



Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Кафедра РК5 «Прикладная механика»

Система для испытаний на кручение «Instron 55MT5» Общее описание

Содержание:

1. Назначение системы.	3
1.1. Определяемые характеристики.	3
2. Общая схема системы.	4
3. Границы применимости.	6
4. Типовые образцы.	7
5. Программное обеспечение.	8
5.1. Процедуры тестов.	8
5.2. Формы отчётов.	10
6. Дополнительное оборудование.	14
7. Калибровка и точность измерений.	15
8. Примеры испытаний.	22

1. Назначение системы.

Система предназначена для статических испытаний на кручение образцов материалов, а так же может быть использована для испытания пружин и других изделий, работающих на кручение.

Испытания могут проводиться в соответствии с ГОСТ 3565-80, другими стандартами (ASTM, ISO и т.д.) или в соответствии с принятой методикой испытаний.

1.1. Определяемые характеристики.

По результатам испытаний образцов металлов и сплавов, в соответствии с ГОСТ 3565-80 производят определение следующих механических характеристик:

- модуля сдвига,
- предела пропорциональности,
- предела текучести,
- предела прочности (условного),
- предела прочности (истинного),
- максимального остаточного сдвига,
- характера разрушения (срез или отрыв).

2. Общая схема системы.

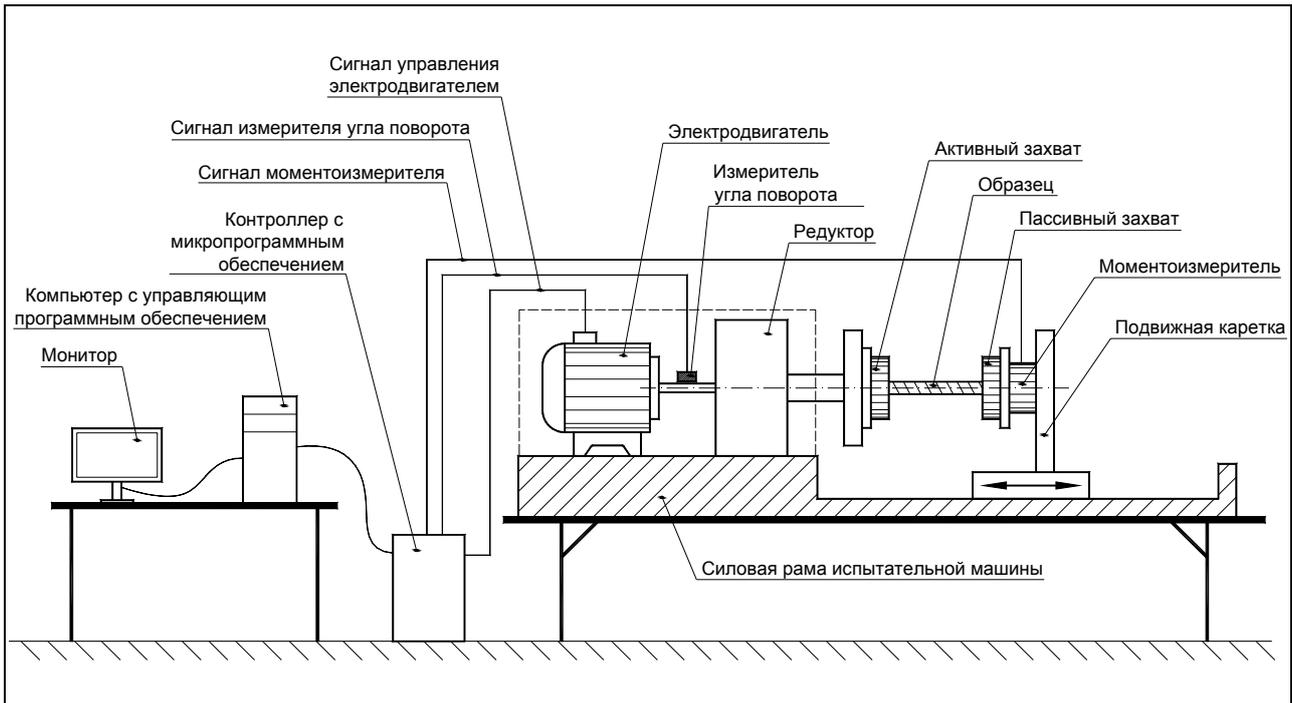


Рис. 2.1 Схема системы испытаний на кручение «Instron 55MT5»



Фото 2.2 Общий вид системы

Испытательная машина серии 55MT компактная, горизонтального настольного исполнения. Привод машины, закрытый металлическим кожухом, состоит из электродвигателя и планетарного редуктора с передаточным отношением равным 25. Момент от привода передаётся на активный захват. Пассивный захват может свободно перемещаться вдоль оси образца.

Измеритель угла поворота находится на валу электродвигателя.

Моментоизмеритель находится на пассивном захвате. Сигналы измерителей передаются в контроллер.

Контроллер с микропрограммным обеспечением обеспечивает приём и преобразование потока данных и управляющих сигналов между испытательной машиной, компьютером с управляющим программным обеспечением и дополнительным оборудованием, если таковое установлено.

Компьютер с управляющей программой обеспечивает интерфейс между оператором и системой. Результаты испытаний сохраняются в специальной базе данных и могут быть извлечены оттуда в дальнейшем для обработки. Так же сохраняются сформированные отчёты. В процессе проведения испытания на экране в режиме реального времени отображаются текущие значения времени выполнения теста, значения момента, угла поворота и другие параметры, заданные в процедуре теста.

Процедура теста – специальная программа, задающая поведение системы в процессе испытания. В процедуре назначаются такие важные параметры, как скорость нагружения, критерии остановки испытания, отображаемые на экране параметры и т.д.

Система дополнительно укомплектована лазерным ч/б принтером формата А4 для возможности оперативного вывода на печать отчётов, графиков и другой необходимой информации.

3. Границы применимости.

Максимальный крутящий момент	565 Н·м (5000 lb-in)
Частота вращения активного захвата	
Длина рабочего пространства по фланцам (без учёта захватов)	790 мм
Минимальное расстояние от оси образца до защитного кожуха	130 мм
Минимальное расстояние от оси образца до станины	175 мм

4. Типовые образцы.

Согласно ГОСТ 3565-80 «Металлы. Метод испытания на кручение», в качестве основных используются цилиндрические образцы с диаметром рабочей части 10 мм и с расчётной длиной 100 и 50 мм, с головками на концах для закрепления в захватах испытательной машины. Допускается испытание образцов и изделий, пропорциональных нормальным, а также трубчатых образцов. Переход от рабочей части образца к его головкам должен быть плавным с радиусом закругления не менее 3 мм.



Фото 4.1 Пример образцов из чугуна и стали, применяемых при проведении лабораторных работ

Трубчатые металлические образцы, как и образцы из других материалов ГОСТ 3565-80 не регламентирует.

5. Программное обеспечение.

5.1. Процедуры тестов.

Система испытаний на кручение Instron 55MT5 имеет в своём составе персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением Partner для испытания материалов. Программное обеспечение организовано традиционным образом: пользователю предоставляется общая программная среда, позволяющая решать все типовые задачи, а для непосредственного проведения испытания предназначены специальные процедуры тестов.

Процедура теста представляет собой специального вида программу, в которой задаётся поведение системы при выполнении испытания. Процедура выполняется только в программной среде Partner.

Пользователю предлагается на выбор ряд готовых шаблонов процедур для типовых испытаний. Шаблон теста позволяет создать новую процедуру с минимальными изменениями. Специальный инструмент «**Мастер тестов**» предназначен для быстрого и удобного получения процедуры теста из выбранного шаблона.

При необходимости, можно воспользоваться шаблоном «**Общий тест**», который позволяет получить произвольную процедуру теста.

Важно отметить, что только в случае использования шаблона «Общий тест», пользователю будет доступно «дерево процедуры» - специальное представление процедуры. В этом представлении пользователь получает доступ ко всем элементам процедуры, тогда как в стандартных процедурах список доступных параметров сильно ограничен. Однако, получив в руки такой мощный инструмент, пользователь должен чётко представлять логику работы системы и иметь определённый опыт работы.

«Дерево процедуры» доступно через пункт меню «Параметры» > «Выполнение теста». Диалоговое окно дерева называется «Выполнение теста».

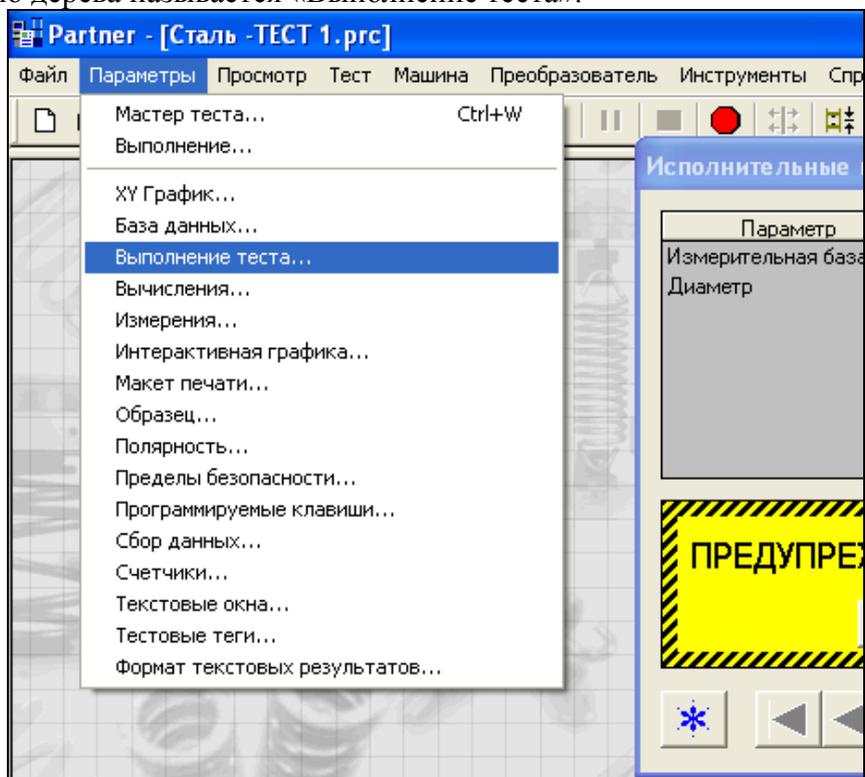


Рис. 5.1.1 Вызов диалога «Выполнение теста» из меню программной среды «Partner».

