
sNumOfTests ⁽³⁾	Количество испытаний в серии (действительных, неисключенных)	2
sNumOfTestsAll ⁽³⁾	Общее количество испытаний в серии (действительных и исключенных)	2
sNumOfTestsExcl ⁽³⁾	Количество исключенных испытаний в серии	0
sMachNum ⁽³⁾	Номер машины ⁽²⁾	1
sOperator ⁽³⁾	Оператор ⁽²⁾	Иванов А. Н.
sSpeed ⁽³⁾	Рабочая скорость испытания ⁽²⁾	2 об/мин
sTemperature ⁽³⁾	Температура испытания ⁽²⁾	20 °С
sClient ⁽³⁾	Заказчик ⁽²⁾	
sOrderNum ⁽³⁾	Номер заказа ⁽²⁾	24
sNormDoc ⁽³⁾	Нормативный документ ⁽²⁾	
sComment ⁽³⁾	Примечание ⁽²⁾	
sConclusion ⁽³⁾	Заключение ⁽²⁾	
sSpTypeDescr ⁽³⁾	Тип образца ⁽¹⁾	
sMaterial ⁽³⁾	Материал образца ⁽¹⁾	Сталь
sMaterialMark ⁽³⁾	Марка материала ⁽¹⁾	
sProductName ⁽³⁾	Наименование продукции ⁽¹⁾	
Diag ⁽³⁾	Диаграмма испытания (рисунок)	
Mu ⁽⁴⁾	Единица измерения крутящего момента	Н·м
Au ⁽⁴⁾	Единица измерения угла поворота	°
n ⁽⁵⁾	Порядковый номер испытания в серии или название параметра статистики	1
StatName ⁽⁵⁾	Название параметра статистики	Среднее значение
dir ⁽⁵⁾	Направление вращения, направление навивки пружины	Прямо, левая навивка
M0 ⁽⁵⁾	Момент поджатия	0,1 Н·м
amax ⁽⁵⁾	Максимальный угол	180 °
a1 ⁽⁵⁾	Рабочий угол φ_1	30 °
M1 ⁽⁵⁾	Момент M_1 при рабочем угле φ_1	0,334 Н·м
a2 ⁽⁵⁾	Рабочий угол φ_2	150 °
M2 ⁽⁵⁾	Момент M_2 при рабочем угле φ_2	1,750 Н·м
TestType ⁽⁵⁾	Вид испытания	Пружины
TestName ⁽⁵⁾	Название испытания	
SerNum ⁽⁵⁾	Номер серии испытаний	1
SpNum ⁽⁵⁾	Номер образца в серии испытаний	1

Ключевое слово	Описание	Пример отображения
SpMark ⁽⁵⁾	Маркировка образца	1.a
Material ⁽⁵⁾	Материал образца	Сталь
MaterialMark ⁽⁵⁾	Марка материала	
ProductName ⁽⁵⁾	Наименование продукции	
MachNum ⁽⁵⁾	Номер машины	1
Client ⁽⁵⁾	Заказчик	
OrderNum ⁽⁵⁾	Номер заказа	24
StartTime ⁽⁵⁾	Дата и время начала испытания	31.08.2015 13:59:22
StopTime ⁽⁵⁾	Дата и время окончания испытания	31.08.2015 14:00:18
Duration ⁽⁵⁾	Продолжительность испытания	56,0с
Speed ⁽⁵⁾	Рабочая скорость испытания	2 об/мин
Temperature ⁽⁵⁾	Температура испытания	20 °С
NormDoc ⁽⁵⁾	Нормативный документ	
Comment ⁽⁵⁾	Примечание	
DataFile ⁽⁵⁾	Имя файла диаграммы испытания	
Operator ⁽⁵⁾	Оператор	Иванов А. Н.
Conclusion ⁽⁵⁾	Заключение	
SpTypeDescr ⁽⁵⁾	Тип образца	

(1) – Значение параметра задается в описании образцов серии испытаний.

(2) – Значение параметра задается в описании серии испытаний.

(3) – Параметры серии испытаний. Ключевое слово не должно располагаться между метками уровня детализации #D1# – #D1# или #D2# – #D2#. Возможно использование ключевого слова без префикса «s».