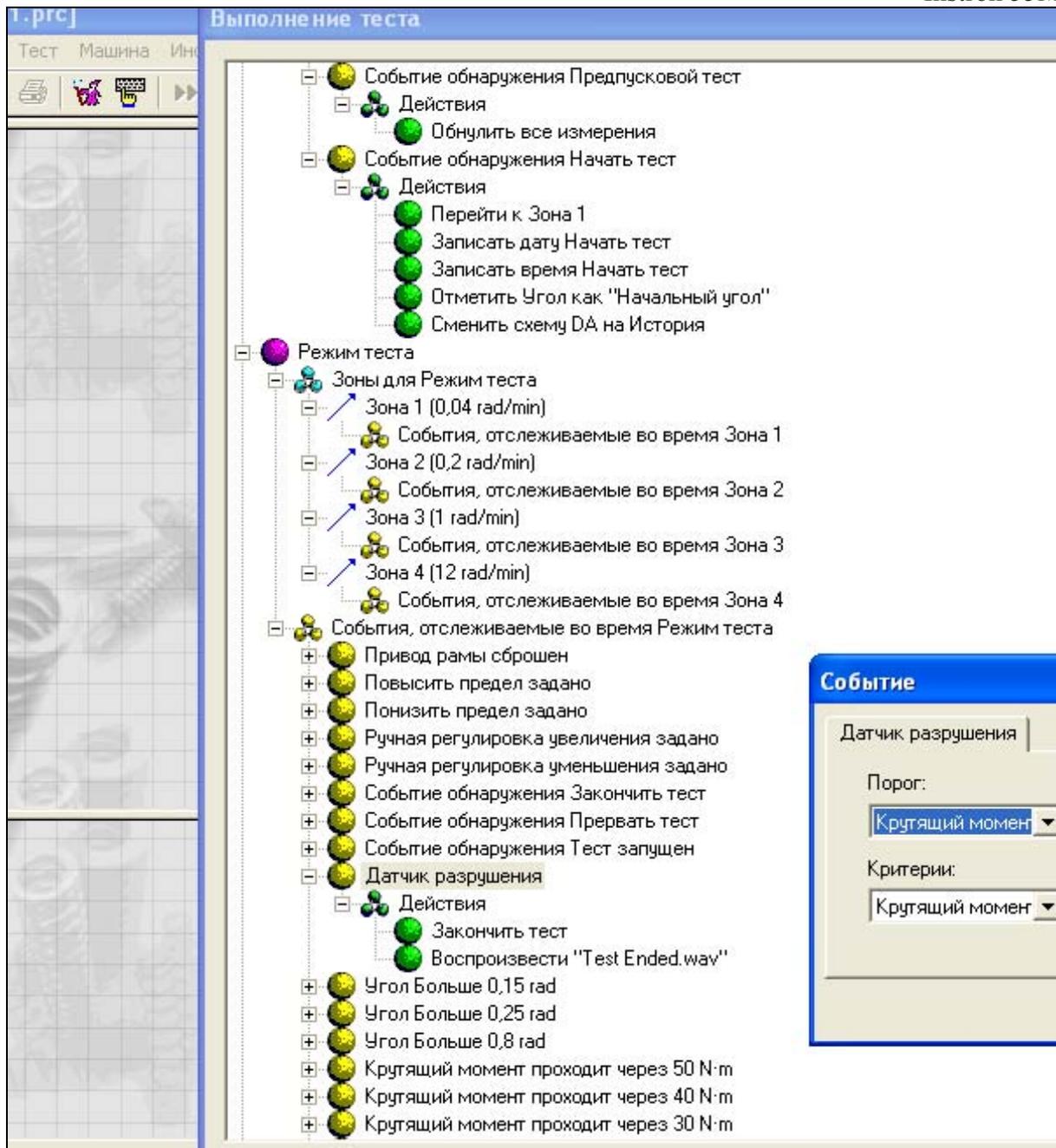


Рис. 5.1.2 Диалог «Выполнение теста». Пример.

5.2. Формы отчётов.

Все результаты испытаний сохраняются в активной базе данных результатов и могут быть открыты из соответствующего пункта меню программы (см. Рис. 5.2.1)

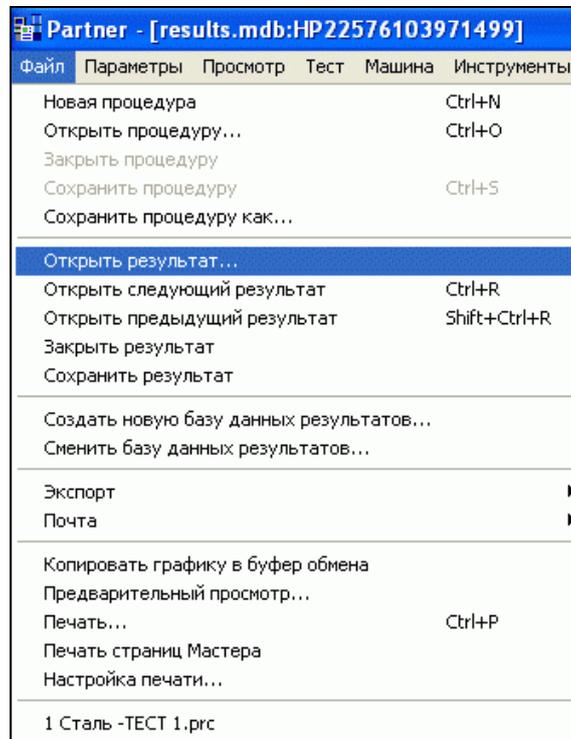


Рис. 5.2.1 Пункт меню «Открыть результат».

Результаты можно выбирать по дате, времени или по уникальному номеру (см. Рис. 5.2.2)

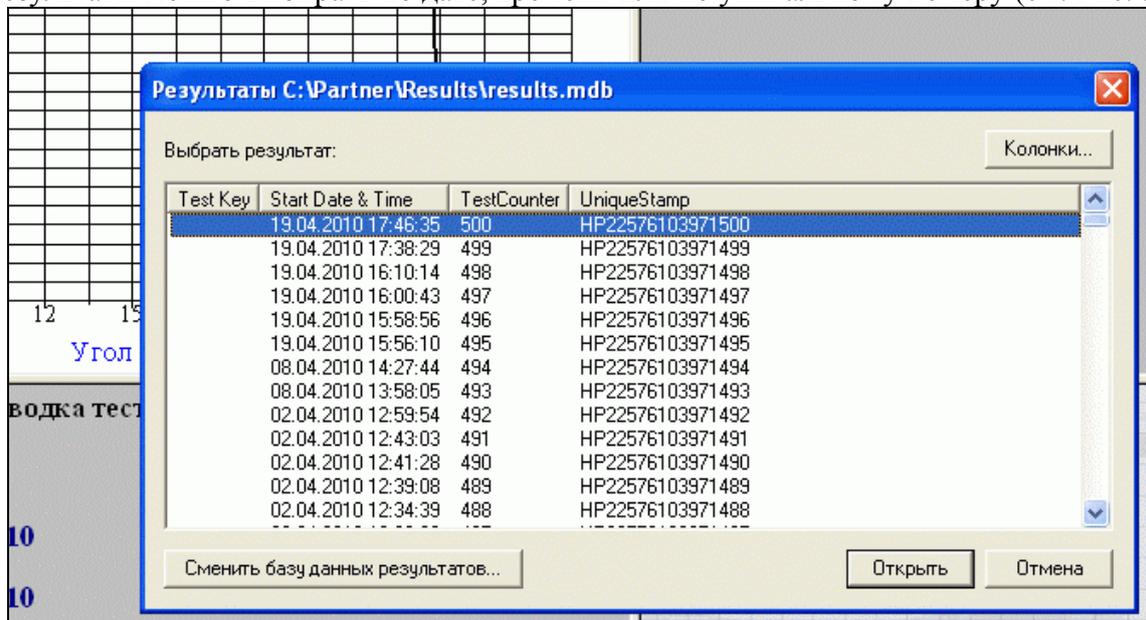


Рис. 5.2.2 Диалог выбора результата из текущей базы данных.

Для формирования макета отчёта используется специальный инструмент – «Генератор отчётов» (см. Рис. 5.2.3 и Рис. 5.2.4)

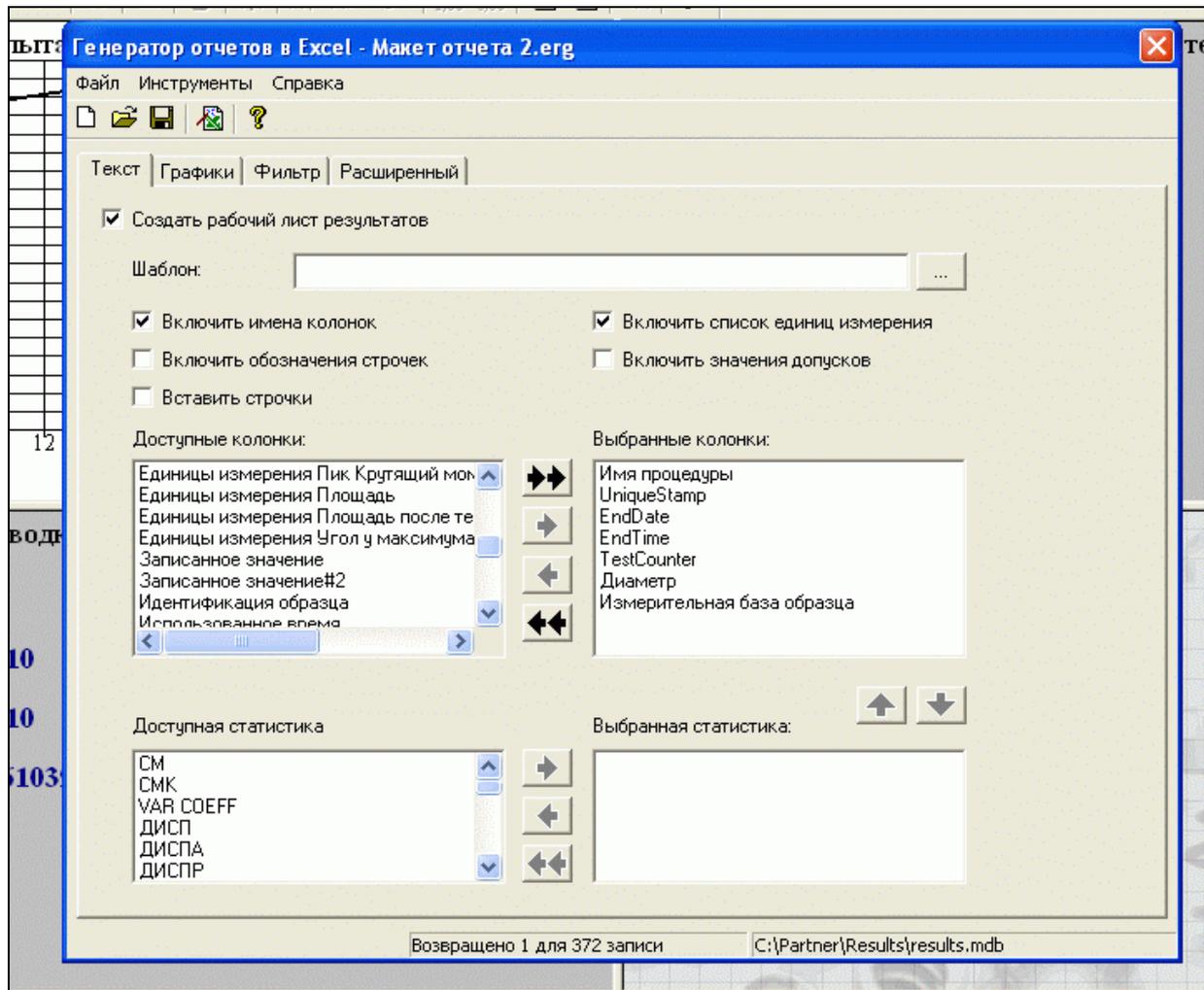


Рис. 5.2.3 Диалог настройки генератора отчётов.

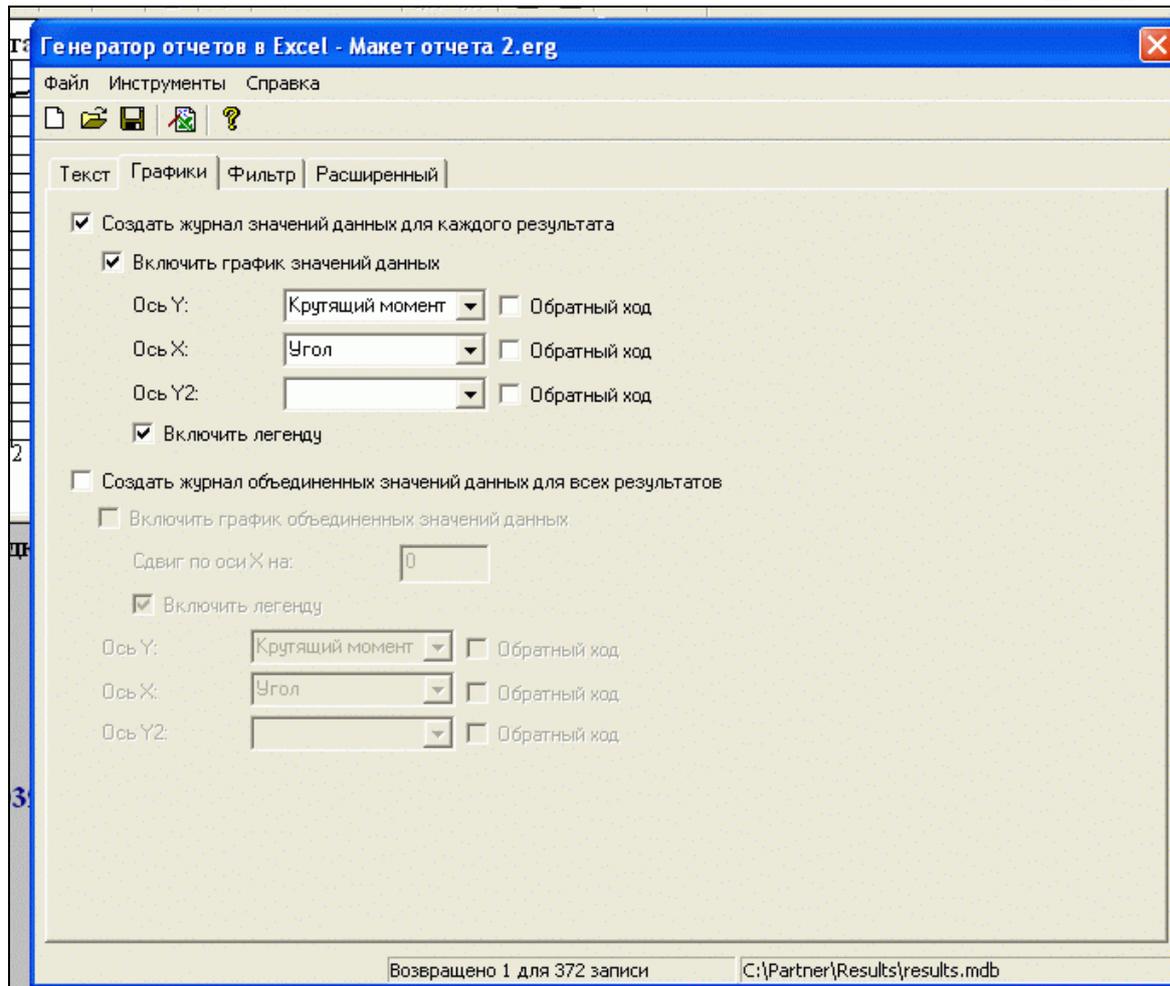


Рис. 5.2.4 Диалог настройки графика в отчете.

Отчёт в формате электронной таблицы Excel в простейшем варианте содержит две страницы: заголовок и данные (см. Рис. 5.2.5 и Рис. 5.2.6), формируемые в соответствии с выбранным макетом отчёта.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Имя процедуры	UniqueStamp	EndDate	EndTime	TestCounter	Диаметр	Измерительная база образца
2						(mm)	(mm)
3							
4	Чугун	HP22576103971500	19.04.2010	5:48:28 PM	500	12	60
5							
6							
7							
8							
9							

Рис. 5.2.5 Первая страница типового отчёта.