(4) – Единицы измерения. Ключевое слово не должно располагаться между метками уровня детализации #D1# – #D1# или #D2# – #D2#.

(5) – Параметры образца, описание и результаты отдельного испытания в серии. Ключевое слово должно располагаться между метками уровня детализации #D1# – #D1# или #D2# – #D2#.

Список диагностических сообщений

Сообщение	Пояснение	
Нет связи	Нет связи ПК с МБУ: питание МБУ выключено, кабель не подсоединен или заданы неправильные параметры СОМ-порта	
Нет связи. СОМ-порт недоступен	Выбранный СОМ-порт на ПК недоступен: удален из системы или занят другой программой	
Связь установлена	МБУ подключен к ПК и отвечает на запросы	
Калибровка	Идет самотестирование МБУ, прогрев и калибровка АЦП	
Калибровка завершена	МБУ готов к работе	
Выключено питание ЭП	Выключено питание ЭП, управление вращением ведущего захвата запрещено	
Включено питание ЭП	Включено питание ЭП, управление вращением ведущего захвата разрешено	
Стоп	ЭП выключен, ведущий захват остановлен	
Прямо V об/мин	ЭП включен, вращение ведущего захвата прямо или обратно, где V – значение скорости вращения в об/мин	
Обратно V об/мин		
Испытание	Испытание	Начало испытания с постоянной скоростью
Предварительный момент		Достигнут предварительный момент
Пауза		Запрос на продолжение испытания, если выбран останов при достижении предварительного момента
Регистрация диаграммы		Начало записи диаграммы испытания после достижения предварительного момента
Пауза		Приостановка регистрации диаграммы по нажатию кнопки «Пауза»
Продолжение регистрации диаграммы		Продолжение регистрации диаграммы
Цикл X из Y. D		Выполняется цикл X из общего количества Y. D указывает этап испытания – навинчивание или вывинчивание.
Испытание завершено		Испытание завершено, диаграмма сохранена в файле на диске
Настройка ЭП	Настройка ЭП	Начало настройки ЭП
Измерение скорости (X из Y)		Начало измерения скорости для очередного кода ЦАП, где X – порядковый номер измерения, Y – общее кол-во измерений
Точка зафиксирована (X из Y)		Измеренная скорость добавлена в регулировочную характеристику ЭП
Измерение скорости пропущено. Неверный код ЦАП.		Измерение скорости пропущено. В файле конфигурации программы указан неверный код ЦАП.
Настройка ЭП завершена		Настройка ЭП завершена
Нуль момента	Установлен нуль крутящего момента	
Нуль угла поворота	Установлен нуль угла поворота и количества оборотов	
Перегрузка датчика момента	Перегрузка датчика крутящего момента	
Снята перегрузка датчика момента	Снята перегрузка датчика крутящего момента	

Список аварийных сообщений

Сообщение	Пояснение
Нет связи	Нет связи ПК с МБУ: питание МБУ выключено, кабель не подсоединен или заданы неправильные параметры СОМ-порта
СОМ-порт недоступен	Выбранный СОМ-порт на ПК недоступен: удален из системы или занят другой программой
Устройство не поддерживается	Подключенное к ПК устройство не является МБУ и не поддерживается
Стоп, Авария	Нажата кнопка «Стоп» на передней панели машины. Полная блокировка движения.
Перегрузка датчика момента	Перегрузка датчика крутящего момента
Датчик момента не подключен (обрыв)	При проведении самотестирования МБУ обнаружен обрыв в цепи подключения датчика крутящего момента к АЦП
Ошибка связи с АЦП по SPI	При проведении самотестирования МБУ обнаружено отсутствие связи с АЦП по интерфейсу SPI
Ошибка готовности данных АЦП	АЦП не выдает сигнал готовности данных
Нет связи с энкодером	МБУ не получает ответа от энкодера, к которому подключен измеритель угла поворота ведущего захвата
Ошибка CRC в EEPROM	При проведении самотестирования МБУ обнаружена ошибка CRC в группе конфигурационных параметров. Один или несколько конфигурационных параметров, хранящихся в постоянной памяти МБУ, имеют некорректное или недостоверное значение