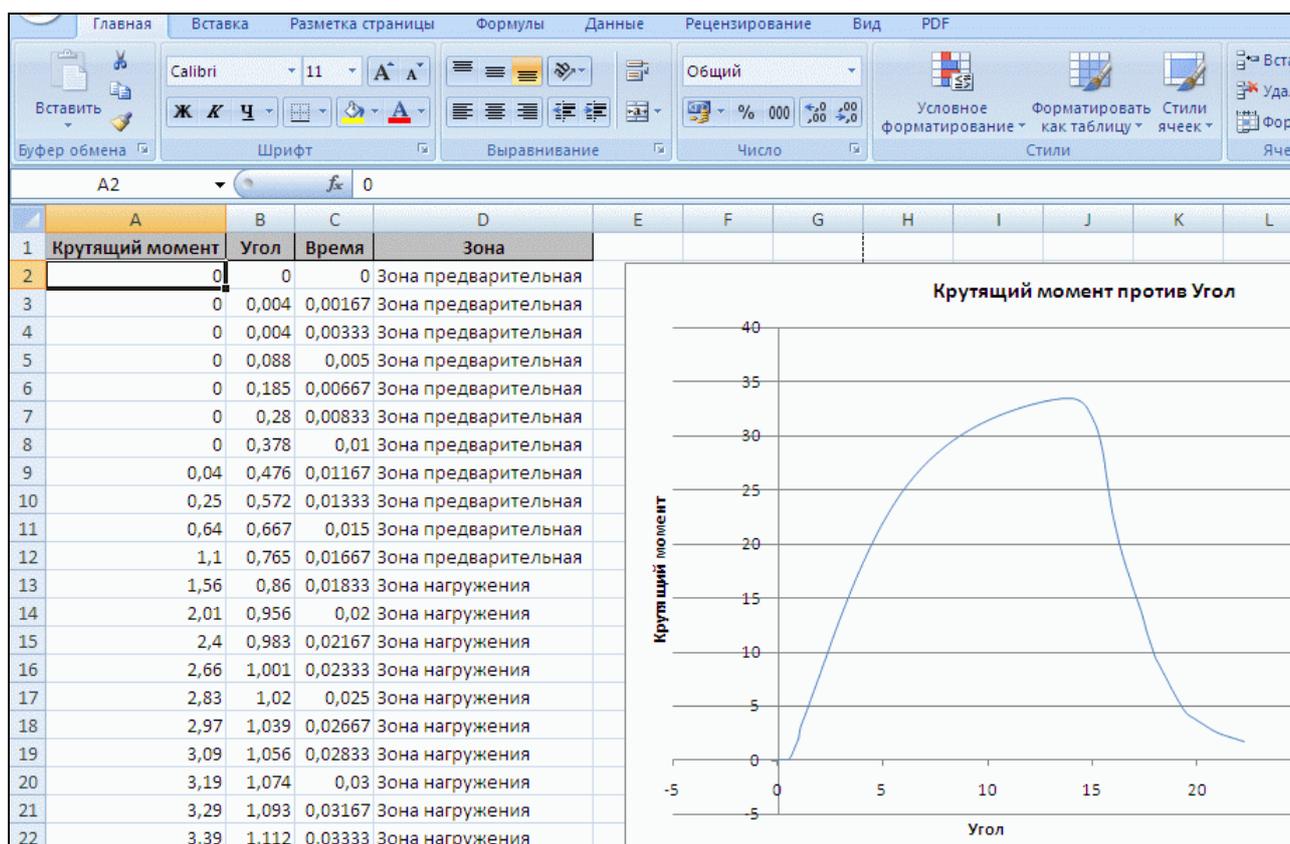


Рис. 5.2.6 Вторая страница типового отчёта с данными и графиком.

Возможно также сделать выборку из базы данных результатов по необходимым параметрам и сохранить её в отдельной базе данных для дальнейшей обработки.

6. Дополнительное оборудование.

Угломер Бояршинова используется для измерения малых углов закручивания

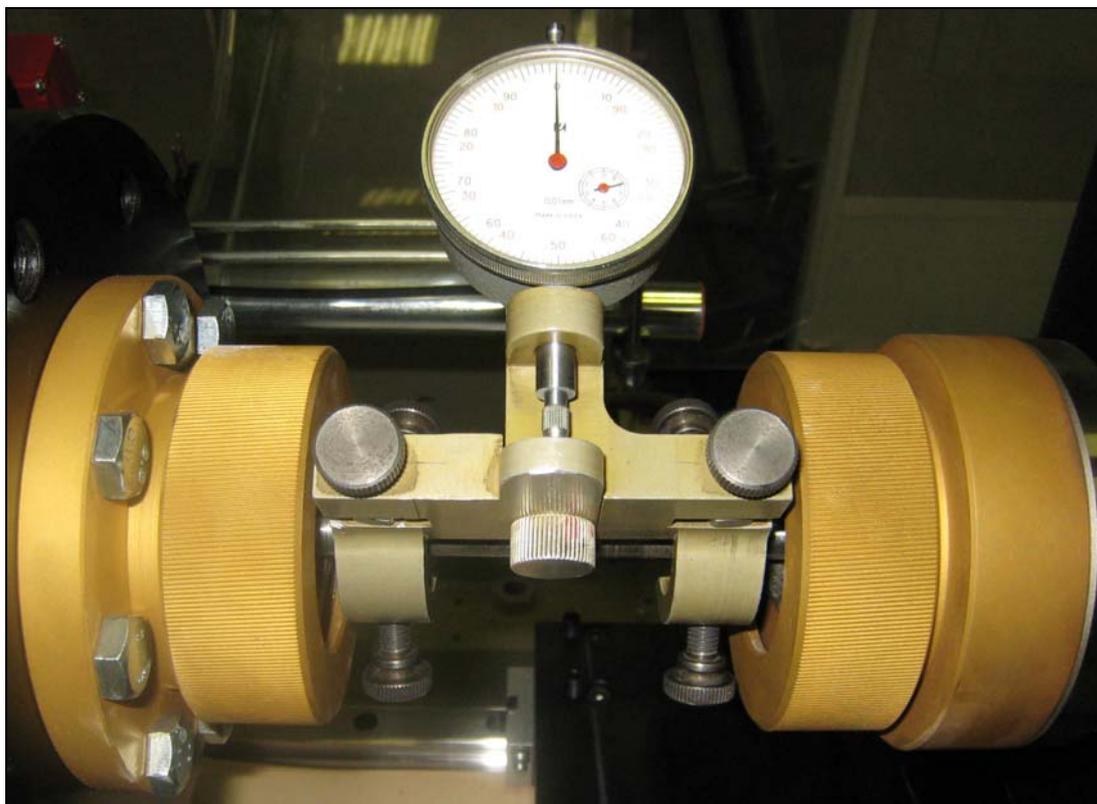


Фото 6.1 Угломер Бояршинова, закреплённый на образце.



Фото 6.2 Закрепление угломера Бояршинова на образце.

Возможна установка другого дополнительного оборудования. Для подключения и передачи электрических сигналов предусмотрены специальные разъёмы на контроллере.

7. Калибровка и точность измерений.

Моментоизмеритель подвергается обязательной калибровке при установке системы и при любом перемещении системы на новое рабочее место. Калибровку проводит технический специалист компании Instron. Результаты калибровки оформляются в виде «Certificate of calibration» (Калибровочный сертификат) (См. Рис. 7.1).

CERTIFICATE OF CALIBRATION	
ISSUED BY: INSTRON CALIBRATION LABORATORY	
DATE OF ISSUE: 15-May-09	CERTIFICATE NUMBER: 4J64278
	Instron Corporation 100 Royall St. Canton, MA 02021-1089 Telephone: (800) 473-7838 Fax: (781) 575-5755 Email: service_requests@instron.com
Page 1 of 6 pages	
Customer	MOSCOW STATE TECHNICAL UNIV MOSCOW, RUSSIA
Contact:	Date of Verification: 15-May-09 Ambient Temperature: 70.2 °F
Machine	Transducer
Manufacturer: Instron	Manufacturer: Instron
Model: 55MT5	Model: 300-8992-0858
Serial No.: SATK6832	Serial No.: 64580
Type: Other	Capacity: 565 N-m
Capacity: Extended Range	Type: Clockwise/Counterclockwise
Year of Mfg: 2009	

Рис. 7.1 Заголовок Калибровочного сертификата.

При кручении образца, детали механизма также подвергаются деформации, что вносит погрешность в измерение угла поворота. Для компенсации ошибки, вызванной деформацией деталей механизма, применяют поправочную кривую жёсткости рамы.

Поправочную кривую получают экспериментально с помощью специального высокопрочного образца максимально возможного сечения. Считается, что при испытании такого образца он деформируется существенно меньше, чем детали механизма. Поправочные кривые снимаются отдельно для кручения по и против часовой стрелки. Для получения результатов эксперимента с учётом жёсткости рамы необходимо выбрать в меню «Параметры» пункт «Измерения» (см. Рис. 7.2).

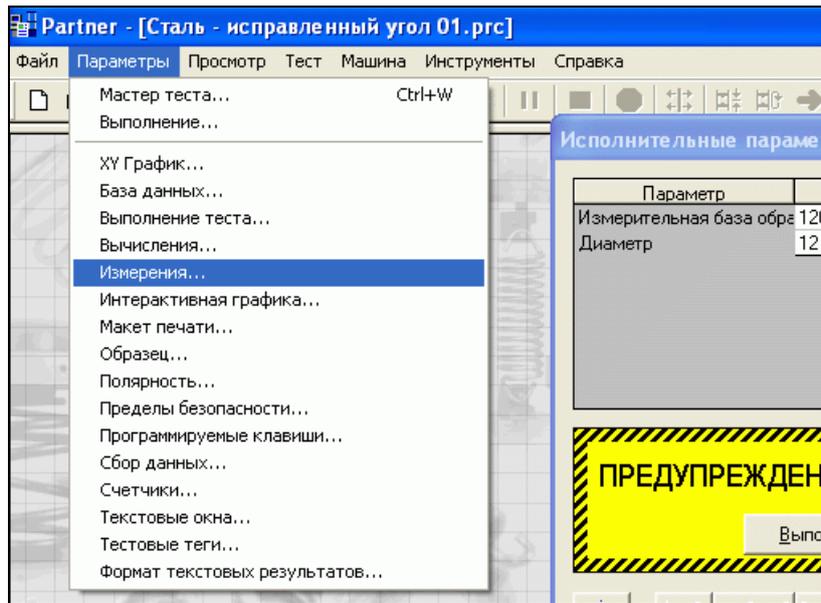


Рис. 7.2 Меню «Параметры».

В открывшемся диалоге «Измерения» отображаются текущие измерения, такие как Крутящий момент, Угол, Время. Измерения можно удалять, изменять их параметры или добавлять с помощью кнопки «Добавить» (см. Рис. 7.3).

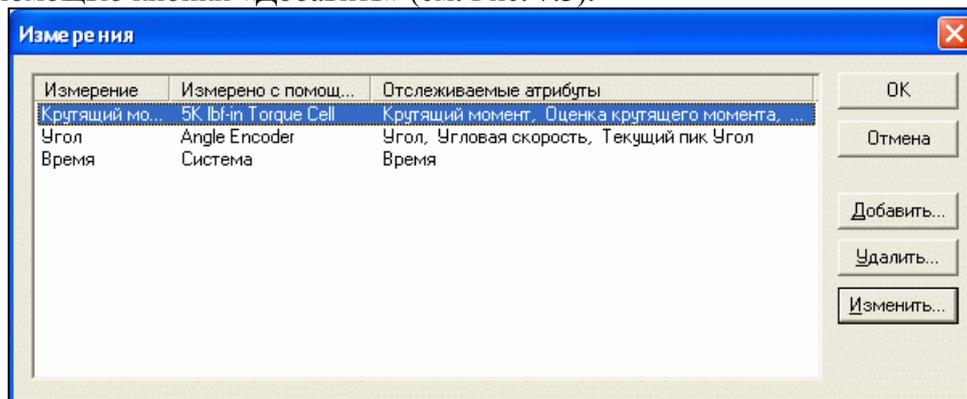


Рис. 7.3 Диалог «Измерения».

Специальное измерение «Исправленный угол» предназначено для учёта жёсткости рамы машины (см. Рис. 7.4).

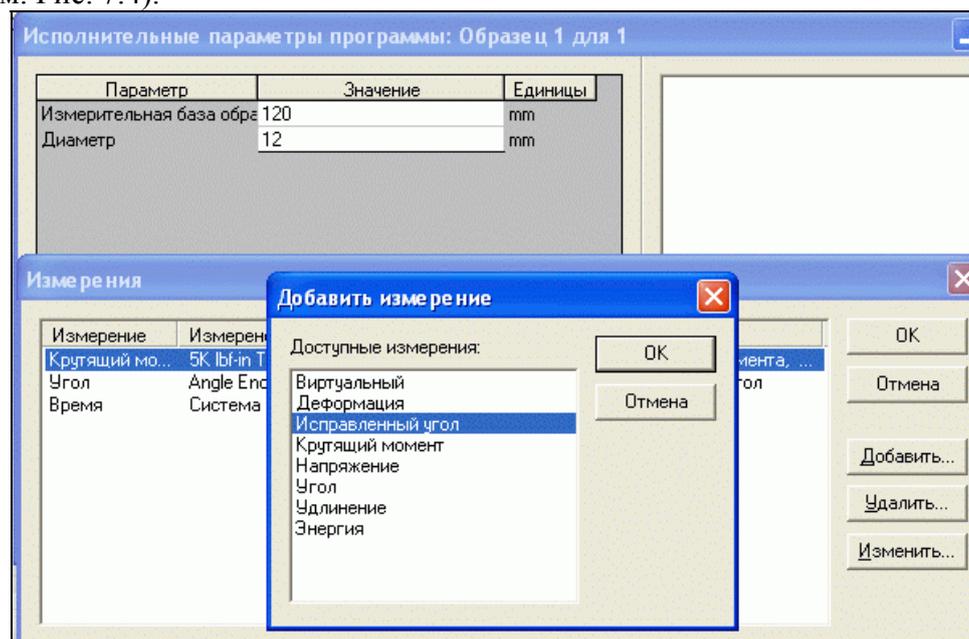


Рис. 7.4 Диалог «Добавить измерение».

В открывшемся диалоге параметров измерения исправленного угла необходимо выбрать файл упругих деформаций на закладке «Входные данные» (см. Рис. 7.5).

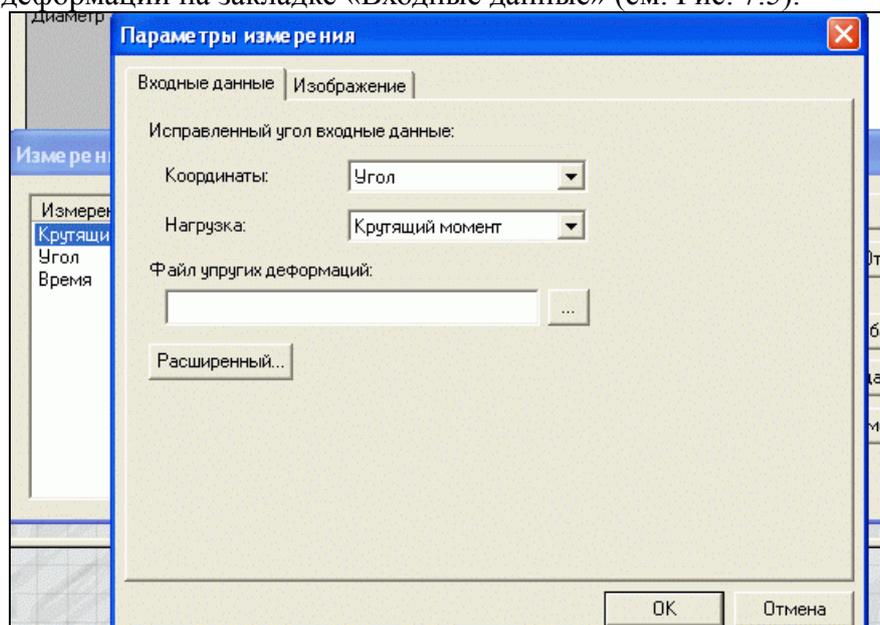


Рис. 7.5 Диалог «Параметры измерения», закладка «Входные данные».

Файлы упругих деформаций различаются по направлению испытания. Для каждой процедуры испытаний выбирается соответствующий файл – по направлению часовой или против часовой стрелки (см. Рис 7.6).

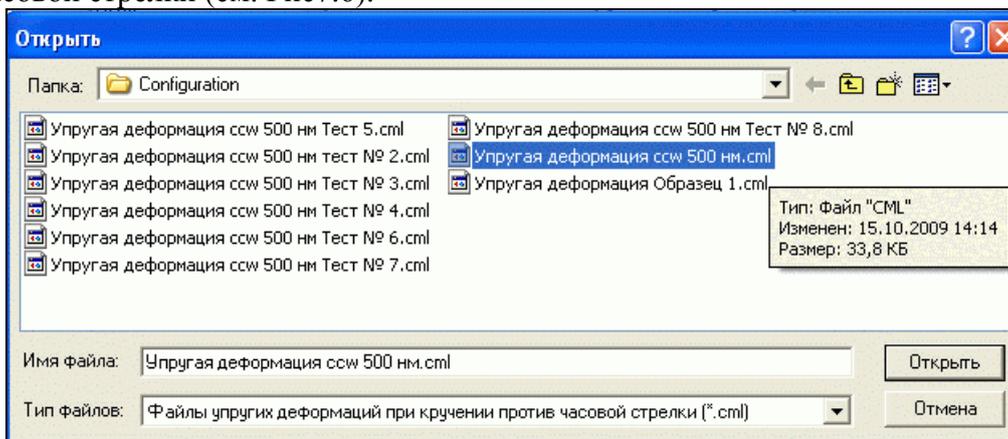


Рис. 7.6 Диалог выбора файла упругих деформаций.

Для каждого измерения может быть выбрана удобная единица измерения (см. Рис. 7.7).

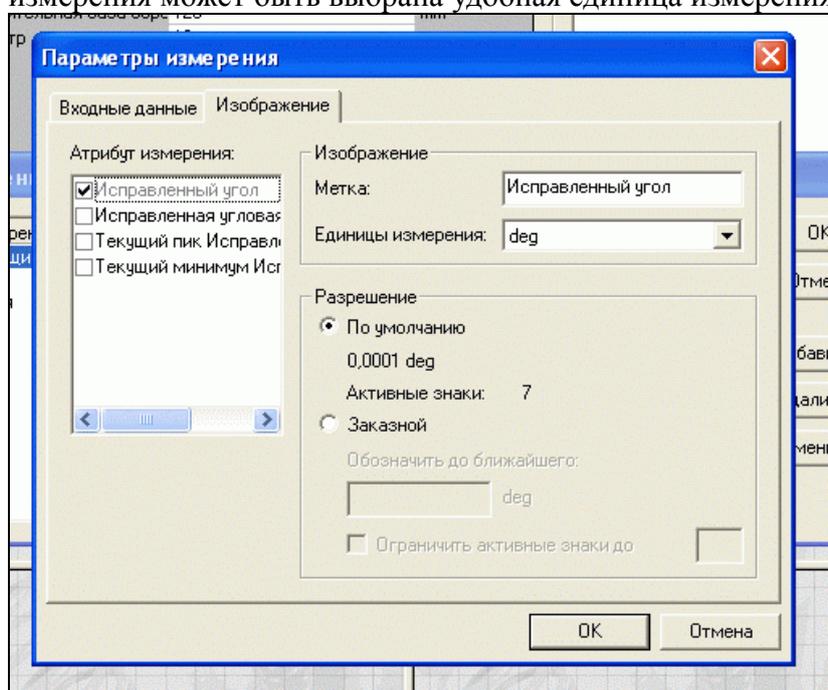


Рис. 7.7 Диалог «Параметры измерения», закладка «Изображение».

Для настройки графика используется соответствующий пункт меню «Параметры» (см. Рис. 7.8).

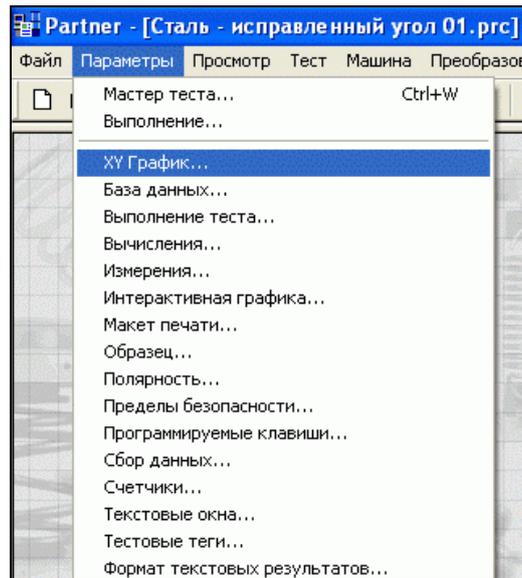


Рис. 7.8 Меню «Параметры».

Источник данных для построения графика указывается на закладке «График» диалога «Параметры графика XY» (см. Рис. 7.9). В этом же диалоге устанавливаются единицы измерения (см. Рис. 2.10).

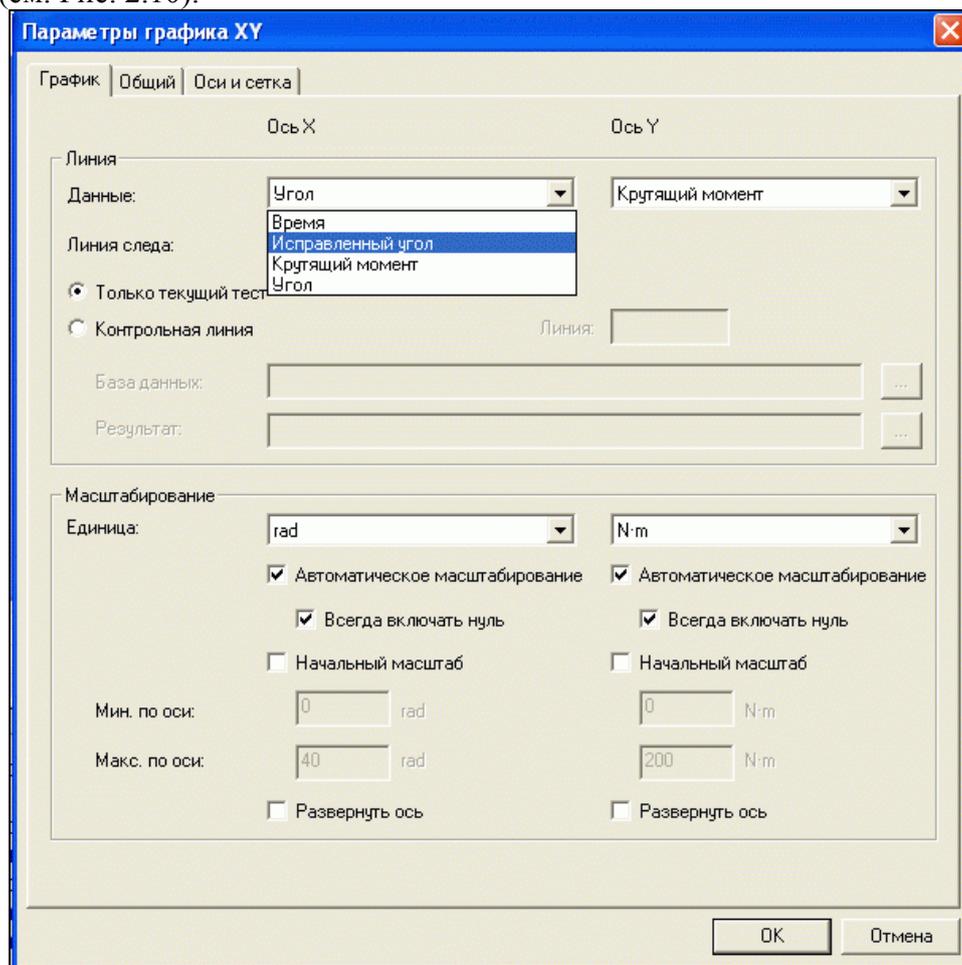


Рис. 7.9 Диалог «Параметры графика XY». Выбор данных.

После настройки, на графике отображается зависимость исправленного угла от крутящего момента в режиме реального времени. Текущее значение выбранных параметров отображается в числовой форме в поле «Реальное время» (см. Рис. 7.11). На начальном участке графика возможны искажения, ввиду большой относительной погрешности вблизи нуля.

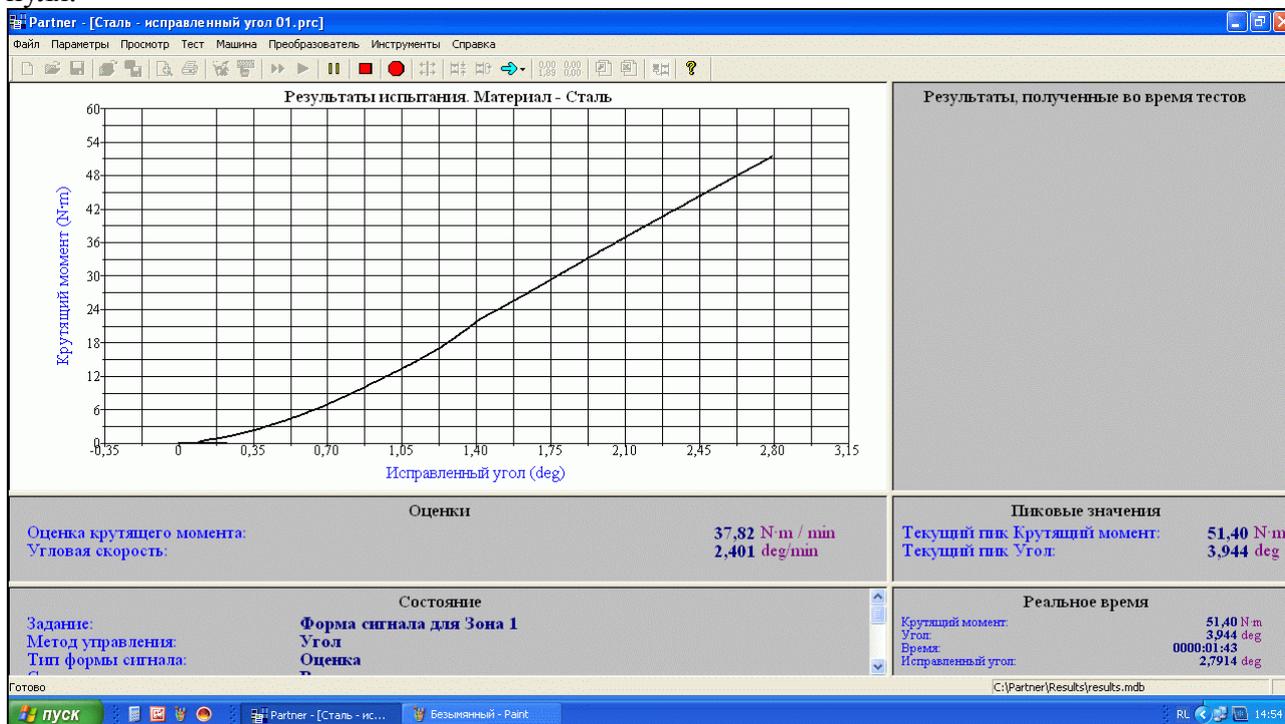


Рис. 7.11 Экран программы во время выполнения испытания.

Полный график доступен для обработки по окончании процедуры испытания (см. Рис. 7.12).



Рис. 7.12

8. Примеры испытаний.

В качестве примера, приведём испытания, проводимые при выполнении лабораторных занятий.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовка испытательной машины к работе:
 - 1.1. Включить электропитание испытательной машины.
 - 1.2. Открыть пластиковый предохранительный экран.
 - 1.3. Включить компьютер с управляющим программным обеспечением и аудиокolonки.
 - 1.4. Загрузить программное обеспечение Partner
 - 1.5. Загрузить процедуру испытания «Сталь»
2. Определение геометрические характеристики образцов:
 - 2.1. Измерить и записать диаметр рабочей части и рабочую длину стального и чугунного образца.
3. Установка стального образца (установку производить при открытом предохранительном экране!):
 - 3.1. Установить стальной образец в захваты машины (см. Рис. 8.1). При необходимости, установить нужный угол поворота активного захвата, используя кнопки поворота CW (по часовой стрелке) и CCW (против часовой стрелки) на пульте управления машиной. Установленный образец должен иметь свободный люфт в продольном направлении в пределах нескольких миллиметров.
 - 3.2. Установить программный нуль датчика момента в управляющей программе с помощью кнопки «Возврат».
 - 3.3. Выбрать зазор с помощью кнопки CCW на пульте управления машиной. Допустимый момент, наблюдаемый в управляющей программе не должен превышать 5 Н/М.
4. Установка угломера:
 - 4.1. Установить на образец угломер Бояршинова (см. Рис. 8.2). Левая и правая его части в этот момент должны быть скреплены винтом.
 - 4.2. Освободить винт, скрепляющий части угломера.
 - 4.3. **Закрывать предохранительный экран** (см. Рис. 8.3, 8.4).
5. Выполнение процедуры испытания для стального образца:
 - 5.1. Запустить выполнение процедуры испытания «Сталь» (см. Рис. 8.5).
 - 5.2. Регистрировать показания индикатора угломера Бояршинова при значениях крутящего момента 10, 20, 30, 40 и 50 НМ. При достижении соответствующих значений крутящего момента, процедура подаст звуковой сигнал.
 - 5.3. **Не открывая предохранительный экран**, аккуратно снять угломер Бояршинова с образца.
 - 5.4. Продолжить наблюдение нагружения (см. Рис. 8.6). При разрушении образца процедура испытания остановится автоматически (см. Рис. 8.7, 8.8).
 - 5.5. **Открыть предохранительный экран** и удалить разрушенный образец. **Внимание! Образец может быть высокой температуры!**
 - 5.6. Нажать кнопку возврата в исходное состояние.
 - 5.7. Зафиксировать значение разрушающего момента.
 - 5.8. При необходимости, распечатать полученные графики.
6. Произвести обработку результатов эксперимента в последовательности, указанной в журнале (включая построение диаграммы и эскизы разрушенных образцов) (см. Рис. 8.9).

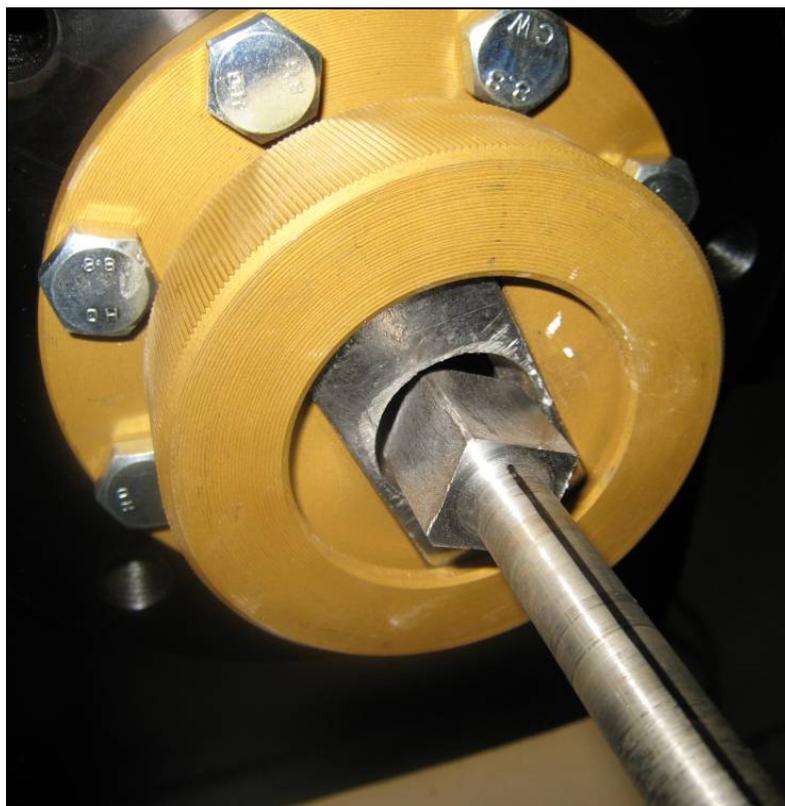


Фото 8.1. Установка образца в захват.

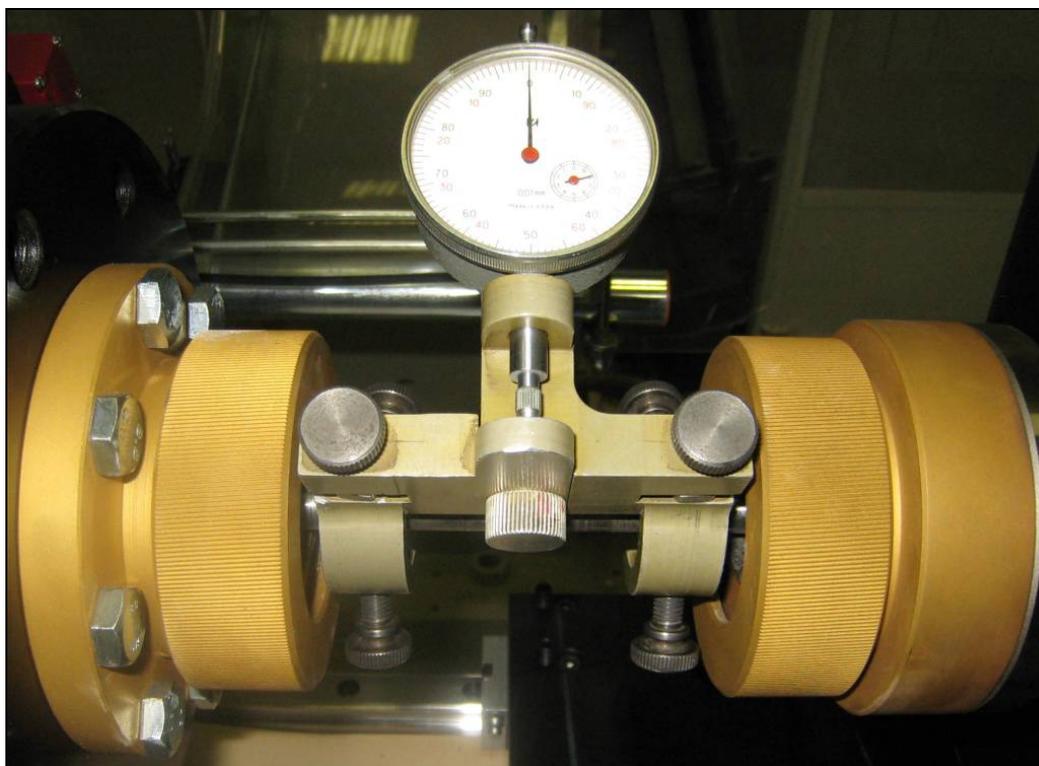


Фото 8.2. Угломер Бояршинова, установленный на образце.

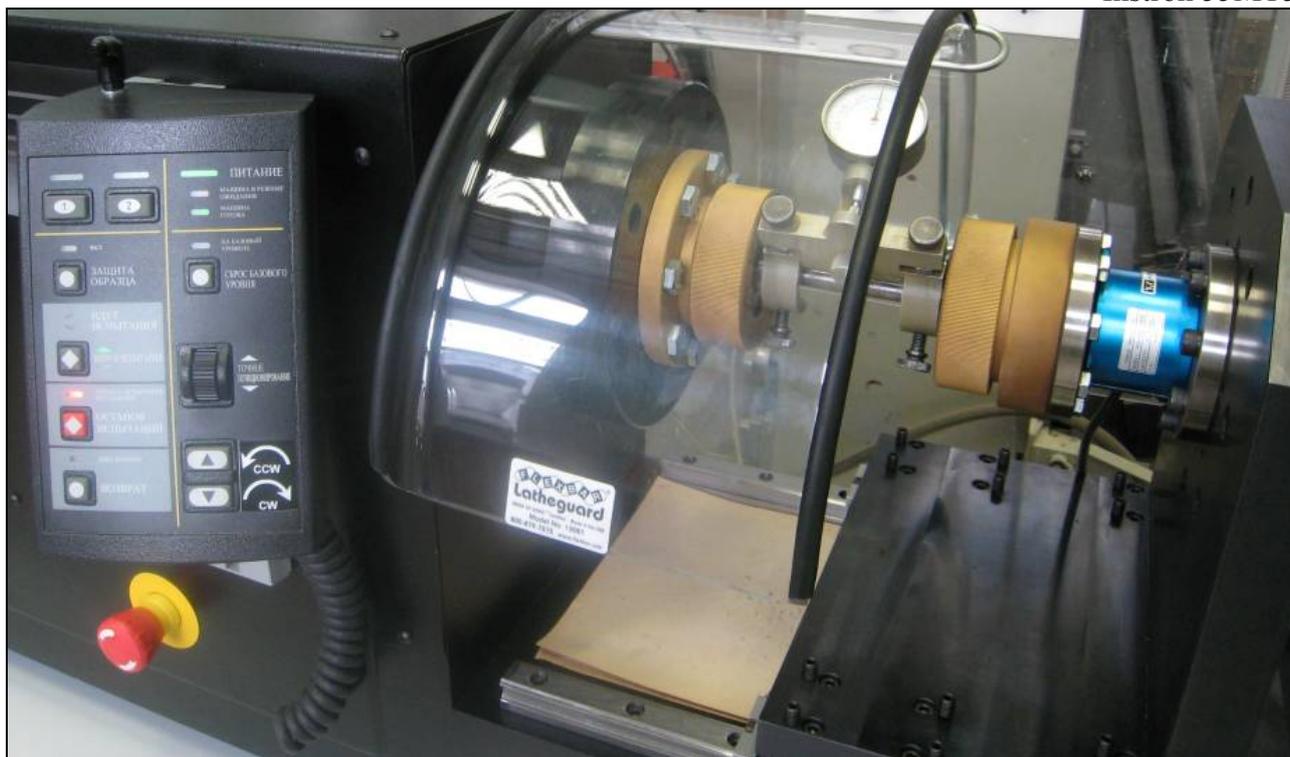


Фото 8.3. Система подготовлена к началу испытаний.



Фото 8.4. Шкала индикатора угломера Бояршинова.

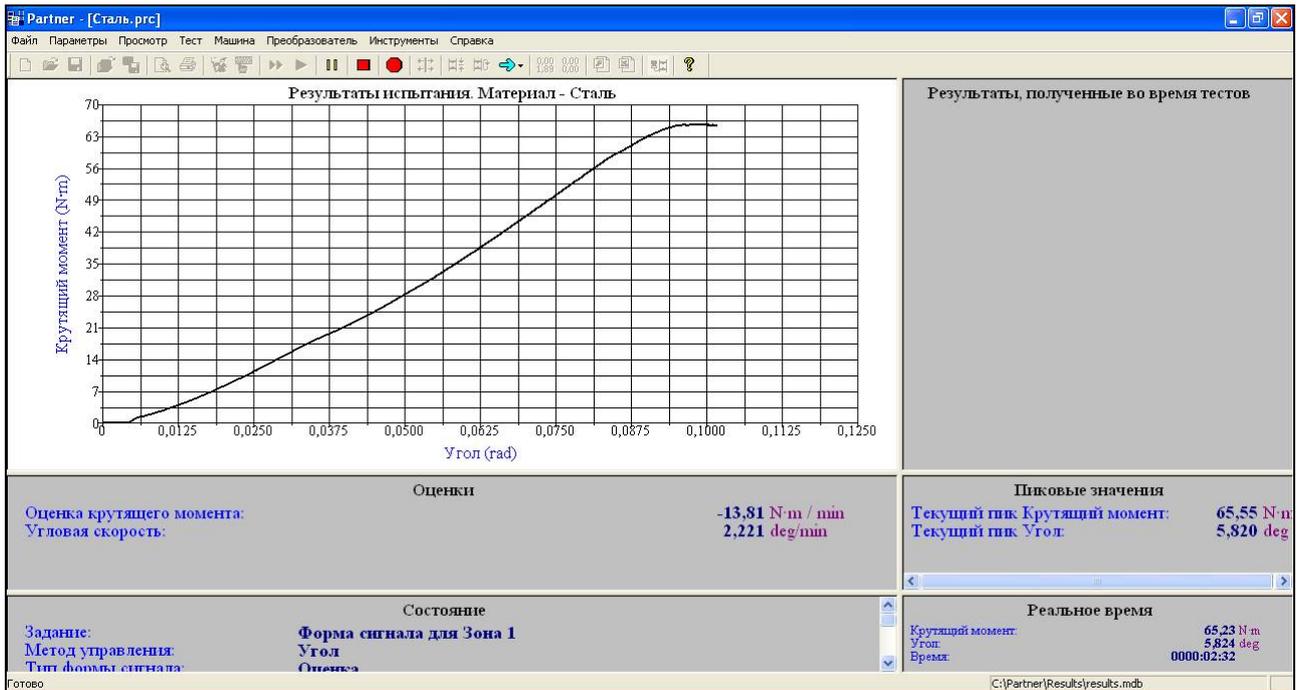


Фото 8.5. Вид программы во время выполнения. Начальный участок.

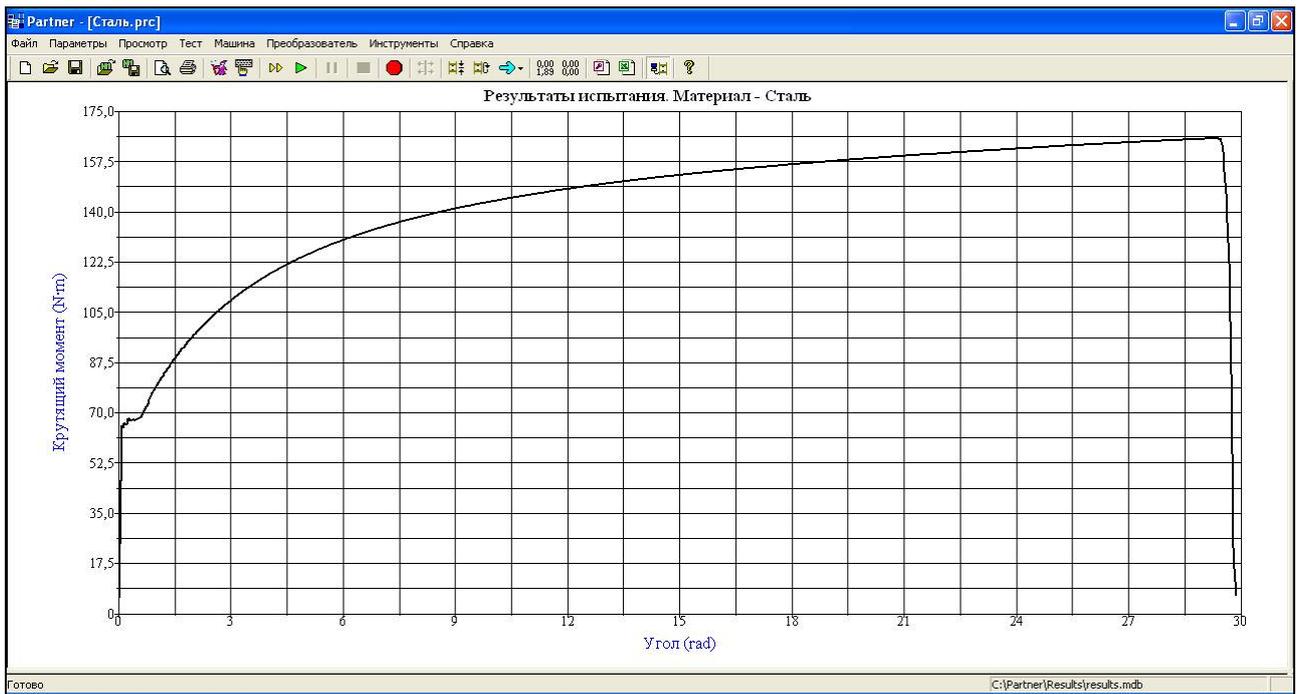


Фото 8.6. Вид программы во время выполнения. Полный график.

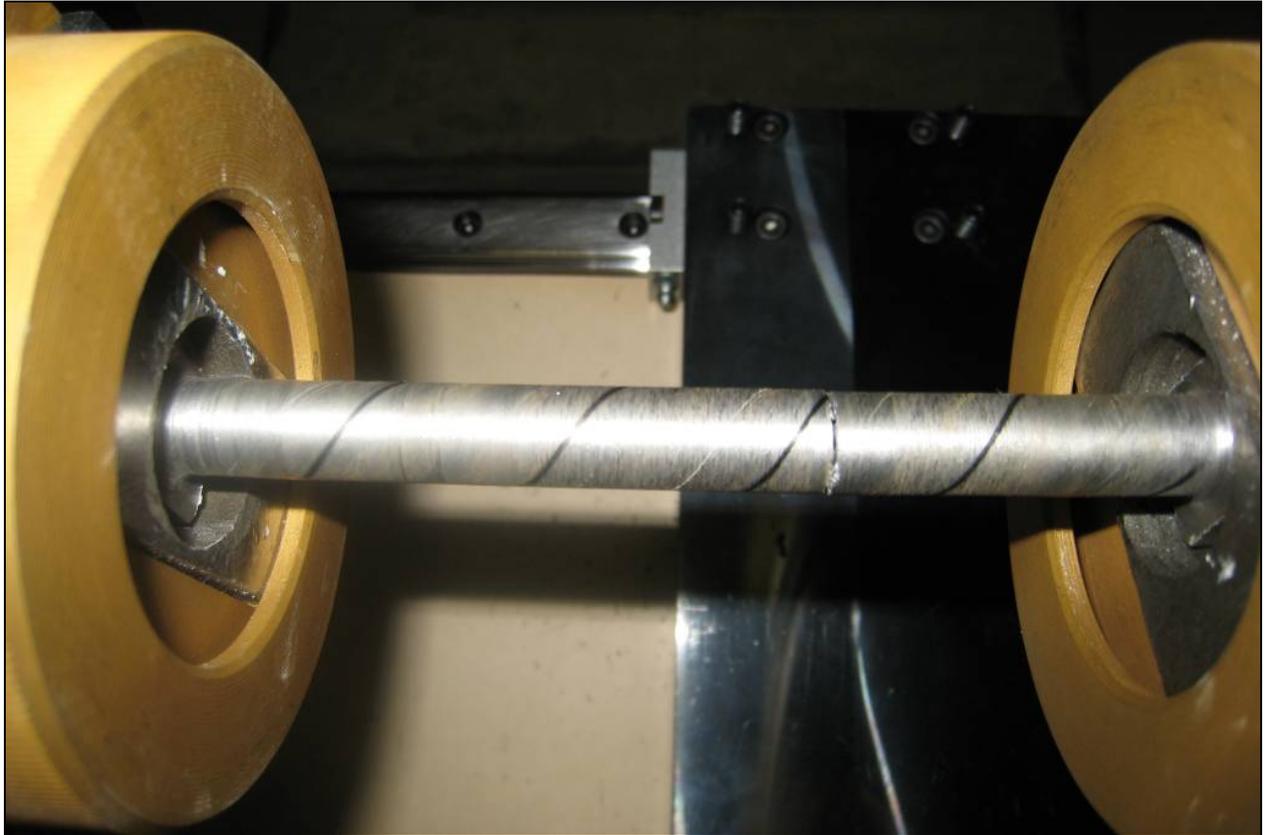


Фото 8.7. Стальной образец после разрушения.



Фото 8.8. Поверхность стального образца в зоне разрушения.



Фото 8.9. Сравнение характера разрушения. Слева – сталь, справа - чугун.